

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : protection des végétaux

Présenté par :

MILOUDI Louiza & BOUTRIG Sabir

Thème

Relation entre la plante-pucerons-parasitoïdes

Soutenu le: 04 / 07 /2023

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mr MENZER .N	MMA	Univ. de Bouira	Président
Mme BOUBEKKA.N	MCA	Univ. de Bouira	Promotrice
Mme MEBDOUA .S	MCB	Univ. de Bouira	Examineur
Mr SAHRAOUI.L	Docteur	ENSA(EL-Harrach)	Co. Promoteur

Année Universitaire : 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir aidé jusqu'à cette heure pour écrire ces mots
Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices
consentis et ses précieuses conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie,
reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon
éternelle gratitude*

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et
de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Quisse Dieu faire en sorte que ce
travail porte son fruit; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et*

Le soutien permanent venu de toi

A mes grandes mères et A l'esprit de mon grand-père.

Ma sœur: Douaa et mes frères: Abd Elhamid Et Oussama

A toute ma famille: Miloudi Et Beldjilali

A mes proche amie: Ichrak et Nessrine

A mon binôme : Saber

Tous mes amis surtout: Fatima, Aicha et Safia

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Tous mes collègues étudiants de la promotion 2022/2023

Louiza

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir aidé jusqu'à cette heure pour écrire ces mots

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et

de privations pour m'aider à avancer dans la vie

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et

de privations pour m'aider à avancer dans la vie

A mes chères frères : Fares , Anis, Mahfoud

A mon binôme Louiza

À mes chers amis : Ghilas, Yacine, Nabil

Et les autres chaque un avec son nom qui m'ont toujours encouragé et à qui souhaite

plus de succès

à tous ceux que j'aime

saber

Remerciements

Nous exprimons d'abord notre gratitude envers Allah tout-puissant pour nous avoir guidés tout au long de ces années d'étude et nous avoir accordé la volonté, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien notre travail.

*Nous souhaitons adresser nos profonds remerciements à notre promotrice, Mme **BOUBEKA.N**, qui nous a honorés en dirigeant ce travail.*

*Nous sommes également très reconnaissants envers Monsieur **SAHARAOUILounes** d'avoir accepté de Co-encadrer ce travail, et pour ses conseils judicieux, son accompagnement précieux et son orientation.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements à Monsieur **MENZERN** qui a accepté de présider notre jury et nous a apporté une aide précieuse, des encouragements et des conseils.*

*Nous tenons également à remercier Mme **MEBDOUA** pour avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Nous aimerions particulièrement remercier nos familles, les familles **BOUTRIG** et **MILOUDI**, pour leur soutien constant et leurs encouragements tout au long de ce parcours.*

Il est toujours difficile de remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie générale des pucerons	05
Figure 2 :Tête de puceron, vue ventrale	06
Figure1 : Différentes forme de sinus frontaux	06
Figure 2 : Différentes forme des antennes.	07
Figure 3 : Aile antérieure.	07
Figure 6 : Différentes formes de la cornicule	08
Figure 7 : Différentes formes de cauda	09
Figure 8 :Schéma des stades de développement d'un puceron.	10
Figure 9 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons	12
Figure 10 : Détail des pièces buccales des pucerons	13
Figure 11 : Modes de transmissions des virus,	15
Figure 12 : Puceron parasité(Momie)	18
Figure 13 : Cycle biologique d'un Hyménoptères parasitoïdes	19
Figure 14 : Carte géographique et administrative de la wilaya de Bouira	23
Figure 15 : Diagramme Ombrothermique de Bouira en 2018	26
Figure 16 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Bouira (1946-2012)	28
Figure 17 :Citrus limon	31
Figure 18 : Prunus persica	31
Figure 19 :Punica granatum	32
Figure 20 :Malus pumila	32
Figure 21 : Colonies de pucerons	33
Figure 22 : Critères morphologiques d'identification des pucerons	35
Figure 23 : Technique de montage des aphides	36
Figure 24 :Critères d'identification du puceron <i>Aphis fabae</i>	40
Figure 25 : Critères d'identification du puceron <i>Aphis (Aphis) pomi</i>	41

Figure 26 : Critères d'identification du puceron <i>Aphis gossypii</i>	42
Figure 27 : Critères d'identification du puceron <i>Aphis citricola</i>	43
Figure 28 : Critères d'identification du puceron <i>Aphis (Aphis) punicae</i>	44
Figure 29 : Critères d'identification du puceron <i>Aulacorthum solani</i>	45
Figure 30 : Critères d'identification du puceron <i>Hyalopterus pruni</i>	46
Figure 31 : Critères d'identification du puceron <i>Toxoptera aurantii</i>	47
Figure 32 : Critères d'identification du puceron <i>Ureulecon sonchi</i>	48
Figure 33 : Critères d'identification du puceron <i>Macrosiphum rosae</i>	49
Figure 34 : Critères d'identification du parasite aphidiphage <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	51
Figure 35 : Critères d'identification du parasite <i>Lysiphlebus fabarum</i>	51
Figure 36 : Critères d'identification du parasite <i>Aphidius ervi</i>	52
Figure 37 : Critères d'identification du parasite <i>Aphidius matricariae</i>	52
Figure 38 : Critères d'identification de <i>Aphidius transcaspicus</i>	53
Figure 39 : Critères d'identification du parasite secondaire <i>Pachyneuron aphidis</i>	53
Figure 40 : Critères d'identification du parasite secondaire <i>Asaphes sp</i>	54
Figure 41 : répartition des parasites et de leurs plantes hôtes.	56

Liste Tableaux

Tableau 01: Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de Bouira de l'année 2022.

Tableau 02: Variation moyenne mensuelle des températures (°C) de la région de Bouira en 2022

Tableau 3: Vitesse de vent moyen mensuel en (Km/h) de l'année 2022 de la région de Bouira.

Tableau 4 : Humidité relative moyennes mensuelles (%) de la région de Bouira en 2022

Tableaux 5: Température moyenne minimale, Précipitation et Quotient pluviométrique de la Station de Bouira pour la période (1946-2012).

Tableau06 : Liste des aphides et leurs plantes hôtes

Tableau 07: Espèces de parasites primaires et secondaires inventoriées lors de nos différentes prospections.

Tableau 08: Association (parasitoïdes – Pucerons – Plantes hôtes) récoltées sur différentes cultures dans la région de Bouira.

Tableau 09 : Importance des espèces de pucerons parasités, leurs plantes hôtes et des associations établies par chaque espèce de parasites

Sommaire

Dédicace.....	01
Remerciements.....	
Liste des figures	
Liste des tableaux.....	
Introduction	01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur les pucerons (Aphides).....	04
1. systématique Morphologie des pucerons	04
2. Caractères morphologies des pucerons	05
2.1. Tête.....	05
2.2. Thorax.....	07
2.3. Abdomen.....	08
3. Bioécologiques des pucerons.....	09
3.1. Stades de développements	09
3.2. Reproduction.....	10
3.3. Cycle biologique	11
4. Nutrition et régime alimentaire.....	13
5. Dégât causés par les pucerons	13
5.1. Dégâts directs.....	13
5.2. Dégâts indirects	14
6. - La lutte contre les pucerons.....	15
6.1. Lutte préventive.....	16
6.2. Lutte curative.....	16
II. Généralités sur les parasitoïdes	17
1. Descriptions du parasitoïdes	17
2. Mode de vie du parasitoïdes	18

3. Cycle biologique d'un parasite	19
III. Interaction (puceron- parasitoïdes-plante).....	20

Chapitre II : présentation de la région de Bouira

1. Situation géographique.....	23
2. Facteurs abiotiques de la région de Bouira.....	24
2.1. Facteurs édaphiques de la région de Bouira.....	24
2.2. Facteurs climatiques de la région de Bouira	24
2.2.1. Précipitation	24
2.2.2. Températures.....	24
2.2.3. Le vent	25
2.2.4. Humidité	25
3. Synthèse climatique	26
3.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN.....	26
3.2. Climagramme d'Emberger.....	27
4. Facteurs biotiques de la région d'étude.....	28
4.1. Faune et flore de la région de Bouira.....	28
4.2. Données bibliographiques sur la faune de Bouira	29
4.3. Agriculture dans la Wilaya de Bouira.....	29

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Choix De Site De Prospection	31
2. Matériels Utilise	31
2.1. Matériels Biologique.....	31
2.1.1. Matériel Végétal	31
2.1.2. Matériel Animal	32
2.2. Matériels non Biologique.....	33
3. Méthodologie de travaille.....	33
3.1. Échantillonnage	33
3.2. Conservation.....	34
4. Technique de montage des pucerons.....	34

4.1. Identification des pucerons	35
5. Technique de montage des parasites	36

Chapitre IV – Résultats et Discussion

I .Résultat.....	39
1- Association : pucerons – plantes hôtes	39
1.1- Inventaire de l’aphidofaune et leurs plantes hôtes	39
1.2 – Présentation et critères d’identification des pucerons inventoriés.....	40
1.2.1 - <i>Aphis (Aphis) fabae</i> (Scopoli, 1763)	40
1.2.2 - <i>Aphis (Aphis) pomi</i> De Geer, 1773	41
1.2.3– <i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877).....	42
1.2.4– <i>Aphis citricola</i> Van der Goot, 1912	42
1.2.5 - <i>Aphis (Aphis) punicae</i> (Passerini, 1863)	43
1.2.6 – <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach 1843).....	45
1.2.7 – <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	46
1.2.8 – <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841).....	47
1.2.9 – <i>Ureulecon sonchi</i>	48
1.2.10– <i>Macrosiphum rosae</i>	48
2 - Inventaire des parasitoïdes	49
2.1 – Inventaire.....	50
2.2 – Présentation et critères d’identification des parasites inventoriés	50
2.2.1 – Parasites primaires.....	50
2.2.1.1 – <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880).....	50
2.2.1.2– <i>Lysiphlebus fabarum</i> (Marshall, 1896)	51
2.2.1.3 - <i>Aphidius ervi</i> Haliday, 1834.....	52
2.2.1.4 - <i>Aphidius matricariae</i> Haliday, 1834.....	52
2.2.1.5 - <i>Aphidius transcaspicus</i> Telenga, 1958.....	53
2.2.2 – Parasites secondaires (Hyperparasites).....	53
2.2.2.1 – <i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouché, 1834.)	53
2.2.2.2 – <i>Asaphes sp</i>	54
3 – Association plant-puceron-parasitoïde	54

II .Discussion	56
1. Association : pucerons – plantes hôtes.....	57
2. Association (plantes –pucerons – parasitoïde)	57
Conclusion et prospectives	59
Référence bibliographique.....	60
Résumé	

introduction

Au cours des trois dernières décennies, l'agriculture a gagné en importance en tant que pilier fondamental de l'économie nationale et du développement social. Son rôle s'est accru dans divers secteurs économiques, en particulier dans la croissance économique. En effet, l'agriculture prend un rôle important à l'intégration d'une économie donnée et les interactions entre l'amont et l'aval de cette activité sont essentielles, notamment dans les différentes filières agroalimentaires qui constituent un maillon stratégique de la chaîne alimentaire (**Biatour, 2015**).

Les ravageurs des cultures posent un problème majeur dans le domaine de l'agriculture. Qu'il s'agisse de toutes les cultures confondues, ils sont responsables en moyenne de 10 % de pertes de rendement à l'échelle mondiale (**Dhaliwal et al. 2010**). L'augmentation des échanges commerciaux et des déplacements humains a entraîné une propagation croissante de ces organismes nuisibles (**Hulme, 2009**). Parallèlement, le réchauffement climatique favorise le déplacement des aires géographiques où ces ravageurs sont présents vers des régions plus septentrionales. De plus, il pourrait également contribuer à augmenter le nombre de générations de ces parasites (**Porter et al. 1991**).

Selon **Fraival (2006)**, Plus de 4 000 espèces d'aphides sont décrites à travers le monde, dont 250 espèces sont de sérieux déprédateurs des plantes cultivées. Actuellement, ils sont parmi les ravageurs majeurs des forêts, des cultures et des Plantes ornementales; Ils sont connus pour leur capacité à se développer rapidement et leur propagation sur de longues distances. Ils sont capables de se nourrir grâce à leur mécanisme de morsure de l'embout buccal qui facilement peut extraire de la sève des plantes hôtes et répandre un grand nombre de virus et autres pathogènes végétaux (**Harmel et al., 2010 ; Aggoun et al., 2013 ; Mohannad et al., 2011; Hulle et al., 1998**).

En conséquence, ils peuvent causer beaucoup de dégâts, notamment des enrroulements des feuilles, formation de galles, défaillance des plantes, défoliation, avortement des fleurs, déformation des fruits et propagation des virus. (**Aggoun et al., 2013**).

Depuis plus de 50 ans, les ravageurs des cultures sont contrôlés principalement avec des traitements chimiques. La fixation des individus sur la face inférieure des feuilles rend la lutte chimique contre les pucerons souvent problématique car les individus sont difficile d'être affecté par les traitements (**Sauvion, 1995**). De plus, les cas de résistance des pucerons aux traitements chimiques sont de plus en plus fréquents et les dangers environnementaux des insecticides augmentent (**Francis et al. 1998**).

Introduction

La criticité et la sensibilité des écosystèmes naturels et les dangers de l'utilisation croissante des pesticides favorisent une stratégie appelée lutte intégrée contre ces ravageurs. Il s'agit d'une association phytosanitaire, Méthodes pratiques de contrôle pour les types biologiques, culturels, biotechnologiques et physiques (**Schiffers, 1991**).

Les pucerons sont contrôlés par des espèces d'ennemis naturels, comme les hyménoptères parasitoïdes qui jouent un rôle au déclin des populations (**Hemidi et al. 2013**)

La plupart des ennemis naturels parasites appartiennent à l'ordre des Hyménoptères (50 000 espèces), diptères (16 000 espèces) (**Chehema et Laamari, 2014**)

Plus de 400 espèces inventoriées dans le monde, sont des parasitoïdes des pucerons. Ils sont divisés en parasitoïdes primaires (Aphelinidae et Braconidae) et secondaires (voire tertiaires) ou super parasitoïdes (familles Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Charipidae) (**Chehema et Laamari, 2014**)

Cette étude vise à comprendre le mécanisme de relation entre un puceron, sa plante hôte et son parasite. Pour ce faire, une prospection et une investigation ont été menées sur le terrain, sur différentes plantes cultivées et spontanées, afin de trouver des plantes infestées de pucerons sains et parasités. Les prélèvements directs des plantes ont été réalisés dans différentes localités des communes de Bouira, et les échantillons sont analysés en laboratoire.

Cette étude se compose de quatre chapitres dont le premier présente des données bibliographiques sur les pucerons, le deuxième traite la région ou la zone d'étude, le troisième décrit les matériaux et la méthodologie de travail, le quatrième est consacré aux résultats et discussions. Enfin, une conclusion générale clôturera cette étude.

Chapitre I

synthèse bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I - Données bibliographiques sur les pucerons (Aphides)

Les pucerons font partie des insectes les plus nuisibles aux végétaux, ils sont considérés comme les principaux ravageurs des plantes ornementales et potagères dans le monde. Les pucerons appartiennent à la Super-famille des Aphididae, composée de 10 familles et de près de 4700 espèces réparties en dix familles. Il s'attaque à tous les types de plantes et provoque rapidement des dégâts importants (**Remaudiere et al, 1997**).

1 - Systématique

Selon **Fraval (2006)**, les pucerons appartiennent au Super-ordre des Hémiptéroïdes, Ordre des Homoptera, Sous-ordre des Aphidinea et Super-famille des Aphidoidea. **Bonnemaison (1962)** note que cette Super-famille se partage en deux grandes familles qui sont les Chermisidae et les Aphididae. Huit Sous familles compose la famille des Aphididae; soit les Sous-famille des Aphidinae, Telaxidae, Phylloxeridae, Pemphigidae, Lachnidae, Adelgidae, Chaitoridae et Callaphididae.

D'après **Bonnemaison(1962)** et **Remaudiereetal. (1997)**, les pucerons (aphides) sont classés comme suivent :

Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta.
Ordre :	Hemiptera
Sous-ordre :	Aphidinea
Super /famille :	Aphidoidea
Famille :	Aphididae
Sous famille :	Aphidinae

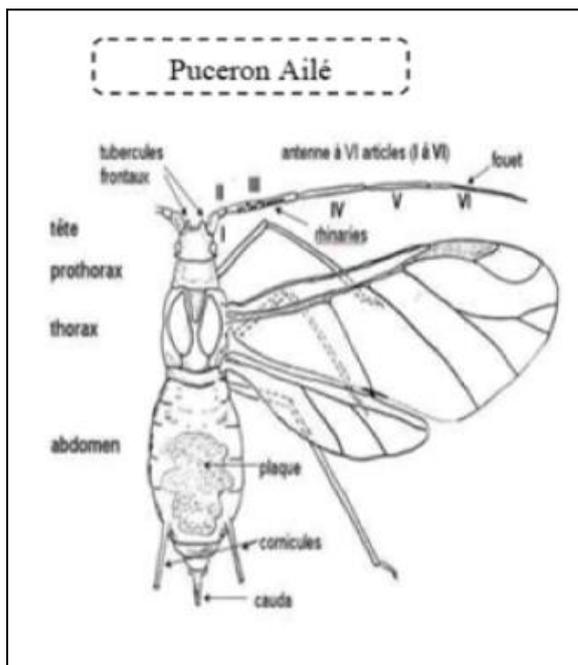
2 - Caractères morphologies des pucerons

Selon **Tanya (2002)**, les pucerons sont de petits insectes à couverture molle, de 2 à 4 mm de long, au corps ovale légèrement aplati.

Dans les populations de pucerons, certains individus ont des ailes (ailés), tandis que d'autres n'en ont pas (aptères). Les deux formes de la même espèce peuvent être différentes par leurs couleurs et caractères (**Malais et al. 1993**).

La morphologie varie considérablement entre les différentes espèces de pucerons et les individus d'une même espèce. Certains ont des corps translucides et se déclinent en vert, noir, marron, rose ou jaune. D'autres, appelées toisons, ont le corps recouvert de cire blanche qui ressemble à du coton (Fraval, 2006). Le corps du puceron est divisé en trois parties bien différenciées : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig. 1)

Puceron Ailé (Leclant (1999))



Puceron Aptère(Originale)

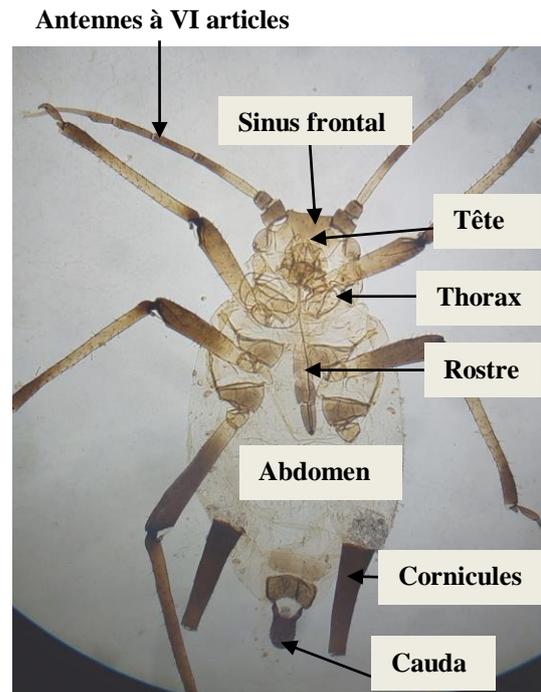


Figure 1 : Morphologie générale des pucerons

2.1 - Tête

En général, la tête du type ailé est séparée du thorax, chez le type aptère elle ne l'est pas, sur celle-ci on trouve deux antennes à longueur très variable allant de 3 à 6 articles, attachés directement au tubercule frontal plus ou moins proéminent du front supérieur. Certains éléments antennaires ont des organes sensoriels appelés sensilles ; leurs parties distales amincies sont appelées flagelles ou processus terminaux (Tanya, 2002, Fraval, 2006). La tête porte des critères d'identification importants des espèces, le sinus frontal (Fig. 2 et 3) et le rostre, les antennes (Fig. 4). Des yeux composés muriformes, ayant à leur base un tubercule oculaire de 3 ommatidies sont bien présents (Fraval, 2006 a) (Fig. 2 et 3).

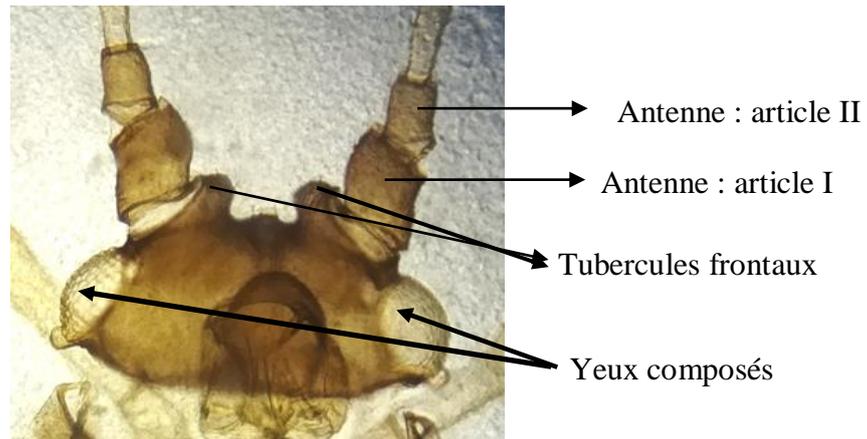


Figure 2. Tête de puceron, vue ventrale (**Originale**)

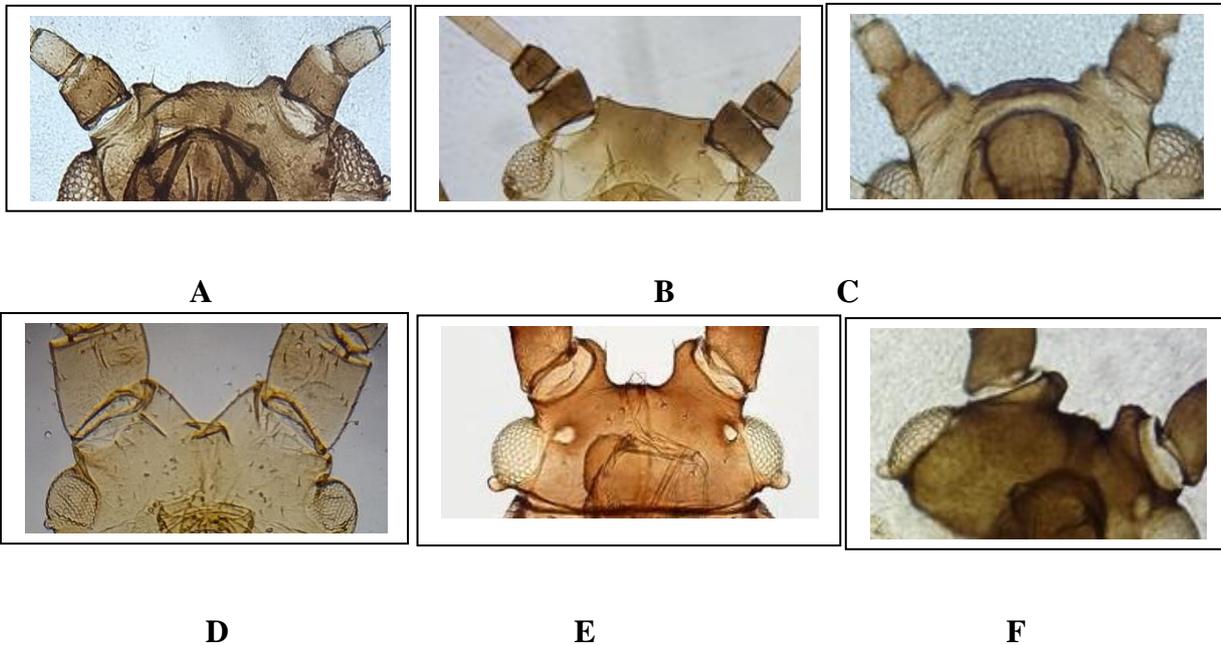


Figure4 : Différentes forme de sinus frontaux (**Sadat, 2016**).

A – Sinué avec tubercule frontal distinct (*Aphisfabae*), B – Faiblement et irrégulièrement sinué (*Aphiscitricola*), C - Bombé (ou convexe) (*Aphiscraccivora*), D - Front à bord divergent (*Macrosiphumeuphorbiae*), E - Tubercules frontaux droits (*Aulacorthumsolani*), F - Abord fortement convergent (*Myzuspersicae*)

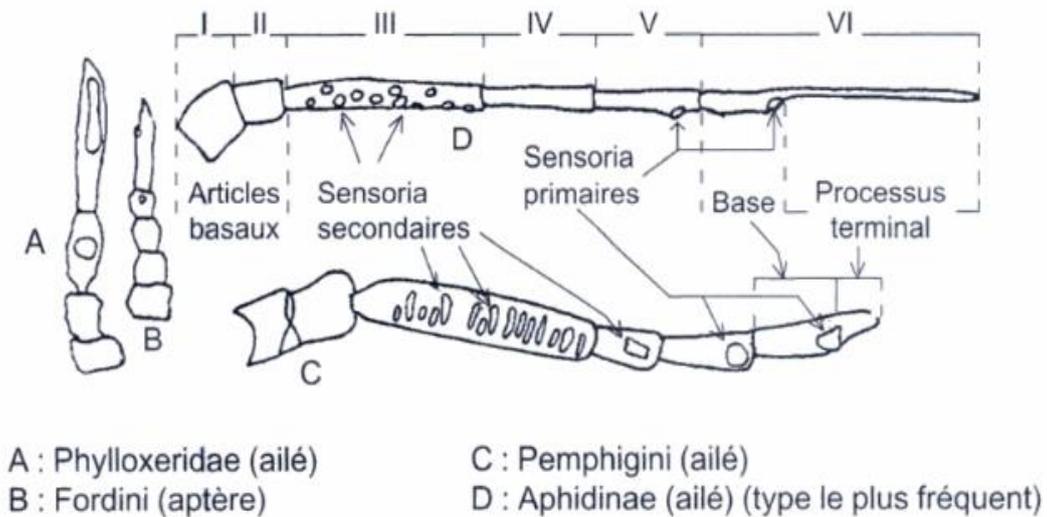
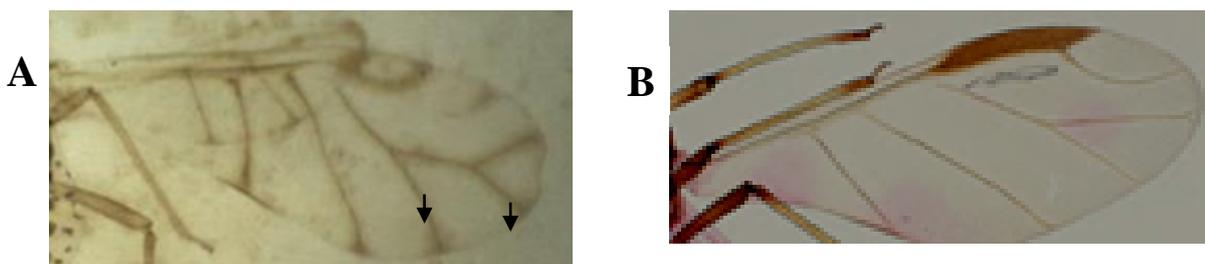


Figure 5 : Différentes forme des antennes (Leclant, 1999).

Le thorax se compose de trois parties soient le prothorax, le mésothorax et métathorax comportant 3 paires de pattes et deux paires d'ailes chez l'ailé. Chez la plupart des espèces de pucerons, des adultes ailés et aptères coexistent.

Selon **Hein et al. (2005)**, les nervures des ailes peuvent être caractéristiques chez certaines espèces; les ailes antérieures ont plusieurs veines. Ils sont tous à nervure unique, à l'exception de la nervure médiane qui est présente chez la majorité des espèces. **Godin et Boivin (2002)**, ont noté que la nervation peut être soit non ramifiée, Ramifiée une fois ou Ramifiée deux fois (Fig.5)



A – Nervation complète avec médiane bifurquée deux fois chez *Therioaphis trifolii* (Flèches) (c.1 et c : cubitales : médiane : p : pterostigma : sr :

B : Anomalie quasi constante chez *Toxoptera aurantiou Schizaphis graminum* ; médiane bifurquée une seule fois.

Figure 6 - Aile antérieure. (Original)

2.3 -Abdomen

Selon **Hulle (1999)**, l'abdomen est composé de neuf segments difficiles à distinguer. Au niveau du cinquième segment se trouve les cornicules qui excréter un liquide contenant des hormones d'alarme où hormone sexuelle. Le dernier segment porte la cauda. La forme et la pigmentation des cornicules et de la cauda ainsi que la présence des stries, bandes, plaques ou de sclérotés au niveau l'abdomen sont parmi les critères utilisés pour l'identification des espèces.

Chez les pucerons l'abdomen est brillant ou mat, parfois recouvert d'une sécrétion cireuse d'abondance variable. La forme de l'abdomen diffère d'une espèce une autre. Il est soit aplati, rond, fuselé ou allongé. Exemple *Macrosiphum euphorbiae* (forme fuselée), *Brachycaudus cardui* (forme ronde).

2.3.1 - Cornicules

D'après **Evelyne et al. (2011)**, la forme, la couleur et la longueur les cornicules (siphons ou nectaires) varie suivant les espèces. C'est des critères Largement utilisé pour identifier la morphologie adulte de différentes espèces (Fig. 6).

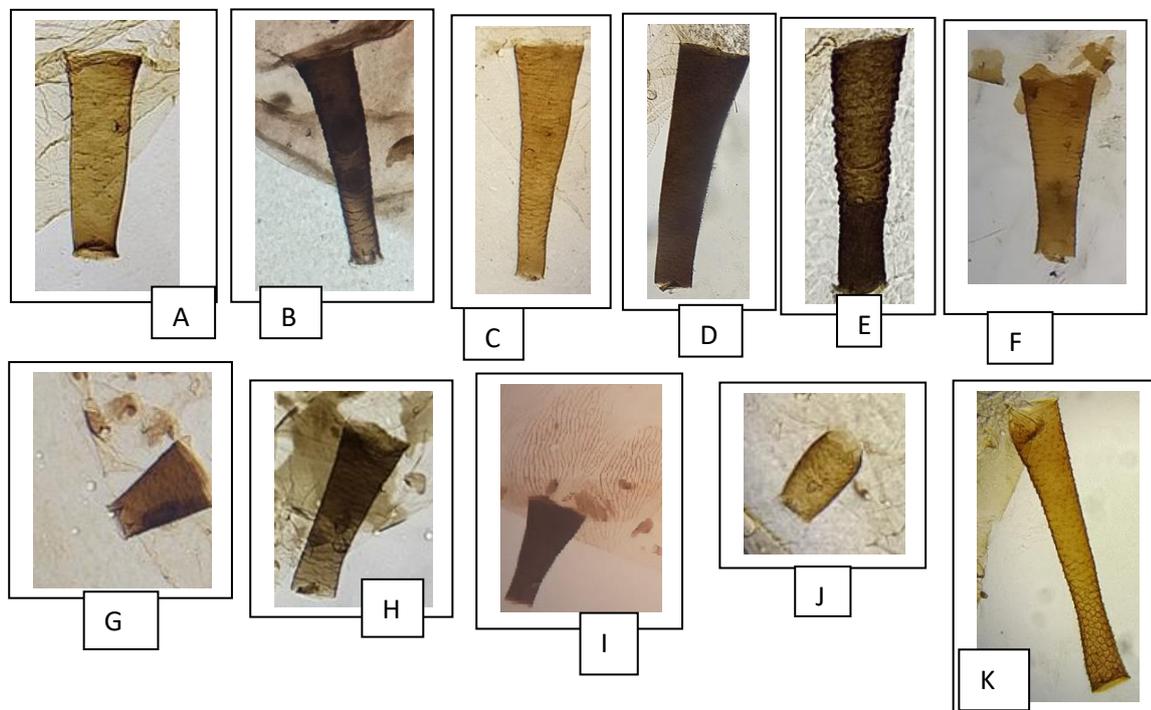


Figure 6- Différentes formes de la cornicule (**Original**)

A – *Rhopalosiphum padi*, B – *Aphis fabae*, C -*Aphis citricola*, D -*Aphis nerii*, E - *Aphis gossypii*, F– *Aphis rumici*, G - *Aphis(Protaphis Aphis) sp*, H - *Aphis(Aphis) punicae*, I – *Toxoptera aurantii*, J – *Melanaphis donacis*, K – *Sitobion avenae*.

2.3.2 – Cauda (queue)

Le Dixième et le segment abdominal final constitue la queue (cauda) son développement varie selon les espèces (**Fredon, 2008**) (Fig. 7).

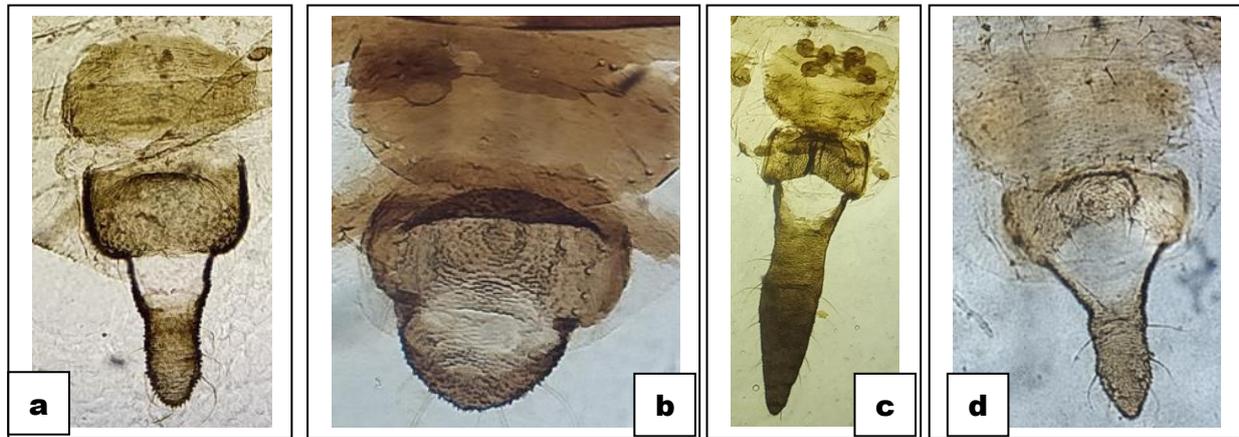


Figure 7 - Différentes formes de cauda (**Original**)

a – *Aphis fabae*, b – *Brachycaudus percicae*, c – *Ureleucon sonchi*, d – *Myzus percicae*

3 - Bio écologie des pucerons

3.1 – Développement post embryonnaire chez les pucerons

Les pucerons sont des hémimétaboles sans stade fixe entre les larves et les adultes, Leurs différents stades larvaires sont actifs, tout comme les adultes aptères. Ils ont le même mode de vie, le même régime alimentaire et provoquent le même type de dégâts. Les œufs sont petits (0,5 à 1,5 mm de long), gris ou noirs, sphériques et, selon les espèces, pondent en groupe ou individuellement (**Sutherland, 2006**).

Selon **Godinet Boivin (2002)**, les pucerons se développent en passant par quatre stades larvaires et un seul stade adulte, séparés par des mues. Les principales différences entre les 4 stades larvaires sont la taille et le développement des antennes, cornicules et de cauda. Chez le futur ailé, les contours des ailes apparaissent au 3e stade. La cauda du stade larvaire est peu ou pas différencié de l'abdomen, contrairement au stade adulte où elle est bien individualisée. C'est la norme pour identifier les adultes aptères. D'après **Leclant, 2000**, De la larve à l'adulte il faut 8 à 10 jours selon les conditions climatiques. Un adulte peut vivre 10 à 120 jours avec une moyenne de 50 à 60 jours. La femelle pond entre 40 et 60 larves (Fig. 8).

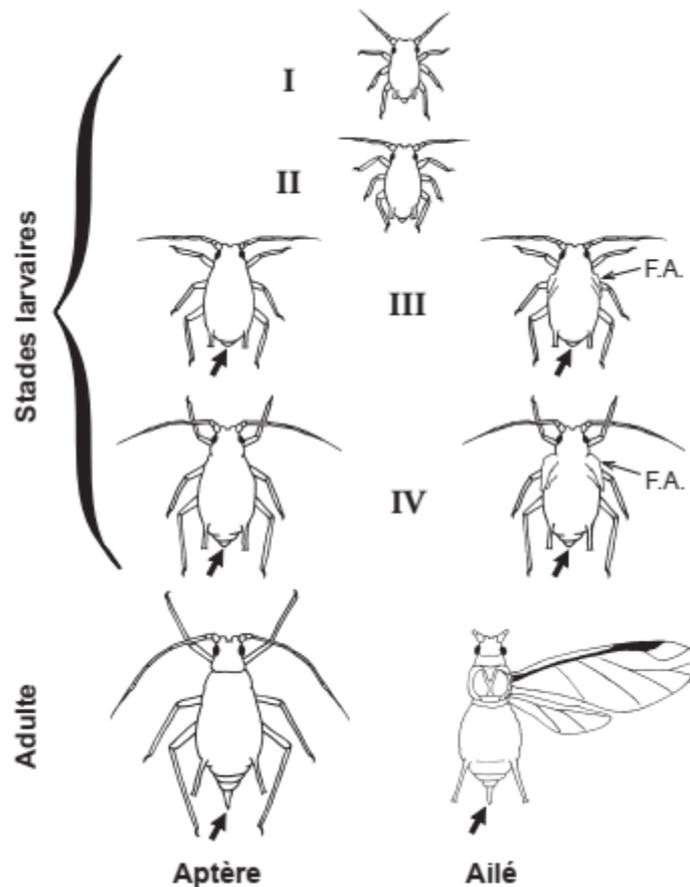


Figure 8 - Développement post embryonnaire chez les pucerons (Guy et Claude, 2000)

En général les pucerons passent par quatre stades larvaires avant de devenir des adultes aptères ou ailés. On distingue les adultes en fonction de leurs caractéristiques larvaires : la tête est large par rapport au corps, la queue est courte et arrondie plutôt qu'allongée, les antennes et les cornes sont sous-développées, et si les larves poussent des ailes, la présence de gaines alaires

3.2 - Reproduction

Selon Leclant, (2000), Les pucerons se reproduisent de deux manières par voie sexuée et asexuée ou parthénogénèse. Les femelles sexuées sont ovipares, tandis que les femelles parthénogénétiques sont vivipares, larviposant directement des larves, elles sont génétiquement identiques et capables de manger et de se déplacer immédiatement après leur naissance.

Les pucerons connaissent parfois de véritables explosions de population. Car pendant une grande partie de l'année, les temps de génération deviennent très courts en raison des modes de reproduction asexués, parthénogénétiques et vivipares. Une femelle produit par parthénogénèse c'est-à-dire sans être fécondées par des mâles, directement des femelles parthénogénétiques (Hulleetal. 1999).

3.3 - Cycle de vie des pucerons

Selon **Alain (2006)**, parmi les caractéristiques les plus frappantes des aphides est leur polymorphisme, qui est associé à leur cycle biologique souvent très complexe. Les pucerons sont des insectes à métamorphose incomplète. Les nymphes ressemblent aux adultes mais de taille moins importante et muent quatre fois avant de devenir adultes (**Anonyme, 2009**).

Le cycle biologique annuel des pucerons est complexe avec plusieurs générations qui se poursuivent généralement sur la même plante hôte. Cependant, certaines espèces sont astreintes de se reproduire sur des plantes différentes, souvent très différentes, pour compléter leur cycle. Ceux-ci incluent les individus sans ailes ou ailés. Ces derniers surgissent pour migrer, soit dans des conditions défavorables, soit pour coloniser des hôtes secondaires. S'engager dans la reproduction sexuée, qui se caractérise par trois phases de développement soient l'œuf, la nymphe et 'adulte, ou parthénogenèse, c'est-à-dire la reproduction sans que les femelles soient fécondées par des mâles. Les femelles parthénogénétiques ne pondent généralement pas d'œufs, Mais donnent naissance à des larves (Fig. 9).

Les pucerons hivernent sous forme d'individus sexués qui pondent des œufs fécondés à l'automne (**Grasse et al, 1970**)

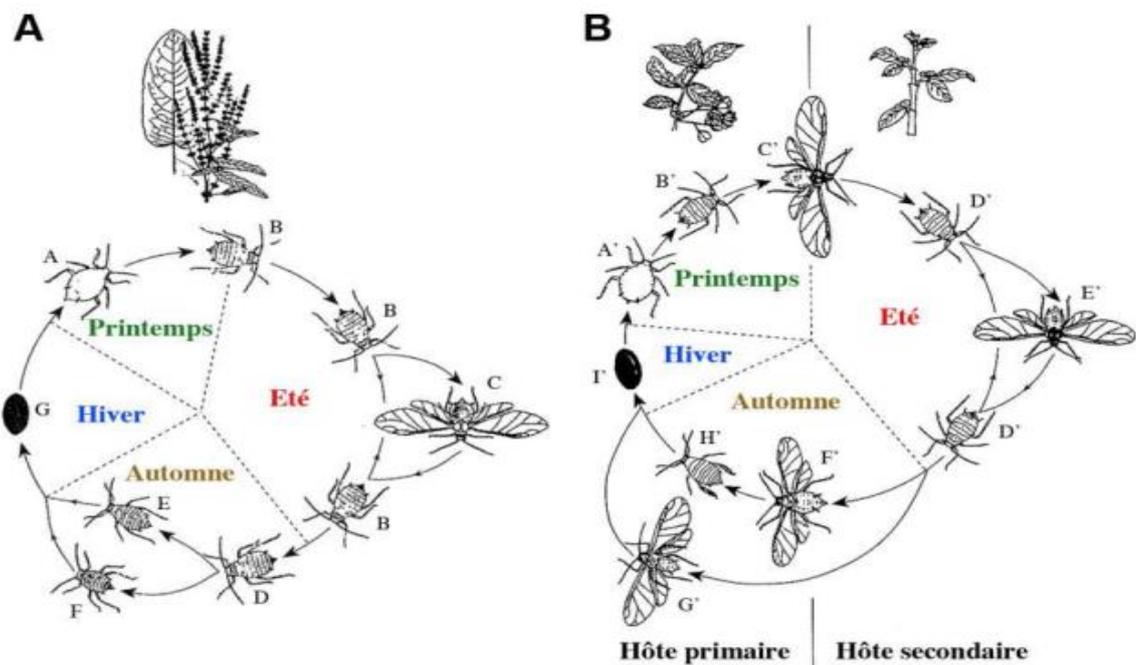


Figure 9 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons(**Rabatel, 2011**)

Cycle monoïque du *Aphisrumicis*

Cycle dioïque du *Aphisfabae*

(A) femelle fondatrice, (B) forme parthénogénétique sans ailes, (C) forme parthénogénétique avec ailes, (D) femelle sexuelle, (E) femelle sexuelle, (F) mâle, (G) œuf.

(A') femelle fondatrice, (B') fondatrice, (C') forme ailée d'immigrant printanier, (D) forme parthénogénétique aptère, (E') (forme ailée parthénogénétique, (F') forme féminine immigrante d'automne, (G') femelle sexuée, (H') mâle et (I') œufs d'hiver)

4 -Alimentions

Les pucerons possèdent un appareil buccal de type piqueur-suceur formé par un stylet perforé, long et flexible, qui glisse sur un rostre, que le puceron utilise pour percer la paroi végétale et atteindre le faisceau de tubes tamis, où il prélève sa sève élaborée, lorsqu'il pique la plante et pousse sur son stylet, le puceron expulse de la salive qui durcit et forme une gaine à l'intérieur de laquelle il peut manipuler son stylet (**Hulle *et al*, 1998**) (Fig.10).

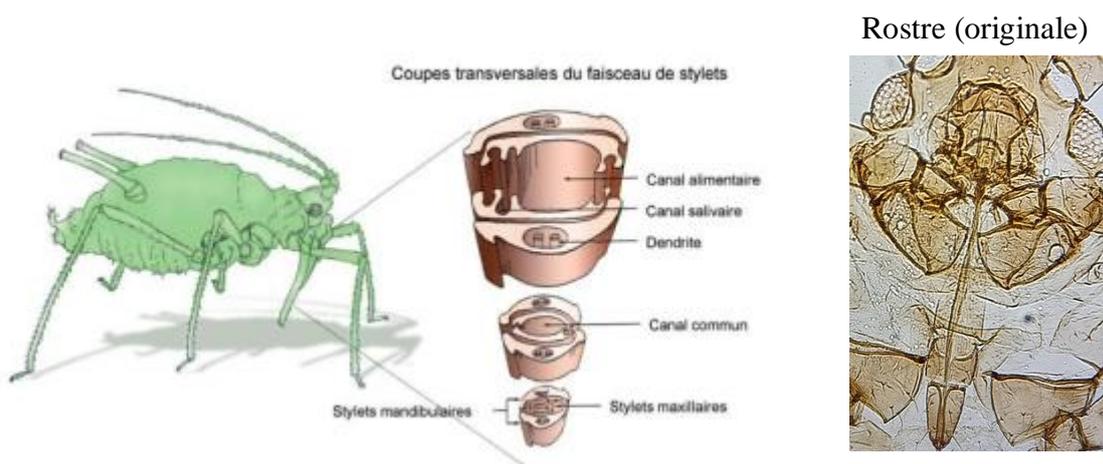


Figure 10 : Détail des pièces buccales des pucerons (**Rabatel, 2011**).

5 - Dégât provoqués par les pucerons

5.1 - Dégâts directs

Causé par des blessures causées par les pucerons absorbant la sève du phloème et la détournant vers leurs propres intérêts et leur salive (**Dedryver, 2010**)

- **Dégâts dû aux prélèvements de la sève phloémienne**

Les aphides sont des insectes piqueurs-suceurs qui s'alimentent en ingérant la sève de leurs plantes hôtes. Les plantes attaquées s'affaiblissent, poussent mal, se flétrissent et peuvent éventuellement se dessécher complètement. Les dommages se manifestent par un ralentissement de la croissance, une mauvaise formation des graines ou une réduction de leurs nombre. Les

dommages dépendront du nombre de pucerons et de la durée de leur présence sur la plante et du degré de sensibilité de la plante aux aphides (**Blackman et Eastop, 1994**)

- **Dégâts dû à la salive**

Selon **Cherquie Tjallingii (2000)**, la salive des pucerons a un effet irritant et toxique : les plantes réagissent souvent de manière spécifique aux piqûres de nourriture et à la présence de salive. Cela pourrait être un problème avec les feuilles déformées qui sont pliées, enroulées, boursoufflées, décolorées ou non. Desfois cela provoque le rabougrissement des jeunes pousses et leur torsion, avortement des fleurs et chute des feuilles. Enfin des chancre apparaissent sur les rameaux ou sur les racines, des galles se forment sur les feuilles ou sur les tiges

5.2. Dégâts indirects

Liés à l'action des pucerons sur la surface de la plante et leur rôle dans la transmission de virus

- **Miellat et fumagine**

Le miellat est un terme général utilisé pour définir la décharge métabolique des insectes de l'ordre des homoptères, déposée sur les feuilles et sous les pieds des plantes hôtes. Beaucoup de pucerons produisent régulièrement des gouttes de miellat de 0,05 à 0,1 µl (**Yao et al, 2001**). La quantité de miellat varie selon l'espèce de puceron (**Fisher et al, 2001**), qui peut dépasser 100 fois le poids du puceron par heure (**Hölldobler et al, 1990**). Minéraux, vitamines, lipides et acides organiques (**Way, 1963 ; Buckley, 1987a ; 1987b**). La forte concentration de sucre dans le miellat favorise la croissance de micro-organismes, en particulier les champignons saprophytes tels que *Cladospora*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*, qui produisent la fumagine (**Reynolds, 1976 ; Schouties, 1980**). La fumagine forme des dépôts noirs à la face supérieure des plantes hôtes, entraînant des stomates fermés, une photosynthèse réduite et même l'étouffement des plantes victimes. (**Rossing., 1991**)

- **Transmission de virus**

En se déplaçant d'une plante à l'autre, les pucerons créent un contact indirect entre plantes éloignées et immobiles (**Brault et al, 2010**). Selon **Willet Vilcinskis (2015)**, les pucerons sont des vecteurs de virus phytopathogènes. Ils sont capables de transmettre 28 % de tous les virus végétaux transmis par les insectes.

Les virus localisés dans le phloème ou le parenchyme peuvent provoquer des perturbations physiologiques, comme l'affaiblissement voire la mort de la plante, ainsi que la déformation du fruit, le rendant invendable (**Dedryver et al. 2010**).

Plusieurs modes de transmission du virus sont définis : non persistant, persistant et semi-persistant selon que le virus est circulant ou acyclique chez les pucerons. Les virus acycliques se fixent sur le stylet du puceron vecteur, puis se détachent et inoculent la plante sans circuler au sein du puceron. Les virus ont été acquis lors de la piqûre d'essai, et il ne faut que quelques secondes à une minute pour que les pucerons acquièrent le virus. Ce mode de transmission dans lequel le virus ne persiste pas longtemps dans le puceron est appelé transmission non persistante (**Nault, 1997**). Il existe également un mode de transfert semi-persistant. Dans ce cas, le virus se localise dans les conduits du phloème, puis les pucerons doivent mordre plus profondément pour les atteindre. Ce type de morsure correspond à une phase d'alimentation plus longue que la phase de morsure d'essai (**Nault, 1997; Fereres et Collar, 2001**).

Les virus circulants exécutent des cycles complexes au sein du puceron. Ils sont acquis au cours de la phase à long terme d'absorption de la sève du développement au niveau du phloème. Ils parcourent les systèmes digestif et salivaire du puceron vecteur avant de les infuser dans de nouvelles plantes (**Nget Perry, 2004**). Dans le cas des virus circulants, les pucerons conservent leur pouvoir infectieux pendant de longues périodes, même après la mue (**Reavy et Mayo, 2002; Gray et Gildow, 2003**) (**Fig. 11**).

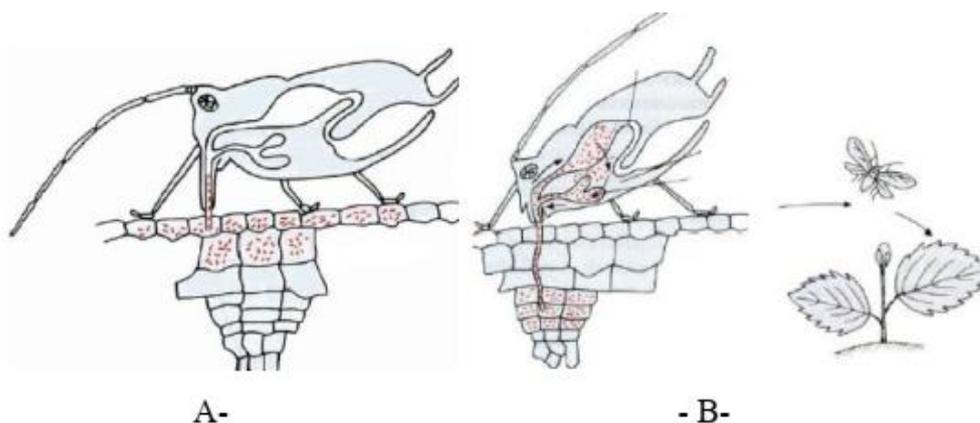


Figure 11 : Modes de transmissions des virus, A: virus non persistants. B: virus persistants (**Albouy et Devergne, 1998**)

6 - La lutte contre les aphides

Le nombre de populations d'aphides sur les cultures varie fortement d'une espèce à une autre et très rapidement au sein des cultures. Cela dépend bien sûr de la capacité de reproduction spécifique des différentes espèces et des facteurs externes liés à l'environnement physique et biologique. Ces facteurs sont très nombreux, ce qui explique la variance rencontrée lors de la modélisation de leurs effets sur l'évolution des populations des aphides (**Hulleetal. 1999**).

6.1 - Lutte préventive

Selon **Lambert (2005)**, cette méthode implique une inspection minutieuse de tout nouvel arrivant, ainsi que des pratiques culturales et un entretien cultural, comme l'enfouissement des plantes qui ont reçu des œufs de l'hiver, et la destruction des plantes spontanées par désherbage ou désherbage, ce qui s'est avéré très important pour le maintien des populations au fur et à mesure qu'elles terminent leur cycle en hébergeant des plantes secondaires.

Selon **Hulle et al, (2011)**, le report de la date de plantation des céréales d'hiver après la principale phase de dispersion automnale a considérablement réduit l'infestation par les pucerons et donc l'intensité de la maladie.

6.2 - Lutte curative

- **Lutte chimique**

Afin de réduire les infestations de ravageurs, l'utilisation d'insecticides reste le moyen le plus courant et le plus efficace (**Ferrero, 2009**). La pulvérisation des parcelles avec des insecticides organophosphorés et des pyréthroïdes peut causer des problèmes à long terme en raison du développement de pucerons résistants et de la dégradation du biome (**Ferrero, 2009**). De plus, certaines substances naturelles agissent comme des biopesticides, comme l'endotoxine Cry qui est un insecticide produit par *Bacillusthuringiensis* (Bt), mais moins efficace contre les pucerons (**Chouguleetal, 2013**). En revanche, l'efficacité aphidicide de certaines neurotoxines de scorpion et d'araignée a été démontrée dans la lutte contre les pucerons (**Chougule et Bonning, 2012**).

- **Lutte biotechnique**

Cette méthode de lutte est basée sur le comportement et l'attraction de certains insectes par différents attractifs visuels (couleurs) ou olfactifs (aliments et phéromones), ces attractifs peuvent être utilisés pour les piégeages de masse, (**Ryckewaert et Fabre, 2001**).

- **Lutte intégrée**

La lutte intégrée est définie comme étant la « conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance ». Parmi eux : lutte variétale, lutte biologique.

- **La lutte biologique**

La définition officielle de la lutte biologique est la lutte par l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dommages causés par les ravageurs (**Hulle et al, 2011**). Concernant l'utilisation d'ennemis naturels des cultures ou d'adjuvants pour réduire les populations de pucerons à des seuils économiquement tolérables (**Sullivan, 2005**).

D'après **Hulle et al. (2012)**, Les aphides ont de nombreux ennemis naturels tels que les coccinelles et les syrphes (prédateurs), guêpes parasites et champignons entomopathogènes

Selon **Turpeau et al (2010)**, les antagonistes naturels qui limitent les populations de pucerons sont essentiellement les insectes. Arachnida peut également jouer un rôle important.

Une distinction classique, chez les entomophages :

- ✓ **les prédateurs** ont besoin de plusieurs proies pour boucler leur cycle,
- ✓ **les pathogènes** (champignons, bactéries, virus, etc.) agents de maladie
- ✓ **Les parasitoïdes** se développent généralement sur un seul hôte, souvent à celui-ci, et le tuent une fois leur développement larvaire achevé.

- **Lutte variétale**

Le contrôle variétal comprend l'utilisation de variétés végétales résistantes ou tolérantes aux pucerons (**Hulle et al, 2011**). La réaction des plantes aux insectes comme un mécanisme de résistance se divise en trois types : la résistance dans laquelle les plantes est rejetée ou évitée par les insectes, les plantes antimicrobiennes qui réduisent le potentiel de reproduction des insectes et la tolérance dans laquelle les plantes ne possèdent pas. Les insectes qui s'y nourrissent et s'y reproduisent sont peu ou pas touchés (**Dedryver, 2010**)

II - Généralités sur les parasitoïdes

Généralités sur les parasitoïdes

D'après **Suty, (2010)**, D'une manière générale un parasitoïde est un organisme parasite qui se développe sur ou dans un autre organisme appelé hôte, mais tue nécessairement l'hôte pendant ou

en fin de son développement, les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, champignons, protistes, bactéries et virus, mais surtout des insectes

Les espèces utilisées pour la lutte biologique contre les ravageurs sont généralement les guêpes ou les schizoïdes de l'ordre des Hyménoptères et des Diptères, mais d'autres groupes d'Hyménoptères, de Diptères et de coléoptères sont également utilisés dans une moindre mesure. (Corderre et Vincent, 1992).

1 - Descriptions du parasitoïdes

Les ennemis naturels des pucerons peuvent être divisés en deux catégories **les parasitoïdes** et **les prédateurs**. L'une consiste à pondre des œufs dans les pucerons, où les larves se développent, et l'autre consiste à chasser les pucerons pour se nourrir. La guêpe parasite générale est une guêpe noire de quelques millimètres de long (2,5 à 5 mm). La femelle pond des œufs à l'intérieur du puceron, et le puceron parasite est appelé une momie. Habituellement l'activité de la femelle et le pond des œufs s'effectuent aux printemps. L'émergence de l'adulte aura lieu durant 4 à 21 jours (Anonyme, 2006).



Figure 12: Puceron parasité(Momie) (Ronzon, 2006).

2 - Mode de vie du parasitoïdes

Selon Stary et al, (1973), L'individu parasite tue l'hôte au cours du développement. Le seul stade immature est le parasitisme, où les adultes vivent une vie libre et ne changent pas d'hôtes au cours du développement. Il est de taille relativement grande par rapport à son hôte, appartient généralement à la même classe taxonomique et se comporte plus comme un prédateur que comme un véritable parasite (Doutt, 1959). Il existe deux principaux types de parasitoïdes :

- **Endoparasites:** La femelle pond un ou plusieurs œufs à l'intérieur de l'hôte. Les œufs éclosent et se nourrissent de larves hémolymphatiques et/ou de tissus hôtes. Les adultes ont un mode de vie libre. Dans la plupart des cas, les guêpes parasites et leurs hôtes sont des insectes
- **Ectoparasite :** La femelle pond un ou plusieurs œufs sur l'hôte. Les œufs éclosent et les larves se nourrissent en enfouissant leur tête dans les tissus de l'hôte. Dans certains cas, les larves d'ectoparasites deviennent des endoparasites en pénétrant dans l'hôte. Les œufs peuvent également être pondus dans l'environnement de l'hôte. Les œufs éclosent et les larves libres qu'il produit recherchent activement des hôtes (**Ubeda, 2005**).

L'utilisation du parasitoïde dans le contexte de la lutte contre les pucerons et de la lutte biologique peut être définie comme la mise en œuvre d'organismes vivants ou de leurs sous-produits pour empêcher ou minimiser les pertes et la destruction provoquées par les organismes nuisibles sur la production végétale. (**Lydie, 2010**). Donc le rôle des parasitoïdes est la réduction des populations de pucerons.

3 - Cycle biologique d'un parasite

Les Hyménoptères parasites mettent ses œufs dans le corps du puceron. La larve se développe à l'intérieur, plus rarement à l'extérieur. Le puceron parasité prend alors à l'aspect gonflé caractéristique que l'on appelle momie. De par sa couleur jaunâtre ou noir, il est facilement repérable au sein de la colonie, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (**Reboulet, 1999**).

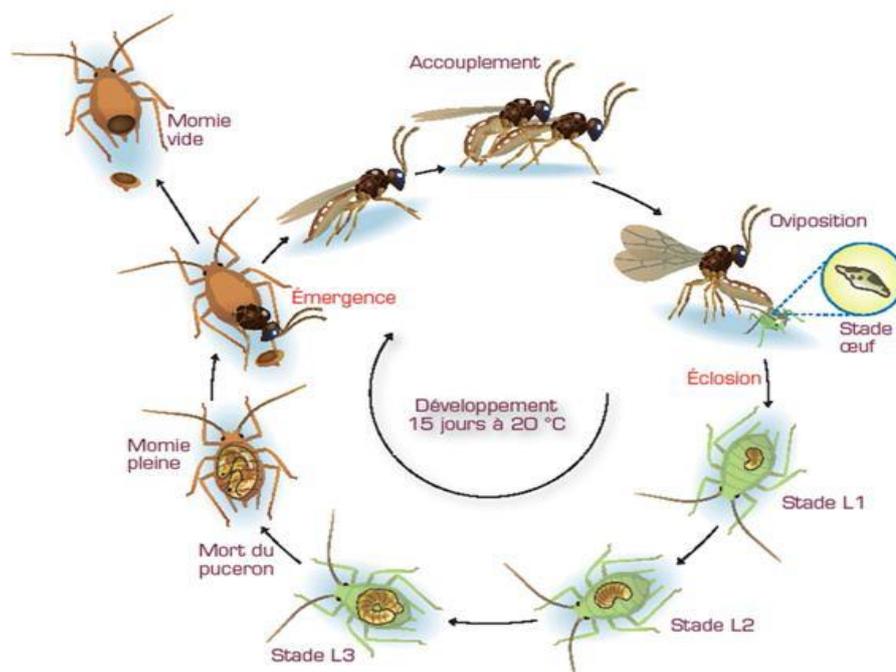


Figure 13 - Cycle biologique d'un Hyménoptères parasitoïdes (**Hulle et al. 2011**).

III - Interaction (puceron- parasitoïdes-plante)

Les environnements des écosystèmes sont complexes et multiformes et sont le théâtre d'innombrables interactions entre les espèces qui occupent différents niveaux de la chaîne alimentaire. Ces interactions incluent la prédation, le parasitisme, le mutualisme et la symbiose, qui sont tous façonnés et affinés au fil du temps par la sélection naturelle.

Dans l'environnement, les relations tri trophiques plantes-insectes/parasitoïdes prédateurs phytophages reposent sur trois niveaux trophique set sont gérés par un grand nombre de stimuli chimiques impliquant :

- Le premier niveau trophique représenté par les plantes-hôtes: métabolites secondaires, terpènes, etc. (**Flint et al. 1979 ; Turlings et al. 1990 ; 1992 ; De Moraes et al. 2001**),
- Le deuxième niveau trophique qui sont les ravageurs: phéromones d'agrégation, sexuelles et d'alarme, produits sécrétés et excrétés, etc. (**Kennedy, 1984 ; Nordlund et al. 1985 ; Symondson et al. 2002**),
- Le troisième niveau trophique exemple des insectes auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs).

Selon **Nordlund et al. (1976)**, les molécules sémio chimiques ou molécules naturelles relatives à ces trois niveaux trophiques et mêlées dans la communication entre individus sont libérés dans l'environnement et assimilés par les ravageurs et les insectes auxiliaires. Parmi les substances sémio chimiques, on distingue deux groupes : les phéromones et les substances allélochimiques.

Les organismes auxiliaires sont capables de localiser des sources de nourriture, des hôtes ou des proies grâce à l'utilisation de molécules sémio chimiques (Nordlund et al. 1976 ; Tumlinson et al. 1992 ; Vet et al. 1992 ; Ahmad et al. 2004). Au niveau tri trophique, ces odeurs peuvent susciter diverses réponses, notamment l'attraction, la répulsion, l'arrêt ou la stimulation de certains comportements. Des recherches ont révélé que les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux molécules sémio chimiques libérées non seulement par les ravageurs mais aussi par les plantes attaquées. Par exemple, le syrphe aphidiphage *Metasyrphus corollae* (Fabricus) (Diptera : Syrphidae) est attiré par le tricosane qui est une kairomone émise par le puceron noir de la fève, *Aphis fabae* (Scopoli) (Homoptera : Aphididae) (**Shonouda et al. 1998a ; 1998b**). Les molécules chimiques libérées par la plante lorsque elle est attaquée par le puceron *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae) attire la coccinelle *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville) (Coleoptera : Coccinellidae) (**Hamilton et al. 1999**).

Les organismes auxiliaires sont aussi entraînés par des kairomones peu volatiles et émises par leurs proies ou hôtes sur la plante. Il s'agit soit de sécrétions glandulaires et cuticulaires ou de rejets métaboliques (**Steidle et al. 2002 ; 2003**). Dans le même contexte, les pucerons excrètent par le système digestif le miellat qui est une substance épaisse et collante: en prélevant la sève phloémienne de leurs plantes-hôtes. La quantité de miellat sécrétée chaque heure peut représenter plus de 100 fois le poids du puceron (**Hölldobler et al. 1990**). Ce composé selon **Wäckers (2000)**, est riche en sucres et en acides aminés. Il joue un rôle crucial dans les relations tri-trophiques. En effet, cette substance est considérée comme un complément nutritionnel fondamental (sucres, acides aminés, etc.) pour les insectes auxiliaires (**Hagen, 1962 ; Hagen et al. 1971 ; Hogervorst et al. 2007**) et aussi comme kairomone volatile et/ou de contact utilisée spécifiquement par les prédateurs et les parasitoïdes afin de localiser leurs proies ou hôtes (**Bouchard et al. 1984 ; 1985 ; Budenberg, 1990 ; Budenberg et al. 1992a ; McEwen et al. 1993 ; Du et al. 1997 ; Evans et al. 1997 ; Scholz et al. 2000 ; Petersen et al. 2002 ; Buitenhuis et al. 2004**).

Les interactions entre les aphides et les parasitoïdes affectent le comportement de ponte de ces derniers ainsi que l'utilisation des populations hôtes, le comportement reproducteur et les signaux chimiques utilisés. Les aphides ont également un comportement de type social, ce qui les rend particulièrement capables de se protéger des parasites, ainsi qu'un comportement de dispersion dépendant de la densité. Le changement climatique a un impact majeur sur la répartition des espèces.

Chapitre II

PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Chapitre II : présentation de la région de Bouira

Dans ce chapitre nous avons collecté des données sur la zone de Bouira, y compris la situation géographique, facteurs abiotiques (édaphiques et climatique), Synthèse climatique de la zone, représentée par un diagramme Ombrothermique Bagnoul et Gaussen et Climagramme d'Emberger, et les Facteurs biotiques.

1. Situation géographique

La wilaya de Bouira, située dans la région Nord-Centre à environ 120 km au Sud-Est d'Alger (longitude : 03° 53' E ; latitude 36° 23' N), s'étend sur 445 626 hectares, représentant 1,8% du territoire national. Ses frontières incluent les wilayas de Boumerdes et Tizi-Ouzou au nord, Bordj Bou-Arredidj au Sud-Est, Bejaia à l'Est, M'Sila au Sud-Ouest, et les wilayas de Blida et Médéa à l'Ouest.

La wilaya de Bouira consacre 38% de son territoire, soit plus de 169 272 hectares, à des activités agricoles diverses. Les forêts et le reboisement occupent 37%, les cultures céréalières 26%, et les zones de parcours 19%. Cette diversité reflète une économie agricole équilibrée, favorisant la conservation de la biodiversité et répondant aux besoins locaux en élevage et subsistance. (DSA, 2018).



Figure 14: Carte géographique de la wilaya de Bouira
(Googleearth)

2. Facteurs abiotiques de la région de Bouira

2.1. Facteurs édaphiques de la région de Bouira

La région de Bouira se distingue par la présence de sols iso-humiques, bruns, reposant sur des alluvions. Ces sols sont profonds, avec une texture argileuse, et bénéficient d'un pédo-climat frais pendant la saison pluviale. (DSA, 2016)

2.2. Facteurs climatiques de la région de Bouira

2.2.1. Précipitation

Les tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active constitué de e 70 % à 90% d'eau, La pluviométrie est un facteur écologique fondamental dans la répartition des écosystèmes terrestres.

La pluviométrie représente la somme totale des précipitations, englobant la pluie, la grêle et la neige. Ces précipitations sont principalement concentrées au cours de la période froide ou relativement froide. La répartition des précipitations dans le climat méditerranéen est très inégale, surtout en été lorsque l'air est le plus évaporait, avec très peu de précipitations.

Dans ce cas de BouiraLa pluviométrie varie d'une année à l'autre, Les données des précipitations de la région de Bouira de l'année 2022 sont portées dans le tableau n°01 suivant **Tableau n°01: Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de Bouira de l'année 2022.**

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr	May	Juin	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc.
P (mm)	90	80	65	53	50	10	2	7	30	51	102	98

(METEOBLUE, 2023).

La moyenne annuelle des précipitations s'élève à 638 mm, avec les mois de novembre, décembre et janvier enregistrant les niveaux les plus élevés. En revanche, les mois de juillet et août présentent les niveaux de précipitations les plus bas. Selon le tableau, novembre est le mois le plus humide avec 102 mm, tandis que juillet est le mois le plus sec.

2.2.2. Températures

Il représente le facteur climatique primordial, à examiner en premier en raison de son influence écologique majeure sur les êtres vivants (Dreux, 1980). Il joue un rôle essentiel dans la croissance, la reproduction et la répartition géographique des espèces.

A la fin de journée des moyenne des températures ont été mesurées pour détermine :

-la moyenne des « minima » du mois le plus froid(m) c'est la température la plus basse mesurée

-La moyenne des « maxima » du mois le plus chaud (M) ; c'est la température la plus élevée mesurée, (Mahdadet Selka, 2009).

Tableau n°02: Variation moyenne mensuelle des températures (°C) de la région de Bouira en 2022

MOIS	JAN	Fév.	Mars	avril	May	juin	jul	aout	sep	oct	nov	déc.
T°moy (°C)	11	11	14	15	23	28	30	29	28	23	16	13

(La Station Météorologique de Bouira, 2023).

À la suite de l'analyse de ce tableau, on constate que les températures les plus basses ont été enregistrées en janvier et février (11°C), tandis que la température maximale a été observée en juillet (30°C).

2.2.3. Vent

C'est un facteur écologique limitant influence sur l'écosystème(Faurieet al, 1980), Il exerce une influence indirecte sur la température et la vitesse d'évaporation, ce qui impacte significativement l'activité des insectes. (Dajoz, 1994).

Tableau n°3: Vitesse de vent moyen mensuel en (Km/h) de l'année 2022 de la région de Bouira.

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Jul	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc.
V (km/h)	11	11.2	13	13	13	14	13.5	13.5	13.8	13	13	13

(METEOBLUE, 2023).

Par l'observation de tableau on remarque qu'En juin, la vitesse maximale du vent a été enregistrée à 14 km/h, tandis qu'au mois de janvier, la vitesse minimale a été notée à 11 km/h.

2.2.4. Humidité

Cet élément revêt une importance cruciale dans le cycle agronomique, en régulant l'évaporation du sol et la croissance de la couverture végétale. Il reflète également le degré de saturation de la vapeur d'eau dans l'environnement. **(Boudouaia, 2015)**.

Tableau n°4 : Humidité relative moyennes mensuelles (%) de la région de Bouira en 2022

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Jul	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc.
Humidité (%)	80	65	80	72	70	55	40	45	70	65	75	71

(METEOBLUE, 2023)

Le mois de juillet affiche la valeur la plus basse de l'humidité moyenne mensuelle minimale, enregistrant 40%, tandis que les mois de janvier et mars enregistrent l'humidité maximale à 80%.

3- Synthèse climatique

3.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN

Le **Bagnoulet Gaussen (1953)** est un graphique qui offre une représentation visuelle permettant de délimiter les périodes sèches et humides de l'année. Il sert également à comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations.

Par la formule suivant $P=2T$ P : précipitation en mm du mois T° : température en C° du même mois, en ordonnée au droit les précipitations mensuelles moyennes exprimées en (mm) et à gauche les températures moyennes exprimées en C°

La figure n°9 représente le diagramme Ombrothermique de la région de Bouira pour l'année 2022.

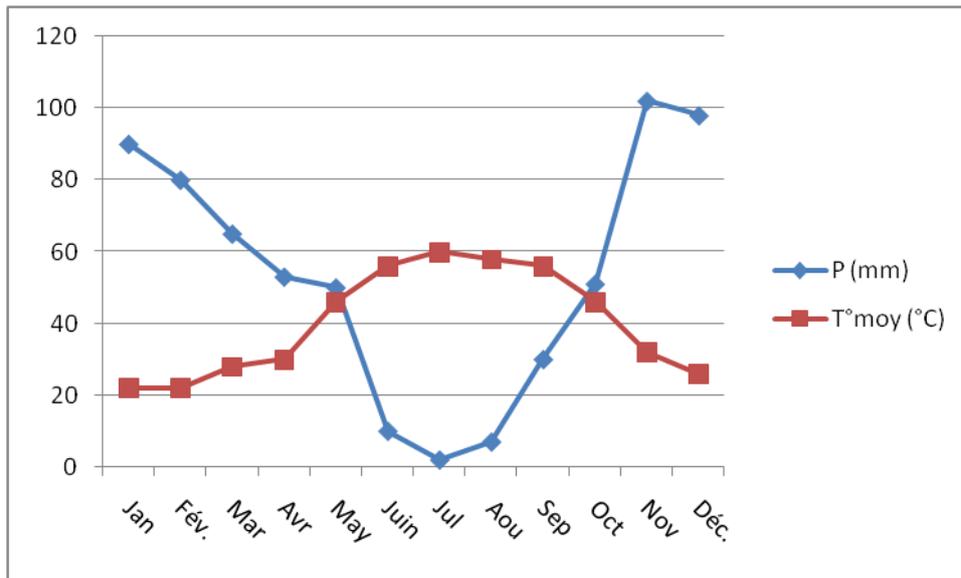


Figure 15 - Diagramme Ombrothermique de Bouira en 2022

Le diagramme Ombrothermique de la région de Bouira en 2022 indique la présence de trois périodes bien définies. La première, qui dure 5 mois de janvier à mai, est caractérisée par des conditions humides. La seconde, qui s'étend sur environ quatre mois de fin mai à fin septembre, est marquée par une période sèche et une troisième humide et va d'octobre à décembre.

3.2. Climagramme d'Emberger

Conformément à **Emberger (1971)**, ce quotient confirme le caractère aride d'une région et, de manière générale, exprime l'utilité résultante du climat pour la végétation. Ce rapport pluviométrique est d'autant plus faible que la région est plus sèche, et il se calcule selon la formule suivante :

$$Q_2 = 2000P / (M + m) (M - m)$$

Stewart (1969) apporte un changement et simplifie la formule précédente avec un nouvel indice qui est le suivant :

$$Q_2 = 3,34P / (M - m)$$

m : moyenne minimal de mois le plus froid (°C)

M : moyenne maximal de mois le plus chaud (°C)

P : pluviométrie annuelle moyenne (mm)

Le tableau n°4 représente la valeur du Q2 de la wilaya de Bouira à partir de la station de Bouira.

Tableaux 5: Température moyenne minimale, Précipitation et Quotient pluviométrique de la Station de Bouira pour la période (1946-2012).

Etage bioclimatique et variante thermique	m (°C)	M (°C)	P (mm)	Q2	Station
Variante de T°	1,9	36	634	63,77	Bouira

Source : (DSA, 2010)

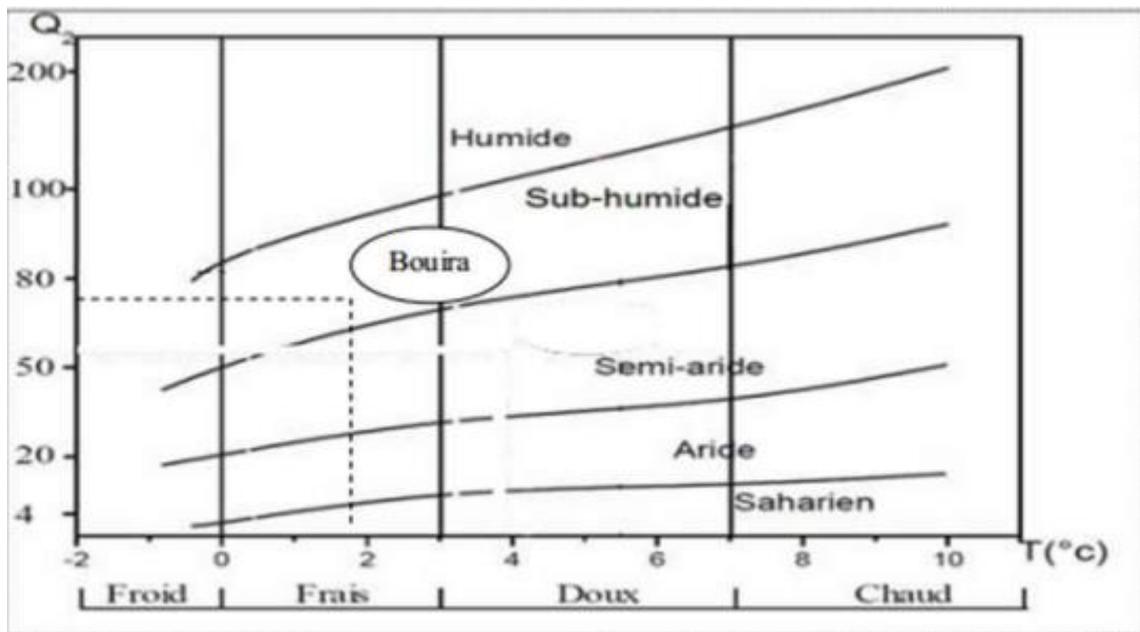


Figure 16 –Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Bouira (1946-2012)

Ce Climagramme est une combinaison entre le quotient thermique de la pluie (Q) et la température Minimum mensuel moyen le plus froid (m). D'après nos données, notre Climagramme région est une combinaison entre le **Q2** de Bouira (1946-2012) égal à 63,77 et la valeur m correspondant à 1,9°C. Sur la base de ces résultats et cette année, Bouira se classe Au stade bioclimatique subhumide à hiver frais.

4. Facteurs biotiques de la région d'étude

4.1. Faune et flore de la région de Bouira

La végétation dans la région de Bouira est caractérisée par des prairies au sud du Djebel Dirah, accompagnées de chêne-liège et de cèdres, en particulier près de la Thigounatine (Boettgenbach, 1993 ; Sayah, 1996). Selon Boettgenbach (1993), le chêne-liège prédomine dans

des localités telles qu'Ait Laaziz, Aomar, Begasse, Bouzegza Malla, Guerrouma, Serou, Ksanna, El-Ksar, et Bordj-Okhriss

Les zones céréalières et fruitières se situent plutôt dans la plaine d'Arribs à l'ouest, la région de Bouira au centre et au sud-est vers Sour-El-Ghozlane et Oued Djenane. Les oliveraies occupent tous les hauts plateaux du nord, notamment ceux de M'Chedallah (**Boettgenbach, 1993**). Il convient de rappeler que les zones des deux vallées fluviales, Lekhel et Dhous, présentent des caractéristiques favorables qui favorisent le butinage et l'établissement ultérieur de colonies par les aigrettes garde-boeufs.

4.2. Données bibliographiques sur la faune de Bouira

Hammache (1986) mentionne *Mantisreligiosa*, *Lissoblemmussp*, *Vespa germanica* etc. parmi la faune d'insectes de l'olivier....

Sayah (1996) a recensé 5 individué de gastéropodes, 10 d'arachnides, 7 de crustacés et 250 espèces d'insectes. **Bendifallah (2011)** La zone est notée pour abriter des espèces endémiques protégées, notamment le Singe magot, la Sittelle kabyle, l'Hyène et divers rapaces.

Il est noté que la chouette chevêche *Athenenoctua* (**Hammache, 1986**) a été retrouvée dans la zone agricole de Bouira, **Mouhoub et Doumandji (2003)** ont également signalé la présence du hérisson algérien *Atelerixalgius* et sa proie la fourmi moissonneuse *Messorbarbara*.

4.3. Agriculture dans la Wilaya de Bouira

L'agriculture et la foresterie sont toujours présentes dans la wilaya de Bouira. Superficie agricole par

- Les vallées de l'ouest et sahel Dhous, Oued Issir
- La plaine des arribes
- Plateau de Bouira El Asnam – El Hachimia

La zone en question est dédiée à la céréaliculture, à l'arboriculture fruitière et aux cultures fourragères. Dans la zone montagneuse escarpée, on observe une combinaison d'arboriculture rustique, de culture céréalière et d'élevage familial.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériels Et Méthodes**1. Choix De Site De Prospection**

Entre février et juin 2023, une étude a été menée dans des environnements naturels et cultivés, couvrant diverses localités des communes de Bouira. Des échantillons de branches, de feuilles, d'inflorescences et de jeunes pousses, issus de différentes plantes et appartenant à toutes les couches végétales, ont été prélevés. Ces échantillons présentaient des infestations de pucerons, qu'ils soient vivants, momifiés ou qu'ils montrent des signes de parasitisme.

2. Matériels Utilise**2.1. Matériels Biologique****2.1.1. Matériel Végétal**

Le matériel végétal utilisé lors des échantillonnages comprenait des rameaux et des feuilles provenant de plantes fruitières cultivées, ainsi que des mauvaises herbes.



Figure 17 : *Citrus limon* (original)



Figure 18: *Prunus persica*(original)

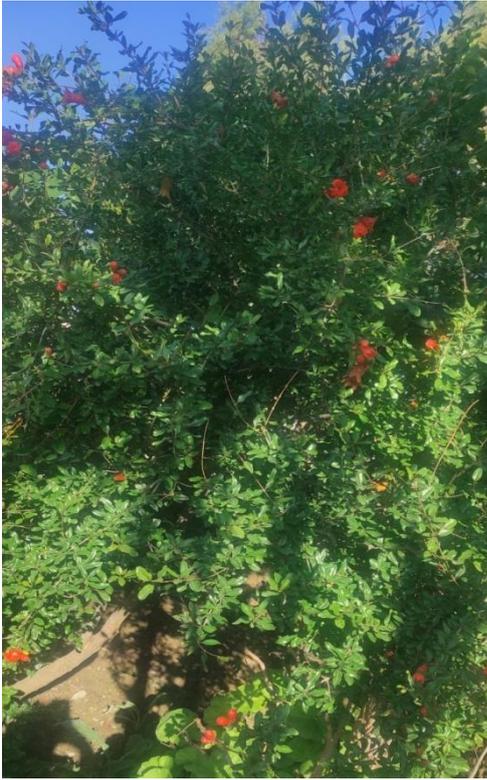


Figure 19: *Punica granatum*(original)



Figure 20: *Malus pumila*(original)

Il comprend des colonies de pucerons ainsi que des momies observées sur les divers échantillons prélevés.

Grâce à leur adaptabilité exceptionnelle, les pucerons sont capables de prospérer dans tous les types d'environnements. Leur grande fécondité, leurs multiples modes de reproduction, leurs cycles biologiques complexes incluant des individus ailés et aptères, ainsi que leur capacité à infester une grande variété de plantes en font des ravageurs redoutables pour l'ensemble des cultures (Leclant, 2000).



Figure 21: Colonies de pucerons (original)

2.2. Matériels non Biologique

- Des boîtes de Pétri
- Des tubes à essai
- Lame et lamelle
- Loupe binoculaire
- Microscope Photonique
- Des épingles entomologiques
- Une solution d'hydroxyde de potassium
- Une solution de chloral phénol
- Liquide de Faure

3. Méthodologie de travail

3.1. Échantillonnage

Les échantillons sont prélevés à partir de diverses plantes cultivées ainsi que d'adventices qui présentent à la fois des colonies de pucerons et des traces de parasitisme sous forme de momies. Les attaques de pucerons se manifestent par l'enroulement des feuilles et/ou la présence de fourmis.

Chaque échantillon est individuellement placé dans un sachet en plastique ou une boîte préalablement étiquetée.

3.2. Conservation

Au laboratoire, les pucerons prélevés sont conservés dans des tubes à essai avec de l'éthanol à 70%, notant la date, le lieu de prélèvement et le nom de la plante hôte. Les pucerons momifiés de la même espèce, issus de la même plante, sont disposés sur un support végétal dans des boîtes de Pétri en plastique, puis surveillés régulièrement pour récupérer les parasitoïdes. Une fois émergés, ces parasites sont transférés dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 96% en vue d'une identification ultérieure.

4. Technique de montage des pucerons

Les caractéristiques microscopiques des pucerons nécessitent un montage entre une lame et une lamelle de l'échantillon avant de pouvoir les identifier. La technique de préparation est similaire à celle décrite par **Leclant (1978)** et comprend les étapes suivantes :

- Une incision transversale est pratiquée entre le 4ème et le 6ème sternite abdominal à l'aide d'une épingle entomologique.
- Les pucerons sont dégraissés : pour éliminer toutes les réserves lipidiques, le puceron est chauffé dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant environ 3 minutes. La durée de dégraissage peut varier en fonction des types de pucerons, car un sous-dégraissage donne des préparations de mauvaise qualité, tandis qu'un sur dégraissage rend le montage difficile et peut altérer certains détails anatomiques.
- L'éclaircissage de l'échantillon : dans certains cas, l'échantillon doit être traité avec une solution de chloral phénol pendant 24 heures pour mettre en évidence des détails qui ne sont pas clairement visibles.
- Le montage des pucerons : cette opération est réalisée en plaçant le puceron sur sa face dorsale, en étalant soigneusement les antennes, les ailes et les pattes dans une goutte de liquide de Faure entre la lame et la lamelle. Les pattes et les antennes sont orientées vers le haut, tandis que le thorax et l'abdomen sont orientés vers le bas.
- Le séchage de l'échantillon : les pucerons ainsi montés sont placés dans une étuve pendant 21 à 30 jours pour le séchage complet.

4.1. Identification des pucerons

D'après **LECLANT (1978)**, l'identification des pucerons repose sur la morphologie des formes aptères et ailées, en se basant sur des caractéristiques morphologiques spécifiques, telles que:

- La pigmentation et l'ornementation de l'abdomen.
- La forme, la couleur et la longueur du corps.
- La forme du front et des tubercules frontaux.
- La forme et la longueur des antennes.
- La forme et le nombre d'articles antennaires.
- Le nombre de sensorias primaires et secondaires sur les antennes.
- La nervation des ailes, notamment la nervure médiane et la bifurcation.
- La forme et la longueur des cornicules.
- La forme de la queue et le nombre de soies caudales.
- La présence de taches et de plaques de cire.

Les espèces de pucerons répertoriées ont été déterminées par le Docteur SaharaouiLounes de l'E.N.S.A. d'El-Harrach, à l'aide de sa clé de référence établie en collaboration avec le spécialiste des pucerons **REMAUDIERE** du Muséum des Sciences Naturelles de Paris.

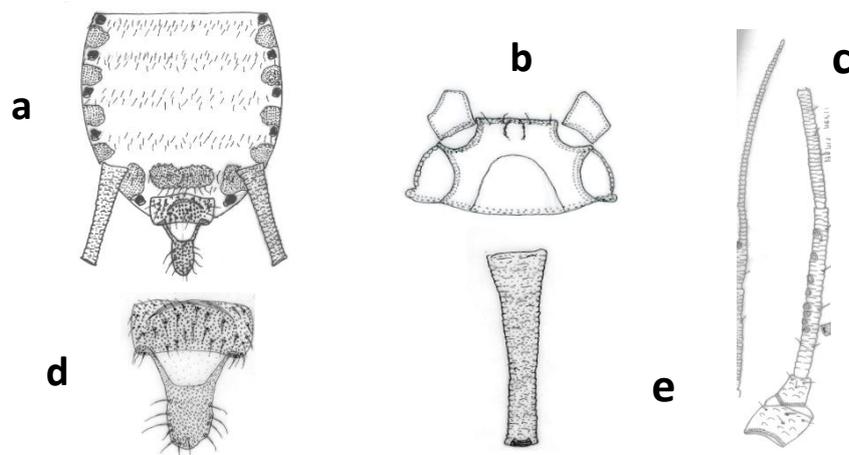


Figure22 - Critères morphologiques d'identification des pucerons (**Saharaoui, 2012**)

Légende :

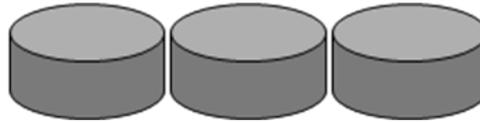
a- Abdomen., b- Tête., c –Antennes., d - Cauda., e – Cornicule



Incision du puceron sous loupe



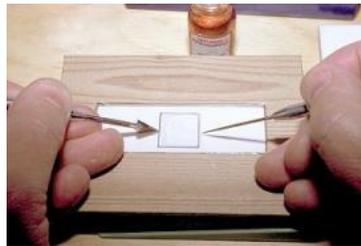
Solution chaude de KOH à 10% (3-6 mn)



Bains d'eau distillée 2 à 3mn



Observation sous microscope photonique



Montage de puceron dans un liquide de Faure



Solution de chloral phénol hydratée

Figure 23 - Technique de montage des aphides (Saharaoui, 2012).

5. Technique de montage des parasites

La méthode utilisée pour préparer les parasites implique de tuer l'insecte à l'aide d'acétate d'éthyle (de préférence lorsqu'il est encore vivant). Ensuite, l'insecte est monté sur une lame en utilisant du liquide de Faure. Pour faciliter l'identification, il est important d'étaler correctement les antennes, les ailes, les pattes et l'abdomen.

Lors de l'identification des hyménoptères parasitoïdes des pucerons, plusieurs caractéristiques morphologiques sont prises en compte, telles que la couleur, la nervation des ailes,

la présence de soies sur les ailes, la forme du stigma, la configuration du premier tergite abdominal (pétiole), la morphologie du propodéum, ainsi que la forme et le nombre d'articles antennaires.

Chapitre IV

Résultats et discussion

Chapitre IV – Résultats et discussion

Dans cette section, nous aborderons traiter trois aspects à savoir: l'association pucerons-plantes hôte, un inventaire des parasites primaires et secondaires (hyperparasites) et enfin l'association (parasitoïdes – Pucerons – Plantes hôtes).

I. Résultat

1- Association: pucerons – plantes hôtes

1.1 - Inventaire de l'aphidofaune et leurs plantes hôtes

Les résultats de l'inventaire des pucerons et leurs plantes hôtes qui forment l'association (Pucerons – plantes hôtes) sont reportés dans le tableau.

Tableau1-Liste des aphides et leurs plantes hôtes

Tribu	Espèces	Plantes hôtes
Aphidini	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	<i>Vicia fabae</i> L. <i>Cestrum nocturnum</i> L. <i>Viburnum tinus</i> L.
	<i>Aphis (Aphis) pomi</i> (De Geer, 1773)	<i>Malus pumila</i>
	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	<i>Ficus retusa</i>
	<i>Aphis citricola</i> (Van der Goot, 1912)	<i>Citrus limon</i>
		<i>Citrus sinensis</i>
	<i>Aphis (Aphis) punicae</i> (Passerini, 1863)	<i>Punicagranatum</i>
	<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762)	<i>Prunus domestica</i>
<i>Prunus persica</i>		
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	<i>Citrus limon</i>	
	<i>Citrus sinensis</i>	
Macrosiphini	<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach 1843)	<i>Crepis setosus</i> Haffer
	<i>Ureuleconsonchi</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Macrosiphum rosae</i> (Linné, 1758)	<i>Rosier</i>

Les prospections menées à travers plusieurs localités de la wilaya de Bouira sur divers plantes végétales spontanées et cultivées en vue de rechercher les pucerons et leurs parasitoïdes, nous ont

permis d'identifier 10 espèces de pucerons inféodés à 15 espèces végétales (Tab. 1). Cette aphidofaune est répartie dans deux tribus et 6 genres. La tribu des Aphidini est qualitativement la plus dominante avec 07 espèces, soit 70% du peuplement aphidien inventorié. Elle est suivie par celle des Macrosiphini avec seulement 03 taxons (30%).

1.2 – Présentation et critères d'identification des pucerons inventoriés

1.2.1 -*Aphis (Aphis) fabae* (Scopoli, 1763)

1.2.1.1 - Description morphologique

D'après **Hulle et al. (1999)**, les pucerons aptères ont un corps trapu d'environ 2 mm de long, avec une couleur allant du noir mat au verdâtre. Ils présentent trois paires de taches blanches cireuses sur l'abdomen. En revanche, les pucerons ailés ont un corps plus allongé que les aptères et sont de couleur sombre. Leurs antennes sont courtes. L'abdomen est foncé avec des taches blanches et des sclérites marginaux noirs, tandis que les cornicules sont courtes et noires. La cauda est courte, mince et noire (Figure 24).

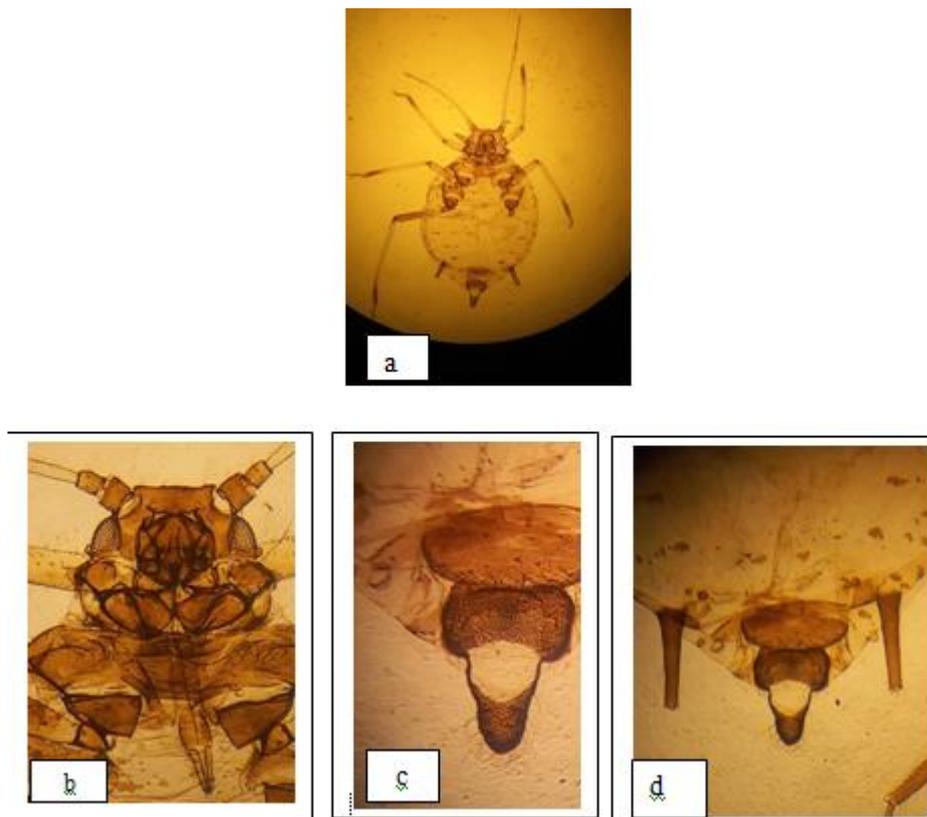


Figure 24 : Critères d'identification du puceron *Aphis fabae*

a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal et rostre. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicules et plaque anale.

1.2.2 - *Aphis (Aphis) pomi* De Geer, 1773

1.2.2.1 - Description morphologique

Ces pucerons (1,3 à 2,3 mm de long) sont vert brillant ou vert clair, avec des antennes courtes et des cornicules et cauda noires. L'aptère présentent des tubercules marginaux sur les segments abdominaux II et IV. L'abdomen de puceron ailé présente des sclérites marginaux circulaires et post-corniculaires et trois bandes pigmentées entre les cornicules (Hulle et al, 2020)

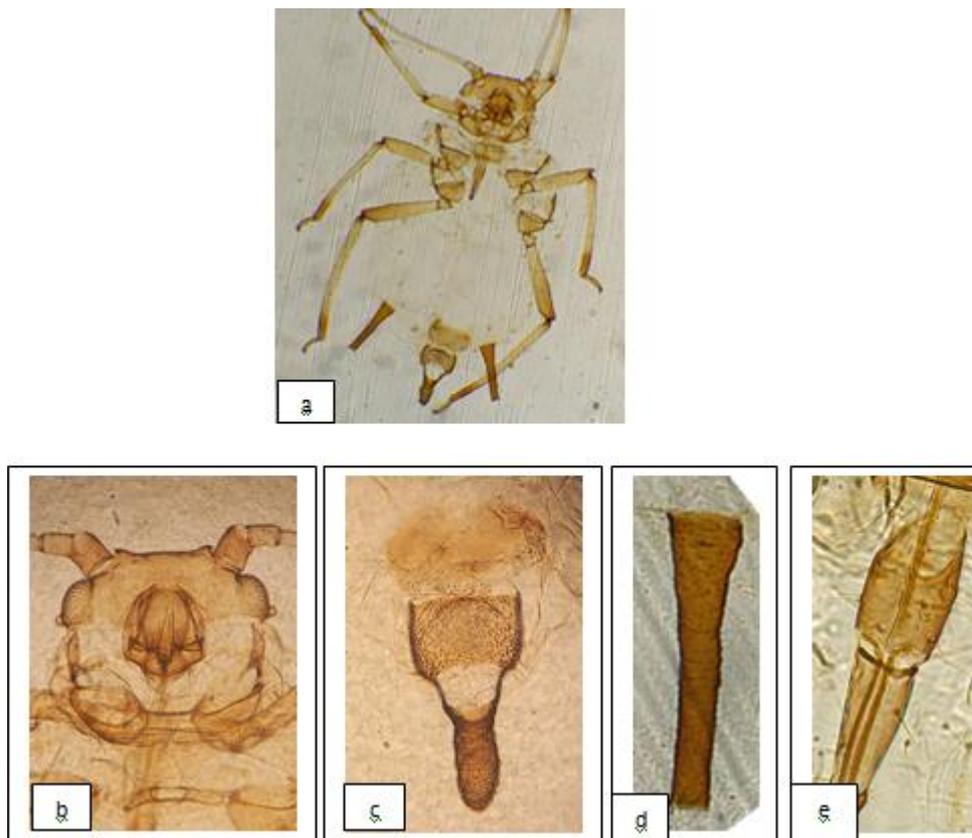


Figure 25 : Critères d'identification du puceron *Aphis (Aphis) pomi*

- a- Adulte aptère après montage .b – Tête avec sinus frontal.,
c- Cauda (queue) avec soies caudales .d- Cornicules et plaque anale., f – Rostre.

1.2.3–*Aphisgossypii* (Glover, 1877)

1.2.3.1 - Description morphologique

L'adulte aptère mesure entre 1,2 et 2,2 mm de longueur et présente une couleur variant du jaunâtre au vert sombre. Les antennes sont de couleur jaune pâle. Les cornicules sont d'une teinte très foncée, tandis que la cauda est plus claire. L'adulte ailé, il a généralement un corps de couleur

verte à vert foncé, avec des antennes de la même longueur que le corps. Les cornicules sont noires, plus courtes que celles des aptères, et la cauda est plus claire (Hulle et al, 2020)

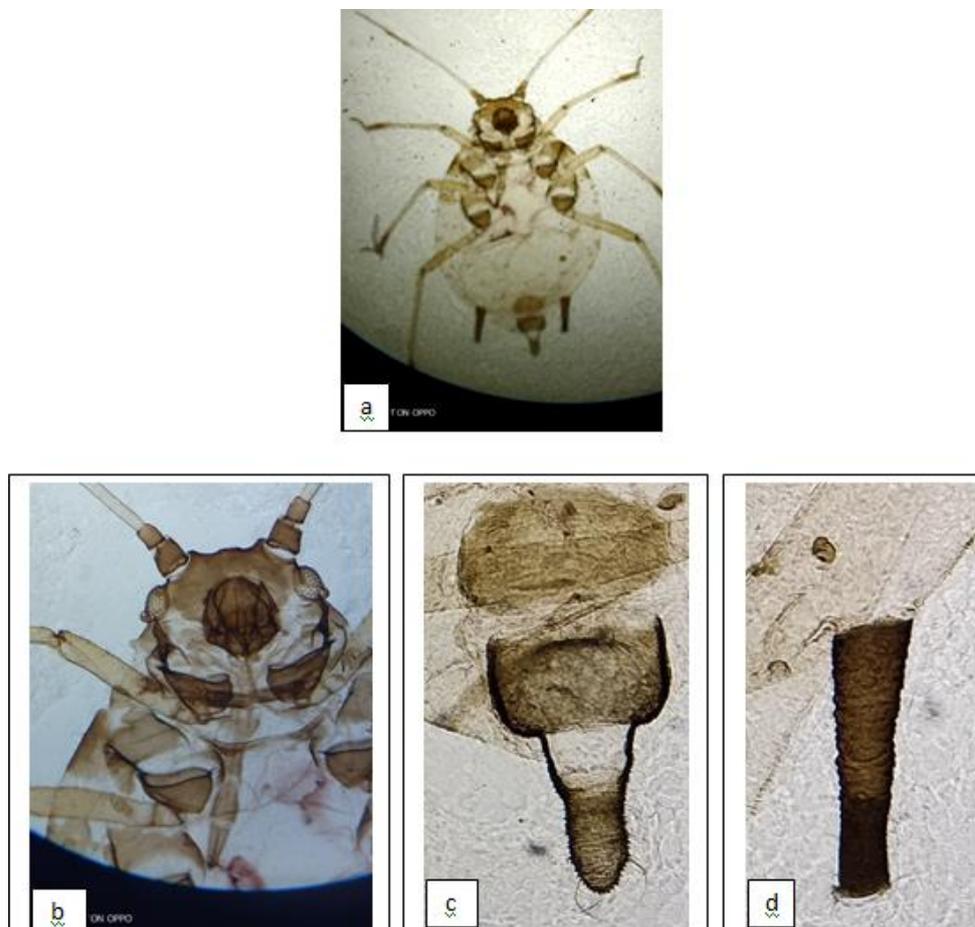


Figure 26 : Critères d'identification du puceron *Aphisgossypii*

a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal et rostre. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

1.2.4–*Aphiscitricola* Van der Goot, 1912

1.2.4.1 - Description morphologique

Selon Hulle et al, (2020) Le puceron aptère est de petite taille, mesurant entre 1,2 et 2,2 mm. Il présente une coloration verte et se distingue par ses cornicules noires. Bien qu'il ressemble beaucoup à l'espèce *A. pomi*, sa cauda est moins trapue.

Les individus ailés sont de couleur verte avec une tête brune et mesurent entre 1,2 et 2,3 mm. Leurs antennes sont pâles et courtes. L'abdomen est vert et doté de cornicules droites, noires et

légèrement plus longues que la cauda. La cauda, de couleur noire, est allongée, arrondie à l'extrémité et se rétrécit vers le quart inférieur (Fig. 27).

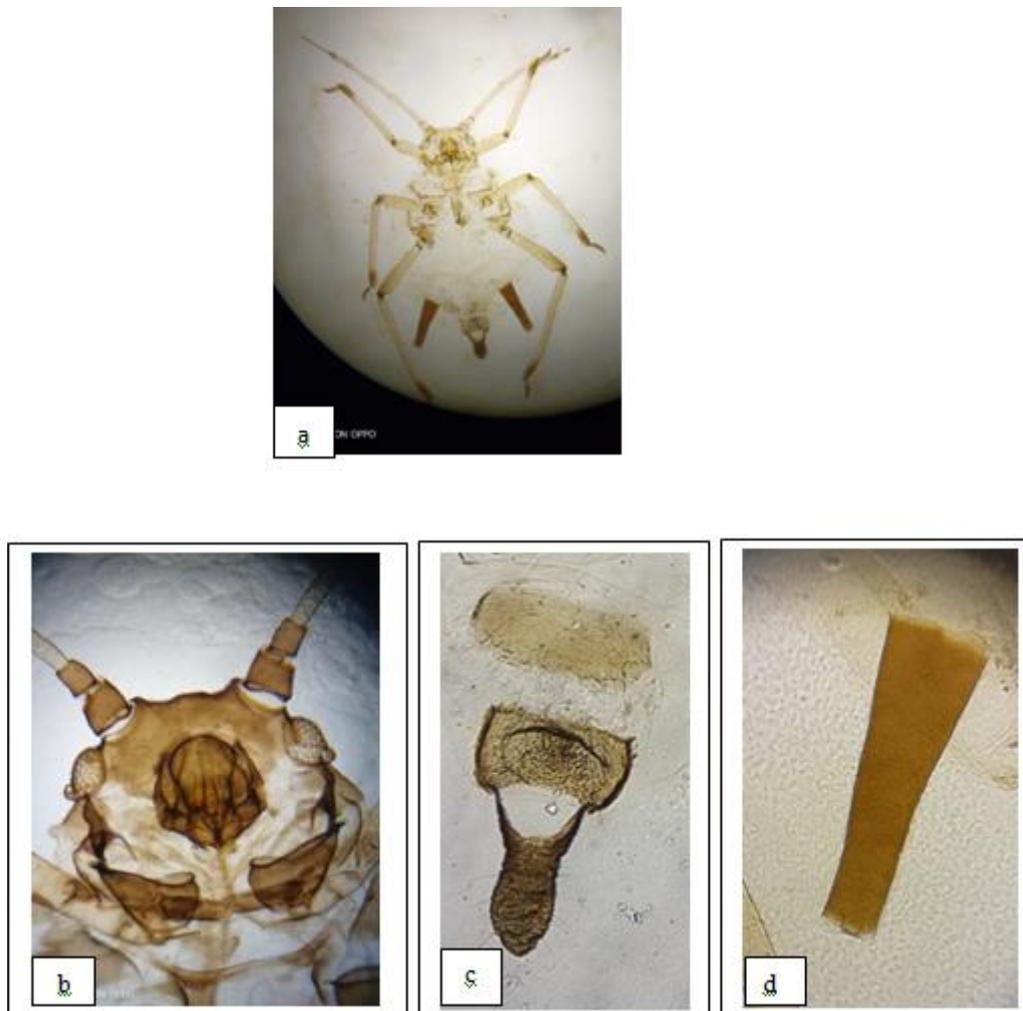


Figure 27 : Critères d'identification du puceron *Aphis citricola*

- a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal.
c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

1.2.5 - *Aphis (Aphis) punicae* (Passerini, 1863)

1.2.5.1 - Description morphologique

Les adultes d'*Aphis punicae* ont généralement une taille comprise entre 1 et 2 millimètres. Leur coloration varie et peut inclure des teintes de vert, de jaune, de brun et même de noir. Les cornicules de l'*Aphis punicae* sont plutôt longues et minces, tandis que la cauda est relativement courte et conique, se terminant en une pointe. (Hulle et al, 2020)

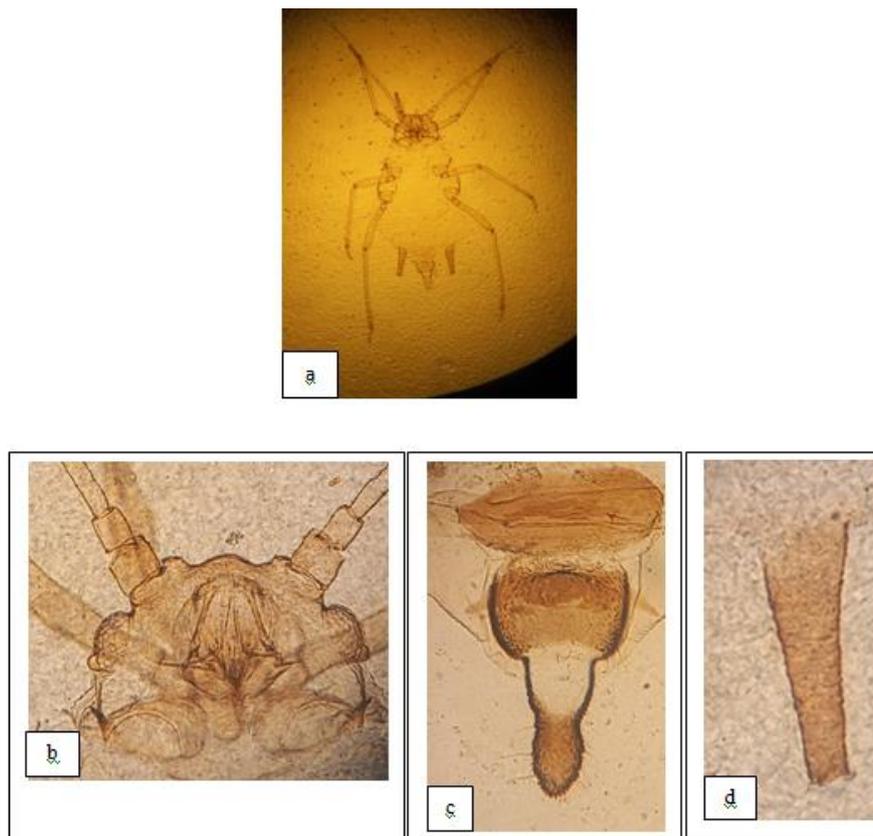


Figure 28 : Critères d'identification du puceron *Aphis (Aphis) punicae*

a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

1.2.6 – *Aulacorthumsolani* (Kaltenbach 1843)

1.2.6.1 -Description morphologique

L'adulte mesure entre 2 et 3 mm. Dans sa forme ailée, il présente un corps vert avec des stries transversales plus foncées, Et dans sa forme aptère il est de couleur verte à jaune, avec une tache plus foncée à la base des cornicules. Les antennes sont longues et foncées, tandis que l'abdomen est vert, présentant des stries foncées plus ou moins marquées et une tache à la base des cornicules. Les cornicules sont droites, longues et possèdent une collerette à leur extrémité. La cauda est courte et légèrement pigmentée. Les ailes sont caractérisées par des nervures alaires enfumées(Hulle et al, 2020).

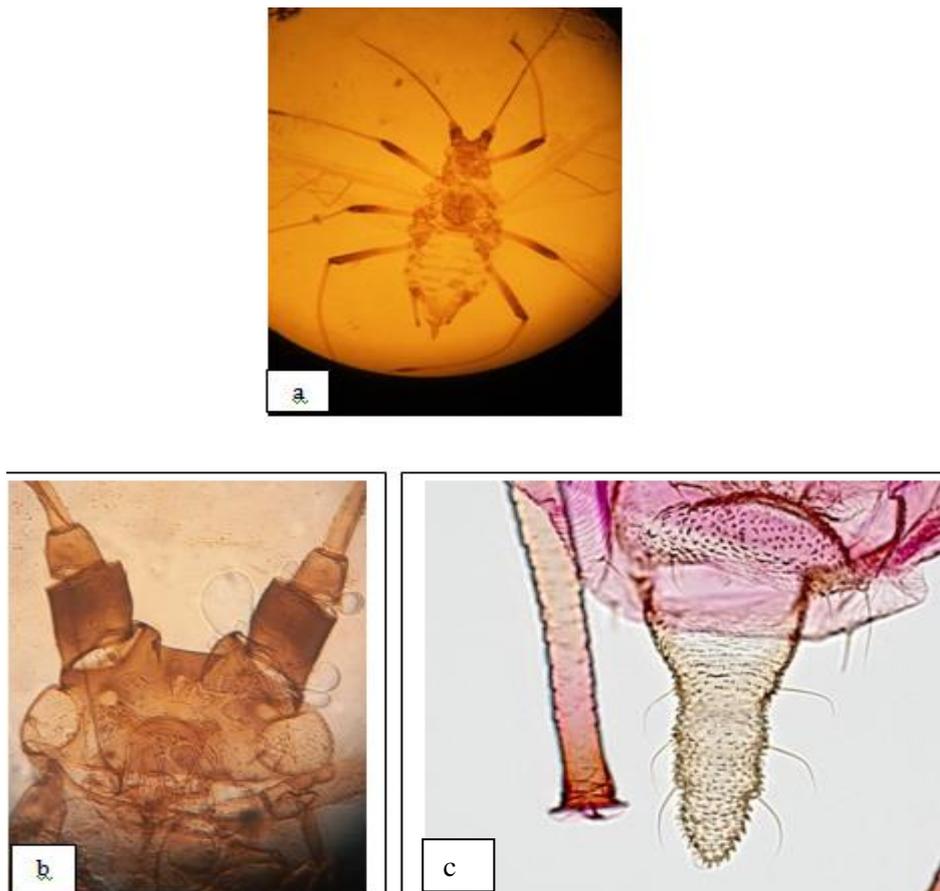


Figure 29 : Critères d'identification du puceron *Aulacorthumsolani*

a- Adulte ailé après montage. b – Tête avec sinus frontal., c- Cauda (queue) avec soies caudales et cornicule.

1.2.7 –*Hyalopteruspruni*(Geoffroy, 1762)

1.2.7.1 -Description morphologique

Ce puceron se caractérise par sa petite taille, mesurant entre 1,5 et 2,6 mm. Dans sa forme aptère, il présente un corps allongé de couleur verte pâle, recouvert d'une fine couche de pruinosité farineuse. Dans sa forme ailée, son abdomen est allongé et pâle. Les antennes sont relativement courtes, atteignant environ la moitié de la longueur du corps. Les cornicules, quant à elles, sont très courtes, légèrement renflées et de couleur pâle. Enfin, le puceron possède une cauda longue dans sa forme ailée(Hulle et al, 2020).

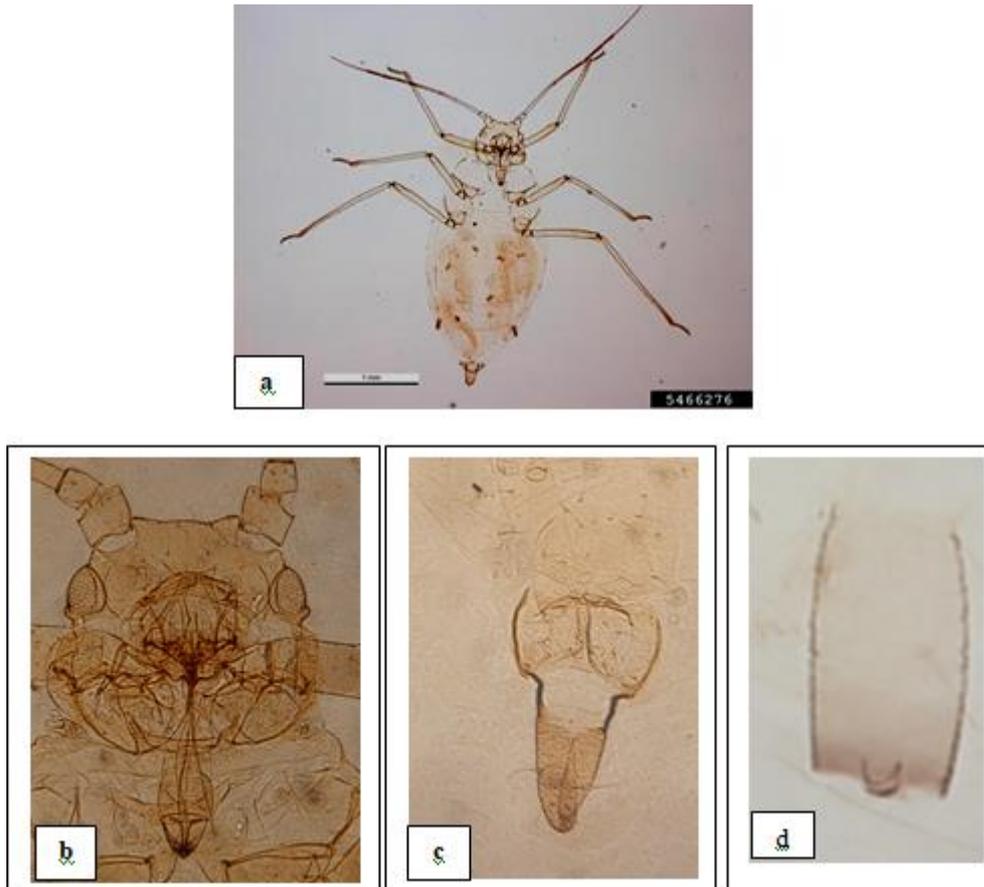


Figure 30 : Critères d'identification du puceron *Hyalopterus pruni*

a- Adulte aptère après montage. b- Tête avec sinus frontal et rostre. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Détail d'une cornicule.

1.2.8 – *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe, 1841)

1.2.8.1 - Description morphologique

Les aptères se distinguent par leur aspect brun foncé à brun noir, avec une longueur comprise entre 1,82 mm et 1,92 mm. La cauda, mesure environ 0,22 mm et porte de 17 à 18 soies caudales. Les cornicules, sont plus longues que la cauda.

Les individus ailés présentent une couleur brun noir et mesurent environ 1,90 mm de long. Les cornicules, de couleur noire, sont droites, cylindriques et plus longues que la cauda. Leur longueur est d'environ 0,25 mm selon **Aroun (1985)**. Quant à la cauda, elle mesure environ 0,16 mm et porte 14 soies caudales selon la même source (**Aroun, 1985**).

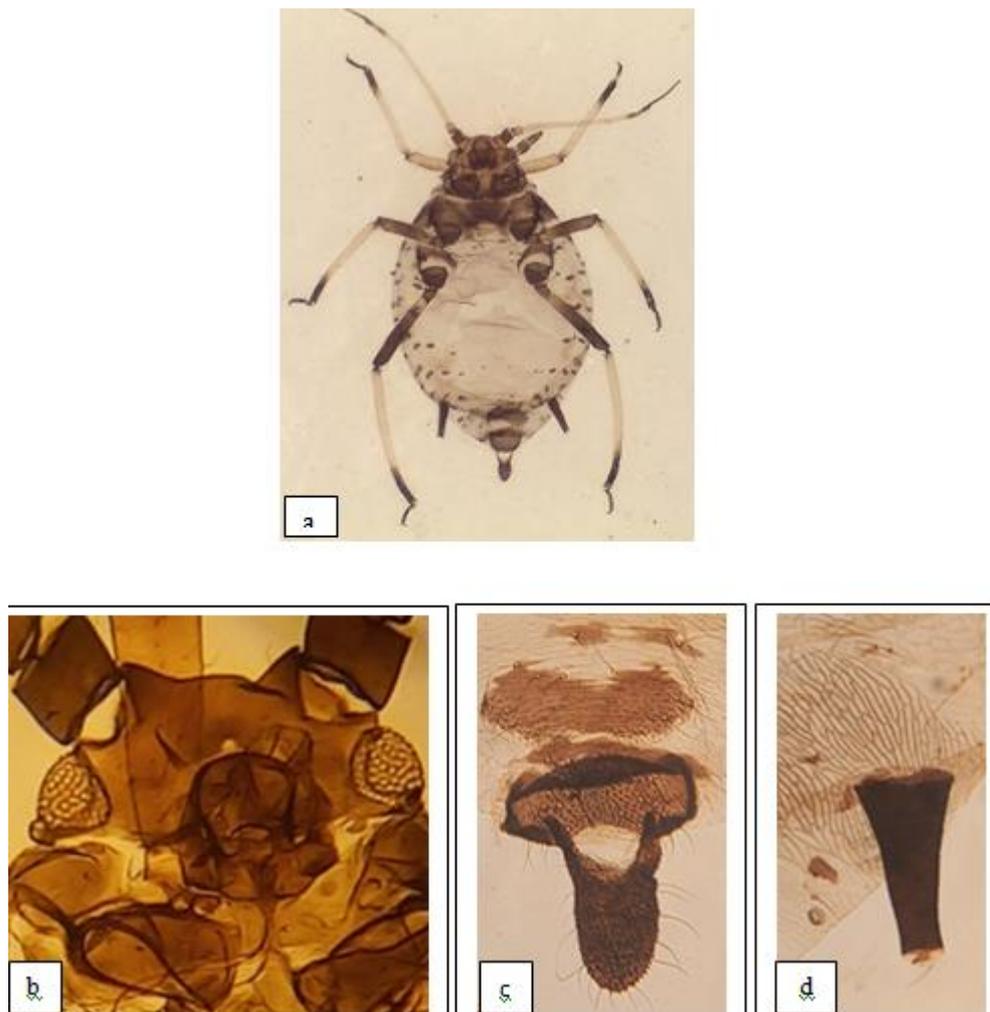


Figure 31 : Critères d'identification du puceron *Toxoptera aurantii*

a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

1.2.9 – *Uroleucon sonchi*

1.2.9.1 - Description morphologique.

Les adultes d'*Uroleucon sonchi* mesurent généralement entre 1,5 et 2,5 millimètres de long. Leur couleur principale varie du vert clair au vert foncé, bien que cette couleur puisse être influencée par l'hôte sur lequel ils se trouvent. Les cornicules de l'*Uroleucon sonchi* sont plutôt courtes et épaisses, tandis que sa cauda est relativement courte et a une forme arrondie. (Hulle et al, 2020).



Figure 32 : Critères d'identification du puceron *Ureuleconsonchi*

a –Photos d'une colonie d'aptères. b- Adulte aptère après montage. c – Tête avec sinus frontal. d- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

1.2.10–*Macrosiphumrosae*

1.2.10.1 - Description morphologique

Ce puceron a une taille de 2,2 à 3,6 mm. L'aptère est de taille moyenne à grande, avec une couleur variant du vert au rose à brun rouge. Son tégument est brillant, lui conférant une apparence lustrée. Les cornicules sont longues, droites et de couleur noire, légèrement courbées vers l'extérieur. Les antennes sont également noires, tout comme les articulations des pattes. Dans sa forme ailée, le puceron arbore une teinte verte ou rose avec des sclérites marginaux sombres à noirs. La tête, le thorax, les antennes et les cornicules sont noirs, tandis que la cauda est pointue, longue et de couleur pâle. Les articulations des pattes conservent une teinte sombre (Hulle et al, 2020).

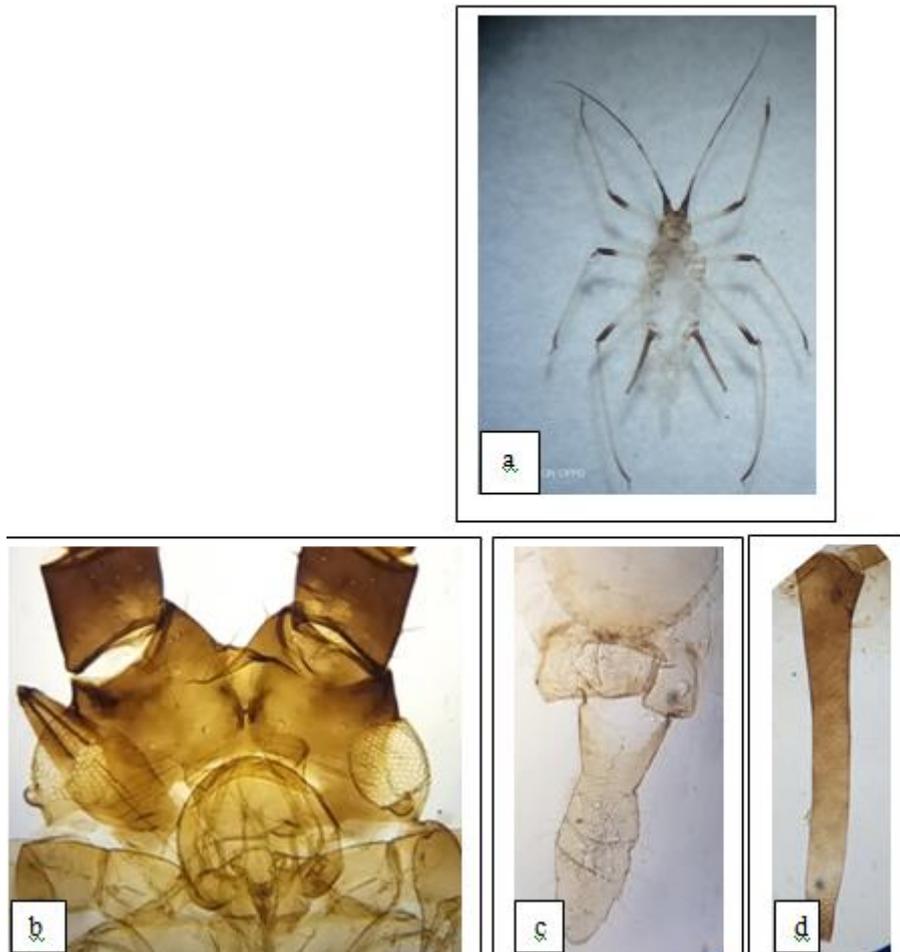


Figure 33 : Critères d'identification du puceron *Macrosiphum rosae*

a- Adulte aptère après montage. b – Tête avec sinus frontal. c- Cauda (queue) avec soies caudales. d- Cornicule.

2 - Inventaire des parasitoïdes

2.1 - Inventaire

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes aphidiphages récoltés à partir des momies de plusieurs espèces de pucerons sur différentes plantes hôtes à travers quelques localités de Bouira au cours de l'année 2023 sont regroupés dans le tableau 1 suivant:

Tableau:1- Espèces de parasites primaires et secondaires inventoriées lors de nos différentes prospections.

Famille	Sous - famille	Tribus	Espèces de parasites
Parasites primaires			
Braconidae	Aphelininae	Aphidiini	<i>Aphidius matricariae</i> Haliday, 1834
			<i>Aphidius ervi</i> Haliday, 1834
			<i>Aphidius transcaspicus</i> Telenga, 1958
			<i>Lysiphlebus testaceipes</i> Cresson, 1880
			<i>Lysiphlebus fabarum</i> Marshall
Parasites secondaires (Hyper parasites)			
Pteromatidae			<i>Pachyneuronaphidis</i> Bouché, 1834
			<i>Asaphes</i> sp.

Une première liste de 05 parasites primaires aphidiphages a été établie sur la base des observations des caractères morphologiques de chaque taxon, en s'appuyant également sur des travaux de différents spécialistes (**Rakhshani et al, 2015, Ali Zamani et al, 2012, Ullah et al, 2015, Lazarević et al, 2017**). Les parasites inventoriés appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, la famille des Braconidae et la sous – famille des Aphelininae qui regroupe une seule tribu et deux genres. Celui des *Aphidius* prédomine avec cinq (5) espèces: *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Aphidius transcaspicus*. Il est suivi par le genre *Lysiphlebus* avec deux taxons : *Lysiphlebus testaceipes* et *Lysiphlebus fabarum*.

En plus des parasites primaires, ont recensé et identifié deux hyper parasites appartenant à la famille des Pteromatidae. Il s'agit des espèces : *Pachyneuronaphidis* et *Asaphes* sp. Ces parasitoïdes secondaires sont considérés comme des ennemis naturels des parasites inventoriés.

2.2 – Présentation et critères d'identification des parasites inventoriés

2.2.1 – Parasites primaires

2.2.1.1 – *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880)

Lysiphlebus testaceipes est une guêpe parasitoïde de petite taille, mesurant entre 2 et 3 millimètres de long. Elle a un corps mince et allongé de couleur brun-rougeâtre à brun foncé. Ses antennes sont relativement longues, et elle possède deux paires d'ailes membraneuses, les ailes antérieures étant plus longues que les ailes postérieures (**Hulle et al, 2020**).



Figure 34 :Critères d'identification du parasite aphidiphage *Lysiphlebus testaceipes*

2.2.1.2–*Lysiphlebus fabarum* (Marshall, 1896)

Chez les femelles, les antennes sont généralement composées de 12 ou 13 articles. En ce qui concerne les ailes, on observe la présence des veines 3-SR, SR1, r-m et seulement une partie de 3-M (qui forme une structure en forme de T). À l'apex de l'aile, on trouve des soies très courtes (Hulle *et al.*, 2020).



Figure 35 :Critères d'identification du parasite *Lysiphlebus fabarum*

2.2.1.3 -*Aphidius ervi* Haliday, 1834

Chez les femelles de cette espèce, les antennes sont composées de 17 ou 18 articles. En ce qui concerne les ailes, on observe la réunion des cellules 5, 2 et 3, tandis que la cellule 1 reste ouverte. Concerne le tergite I, sa partie latérale présente une texture rugueuse (Hulle et al, 2020).

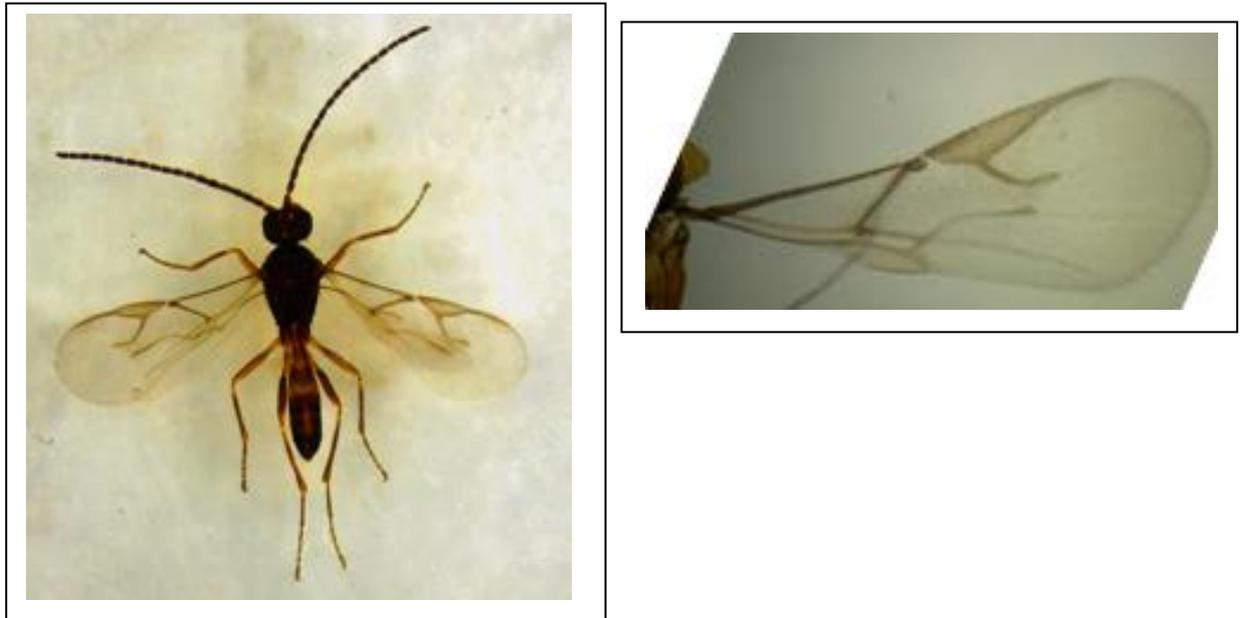


Figure 36 :Critères d'identification du parasite *Aphidius ervi*

2.2.1.4 -*Aphidius matricariae* Haliday, 1834

Les femelles de cette espèce possèdent des antennes composées de 14 à 15 articles. En ce qui concerne les ailes, on observe la réunion des cellules 5, 2 et 3, tandis que la cellule 1 reste ouverte (Hulle et al, 2020).



Figure 37 :Critères d'identification du parasite *Aphidius matricariae*

2.2.1.5 -*Aphidius transcaspicus* Telenga, 1958

Aphidius transcaspicus est une petite guêpe parasitoïde mesurant entre 2 et 3 millimètres de long. Elle a un corps mince et allongé, généralement de couleur noire ou brun foncé. Ses antennes sont relativement longues et ses ailes antérieures sont plus longues que les ailes postérieures (Hulle et al, 2020).



Figure 38 :Critères d'identification de l'*Aphidius transcaspicus*

2.2.2 – Parasites secondaires (Hyperparasites)

2.2.2.1 –*Pachyneuron aphidis* (Bouché, 1834.)

Pachyneuron aphidis est une petite guêpe parasitoïde mesurant entre 1 et 2 millimètres de long. Elle a un corps brun foncé à noir, brillant et lisse, avec des antennes relativement courtes et des ailes membraneuses dont les ailes antérieures sont plus longues que les ailes postérieures (Hulle et al, 2020).

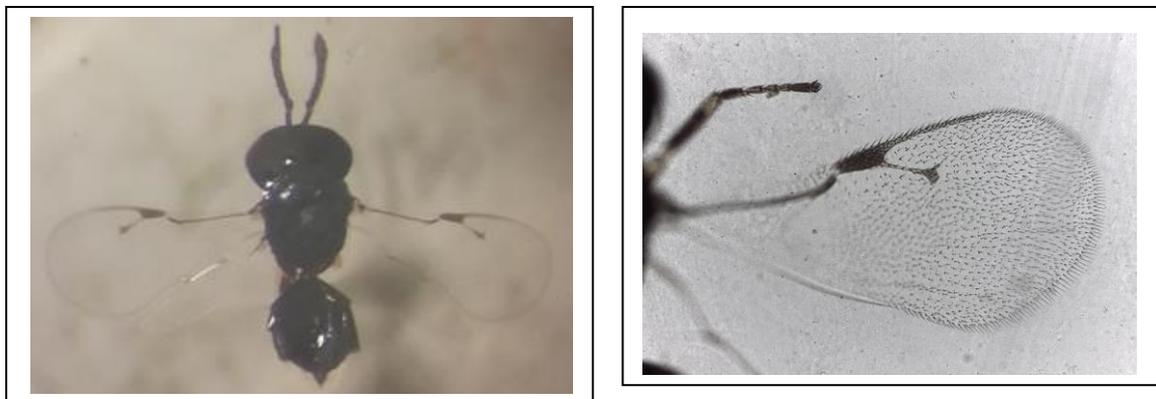


Figure 39 :Critères d'identification du parasite secondaire *Pachyneuron aphidis*

2.2.2.2 – *Asaphessp*

Couleur noir métallisée, taille de 1 à 2 mm (Hulle et al, 2020).



Figure 40 : Critères d'identification du parasite secondaire *Asaphessp*

3 – Association plant-puceron-parasitoïde

Les informations concernant les associations entre les espèces de parasitoïdes, les pucerons et leurs plantes sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Tableau : Association (parasitoïdes – Pucerons – Plantes hôtes) récoltées sur différentes cultures dans la région de Bouira.

Espèces de parasites	Espèces de pucerons	Plante hôte	Nbs PP	Emergents
Parasites				
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ficus retusa</i>	20	15
	<i>Toxoptera aurantii</i>	<i>Citrus limon</i>	25	16
	<i>Aphis citricola</i>		15	8
	<i>Aphis pomi</i>	<i>Malus pumila</i>	8	5
	<i>Aphis fabae</i>	<i>Vicia fabae</i>	10	8
	<i>Aphis (Aphis) punicae</i>	<i>Punicagranatum</i>	31	21
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Vicia fabae</i>	9	7
<i>Aphidius ervi</i>	<i>Aulacorthum solani</i>	<i>Crepis setosus</i> Haffer	15	10
	<i>Aphis pomi</i>	<i>Malus pumila</i>	18	11
<i>Aphidius transcaspicus</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Prunus domestica</i>	36	3
<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Hyalopterus pruni</i>	<i>Prunus persica</i>	24	16
	<i>Ureuleconsonchi</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	12	7

Hyperparasites				
<i>Pachyneuronaphidis</i>	<i>Aulacorthumsolani</i>	<i>CrepissetosusHaffer</i>	15	06
	<i>Aphisgossypii</i>	<i>Ficus retusa</i>	20	9
	<i>Ureuleconsonchi</i>	<i>Sonchusoleraceus</i>	12	4
<i>Asaphesbasalis</i>	<i>Aphisgossypii</i>	<i>Ficus retusa</i>	20	7
	<i>Hyalopteruspruni</i>	<i>prunier</i>	36	12

Tableau: 4 - Importance des espèces de pucerons parasités, leurs plantes hôtes et des associations établies par chaque espèce de parasites

Espèces de parasites	Pucerons parasités	Plantes hôtes	Association trophiques
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	6	5	6
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	1	1	1
<i>Aphidius ervi</i>	2	2	2
<i>Aphidius transcaspicus</i>	1	1	1
<i>Aphidius matricariae</i>	2	2	2
Total	12	11	12

Tout d'abord, les 2 tableaux répertorient un total de 12 associations différentes, ce qui suggère une diversité d'interactions entre ces organismes. Parmi les espèces de parasitoïdes répertoriées, on en compte cinq au total : *Lysiphlebus testaceipes*, *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidius ervi*, *Aphidius transcaspicus* et *Aphidius matricariae*. Chaque espèce de parasitoïde semble avoir des associations spécifiques avec les pucerons parasités et les plantes hôtes.

En ce qui concerne les pucerons parasités, les tableaux révèle l'existence de 9 espèces différentes. Cela indique une diversité de proies pour les parasitoïdes et souligne l'adaptation de ces derniers à des pucerons spécifiques.

De même, le tableau mentionne 11 plantes hôtes différentes associées à ces interactions. Les plantes hôtes jouent un rôle crucial en fournissant un habitat et une source de nourriture pour les pucerons parasités, ce qui à son tour influence les parasitoïdes qui s'y spécialisent.

En examinant le nombre d'associations pour chaque espèce de parasitoïde, on peut noter des variations significatives. *Lysiphlebus testaceipes* se distingue avec le plus grand nombre d'associations, soit 6 au total. Cela peut suggérer une capacité d'adaptation plus large de cette espèce à différents types de pucerons et de plantes hôtes. D'autre part, *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae* ont tous les deux 2 associations chacun, tandis qu'*Aphidius transcaspicus* et *Lysiphlebus fabarum* n'ont qu'une seule association répertoriée. Ces différences dans le nombre d'associations peuvent refléter des préférences spécifiques des espèces de parasitoïdes en fonction de leurs capacités d'exploitation des ressources.

En conclusion, l'analyse du tableau met en évidence les relations complexes entre les espèces de parasitoïdes, les pucerons et les plantes hôtes. Il nous renseigne sur la diversité des associations et met en évidence des variations dans les préférences et l'adaptation des espèces de parasitoïdes. Ces informations sont précieuses pour mieux comprendre les interactions écologiques au sein des écosystèmes et les mécanismes régulant les populations de pucerons et de parasitoïdes.

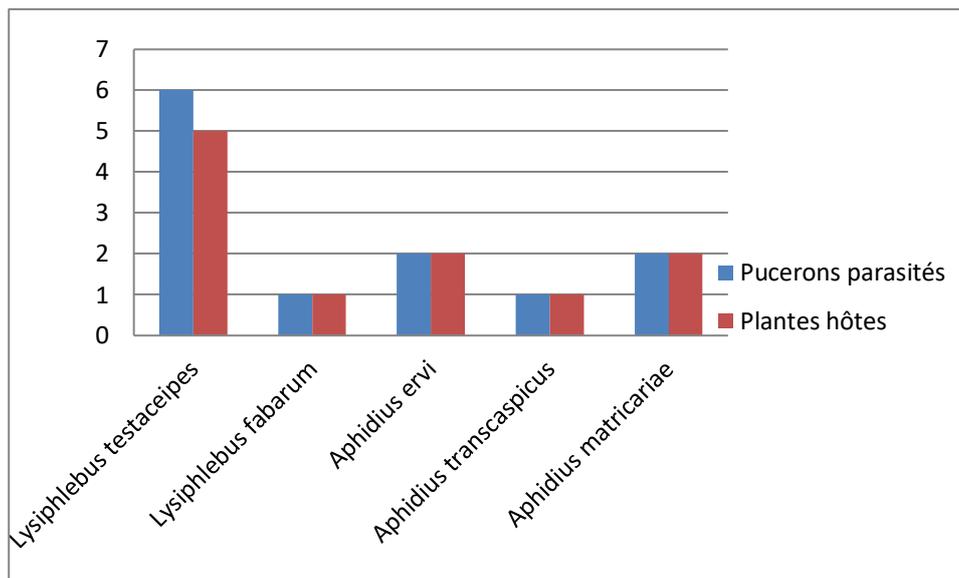


Figure 41 – La répartition des parasites et de leurs plantes hôtes.

II. Discussion

En analysant les résultats de notre étude portant sur l'association entre le puceron, le parasite et la plante hôte dans différentes localités des communes de Bouira, nous avons pu aborder ce sujet selon deux aspects distincts.

1- Association: pucerons – plantes hôtes

En l'absence d'interventions, les aphides, qui sont des ravageurs majeurs des cultures, causent d'importants dégâts aux cultures. Les aphides constituent un groupe d'insectes largement répandu à travers le monde, ayant évolué en parallèle avec les plantes à fleurs, dont la plupart des espèces servent d'hôtes aux aphides (**Milaire, 1981**). L'association entre les pucerons et leurs plantes hôtes n'est pas aléatoire, les pucerons pouvant se retrouver sur une ou plusieurs espèces de plantes hôtes qui ne sont pas nécessairement exclusives.

Dans le végétal. Cette aphidofaune est répartie en deux tribus et regroupe 6 genres. En 2019, **Zemmouria** recensé 17 espèces de pucerons inféodées à 35 espèces végétales appartenant à 16 familles botaniques. De même, dans une étude sur l'interaction entre la plante, le puceron et l'hyménoptère parasitoïde en 2013, **Chehmaa** recensé 19 espèces de pucerons inféodées à 27 espèces végétales appartenant à 16 familles botaniques. Cadre de cette étude, nous avons identifié 10 espèces de pucerons associées à 12 espèces.

D'après **Aroun (2015)**, les interactions entre les pucerons et les végétaux varient en fonction de l'environnement, avec une plus grande diversité d'espèces présentes dans les plantes des milieux cultivés. Nos résultats révèlent que l'espèce *Hyalopterus pruni* est largement répandue et présente une grande polyphagie sur trois plantes hôtes principales, à savoir *Prunus domestica*, *Prunus persica* et le prunier. D'autre part, les espèces *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis pomi*, *Aphis fabae*, *Aphis punicae*, *Aulacorthum solani* et *Ureulecon sonchi* sont également largement répandues, mais sur une seule plante hôte chacune.

2. Associations plante –puceron – parasitoïde

Dans un environnement diversifié, constitué d'une mosaïque complexe d'habitats propices, la relation entre les prédateurs et les proies démontre une certaine stabilité des populations (Ramade, 1984). Les pucerons, qui infestent la plupart des plantes cultivées, sont parmi les insectes les plus préjudiciables dans les régions tempérées.

Dans cette étude, nous avons examiné l'interaction entre la plante, le puceron et le parasitoïde à Bouira. Les pucerons sont la cible de parasitoïdes primaires, principalement des Braconidae : Aphidiinae, qui est eux-mêmes sujets à des attaques d'hyperparasites (parasitoïdes secondaires). Au total, nous avons identifié 5 espèces de parasitoïdes primaires et 2 hyperparasites sur diverses plantes infestées par au moins 10 espèces de pucerons. Ces résultats viennent compléter les recherches antérieures, notamment celles d'Aggoun et al. (2016) à Khenchela et de Laamari et al. (2010) dans l'est de l'Algérie. D'autres études, comme celle de Tahar Chaouche (2001) et

d'Elouissi et al. (2016) à Mascara, ont également contribué à notre compréhension des interactions complexes entre les pucerons, leurs plantes hôtes et les parasitoïdes.

Au cours de nos observations dans les zones prospectées, nous avons identifié un total de 12 associations (plante-puceron-parasitoïde) ainsi que 12 associations pucerons-parasitoïdes. En comparaison, Laamari et al. (2012) ont répertorié 137 associations pucerons-parasitoïdes. L'espèce *Lysiphlebus testaceipes* se distingue par le plus grand nombre d'associations, avec 6 associations impliquant différentes plantes et leurs pucerons. Elle a été spécifiquement observée sur *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis pomi*, *Aphis fabae* et *Aphis (Aphis) punicae*. Laamari et al. (2012) notent que *Lysiphlebus testaceipes* parasite 14 espèces de pucerons, incluant *Aphis nerii*, *A. pomi*, *A. potentillae*, *A. punicae*, *Brachycaudus cardui*, *B. helichrysi*, *Dysaphis plantaginea*, *D. sp*, *Hyalopterus pruni*, *Mysus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* et *Uroleucon compositae*. Dans la région de Biskra, Hemidi et al. (2013) ont rapporté qu'*Aphidius matricariae* forme 12 associations avec des plantes ornementales et leurs pucerons

Les parasitoïdes primaires sont à leur tour attaqués par des hyperparasites : en effet, nous avons identifié 2 espèces de parasitoïdes secondaires, *Pachyneuron aphidis* et *Asaphes sp*. Le premier attaque les parasitoïdes *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius ervi* et *Aphidius*. L'espèce *Asaphes sp* cible les parasitoïdes *Aphidius transcaspicus* et *Lysiphlebus testaceipes* ; elle a été retrouvée sur les momies des pucerons *Aphis gossypii* et *Hyalopterus pruni*. Selon **Buitenhuis (2004)**, les hyper parasitoïdes ou les parasitoïdes secondaires se développent sur les stades immatures des parasitoïdes primaires et constituent le quatrième niveau trophique dans de nombreux écosystèmes. Les espèces de ces genres ne sont pas très exigeantes du point de vue climatique, ce qui explique leur large distribution à travers le monde. Parmi les momies émergées, nous avons obtenu une série d'hyper parasitoïdes, qui représentent près d'un tiers des Hyménoptères parasitoïdes recensés dans cette étude (**Stary et al, 1975**).

Conclusion

Conclusion et perspectives

Au cours de l'année 2023, nous avons réalisé une étude sur l'association entre les parasitoïdes, les pucerons et les plantes hôtes dans divers sites infestés de pucerons situés dans les communes de Bouira. Cette étude nous a permis d'établir un inventaire préliminaire des parasitoïdes aphidiphages dans la région étudiée.

Nous avons recensé un total de 7 espèces de parasitoïdes, dont 5 sont des parasitoïdes primaires appartenant tous à la famille des Aphidiidae : *Aphidius ervi*, *A. matricariae*, *A. transcaspicus*, *Lysiphlebus testaceipes* et *L. fabarum*. En plus des parasitoïdes primaires, nous avons également identifié deux hyperparasites appartenant à la famille des Pteromalidae : *Asaphes* spet *Pachyneuron aphidis*.

Les parasites répertoriés ont été récupérés à partir des momies de 9 espèces de pucerons infestant 12 espèces de plantes hôtes. Nous avons également observé pas moins de 12 associations entre les parasites, les pucerons et les plantes hôtes. L'espèce *Lysiphlebus testaceipes* présente le plus grand nombre d'associations, formant 6 associations distinctes avec les plantes et leurs pucerons.

L'étude des relations entre les plantes, les pucerons et les parasitoïdes est complexe et fascinante. Elle ouvre la voie à de nouvelles recherches pour mieux comprendre ces interactions et exploiter leur potentiel pour la gestion des populations de ravageurs des plantes en milieux cultivés.

Référence bibliographique

A

Aggoun H et al. 2013 Associations tri-trophiques (parasitoïdes -pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est – Algérien), Université de Batna, 02p

Aggoun Hayet, Laamari Malik, Tahar Chaouche Souad. 2016 - Associations tri-trophiques (parasitoïdes -pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est – Algérien). Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 15, pp. 02- 08

Agrawal ,2000‘Mécanismes, ecological conséquences and agricultural implications of tri-trophic interactions’, *Current Opinion in Plant Biology*, 3(4), pp. 329–335. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(00\)00089-3](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(00)00089-3).

Ahmad F., Aslam M. & Razaq M., 2004.Chemical ecology of insects and tritrophic interactions.*J. Res. (Sci.)*, 15(2), 181-190.

Alain, 2006. Fiche technique : les pucerons 1ère partie. N° 141. Paris. 8 p

Albouy J., Devergne J. C., 1998 - Maladies à virus des plantes ornementales. Editions Quae, 1998. ISBN 2738007635. Pages : 473.

Anonyme, 2006 - Les pucerons. Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales
Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Interreg III, France, pp : 1-4.

Anonyme, 2009 – Puceron. Protéger l’environnement et la santé dans les centres de la petite enfance et les écoles, pp : 1-3.

ArounM.E.F., 2015 - Le complexe aphides et ennemis naturels en milieu cultivé et forestier en Algérie. Thèse de doctorat, E.N.S.A. El – Harrach. 158 p.

Aroun M., 1985 – Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d’agrumes de la Mitidja. Thèse Magister. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 125p.

B

Bagnoul, F., Gaussen, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique.Bull.

Référence bibliographique

- Bendifallah. 2011-** Diversité des Apoidea dans divers étages bioclimatiques à travers l'Algérie, 3 Eme Séminaire internati.bio.anim., Dép. Bio. Anim. Univ. Mantouri-Constantine, p.14
- Biatour L.2015** – Impact du secteur agricole sur la croissance économique en Algérie
- Blackman R. L. Et Eastop V. F., 1994** - Aphids on the World's Trees: an Identification and Information Guide, CAB international, Ed, Wallingford. 987 p.
- Blackman R. L., Et Eastop V. F., 2006** - Aphids on the World's herbaceous plants and shrubs, vol. 2. The aphids. Wiley Ltd., Chichester, United Kingdom.
- Boettgenbach N., 1993.** - Etude agro-pédologique des plateaux de Bled El Madjen (Haïzer), Bouira, Aïn Bessam et El-Hachimia. Agence nationale ressources hydriques (A.N.R.H.), Rapport I, Alger, 80 p
- Bonnemaison. L., 1962** – *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P., Paris, 668p
- Bouchard Y. & Cloutier C., 1984.** Honeydew as a source of host-searching kairomones for the aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Can. J. Zool.*, **62**(8), 1513-1520.
- Bouchard Y. & Cloutier C., 1985.** Role of olfaction in host finding by aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *J. Chem. Ecol.*, **11**, 801-808
- Boudouaia, O., 2015.** Etude d'un modèle de lutte biologique dans des champs de céréales dans la région de Tlemcen, cas de la Chouette Effraie « Tyto alba ». Mémoire : Amélioration Végétales. Tlemcen : UNIVERSITE Abou-Bakr Belkaid. 47p
- Brault V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E., Blanc S., 2010-** Aphids as transport devices for plant viruses. *C. R. Biologies.* 333: 524-538.
- Buckley, R.C. 1987** 'Interactions Involving Plants, Homoptera, and Ants', *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18(1), pp. 111–135. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.18.110187.000551>. By aphids. *Advances in Botanical Research* 36 : 21- 46
- Budenberg W.J. & Powell W., 1992a.** The role of honeydew as an ovipositional stimulant for two species of syrphids. *Entomol. Exp. Appl.*, **64**, 57-61.
- Budenberg W.J., 1990.** Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids. *Entomol. Exp. Appl.*, **55**, 139-148.

Référence bibliographique

Buitenhuis R, Boivin G, Vet Lem, Brodeur J. 2004. Preference and performance of the hyperparasitoid *Syrphophagus aphidivorus* (Hymenoptera: Encyrtidae): fitness consequences of selecting hosts in live aphids or aphid mummies. *Ecol. Entomol.* 29:648–656

Buitenhuis, R. 2004.- A comparative study of the life history and foraging behaviour of aphid hyperparasitoids. Thèse de doctorat. Département de Phytologie. Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, 186 pages.

C

Chehema S Et Laamari M., 2014- Etude biologique des hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa, 63p

Chehema S., 2013 - Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel et cultivé dans la région de Ghardaïa. Thèse magister. Univ. Kasdi Merbah – Ouargla. 60p.

Cherqui A & Tjallingii W.F., 2000. Salivary proteins of aphids, a pilot study on identification, separation and immunolocalisation. *J. Insect Physiol.* 46(8), 1177-1186

Chougale N.P. And Bonning B.C., 2012 – Toxins for transgenic resistance to hemipteran pests. Special issue of the online journal *Toxins « Insecticidal Toxins »* 4 (6) : 405–429.

Chougale R.A., Chougale S.P., Bharathi P., Salimath A.H.S., 2013 - Buffalo colostrum β -lactoglobulin inhibits VEGF-induced angiogenesis by interacting with G protein-coupled receptor kinase. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 171 :366-381

Coderre D. et Vincent C., 1992. La lutte biologique. Ed. Gaetan Morin. Canada. 215p.

D

Dajoz, R., 1994. Espèces nouvelles et localités nouvelles de Coléoptères Tenebrionidae, Colydiidae, Cerylonidae et Erotylidae de Madagascar. *Nouvelle Revue d'Entomologie (Nouvelle Série)* 11 :165-184P

De Moraes C.M., Mescher M.C. & Tumlinson J.H., 2001. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. *Nature*, **410**, 577-580.

Dedryver C. A., 2012 - Puceron et milieu. Encyclo'Aphid. www.inra.fr/encyclopedie-pucerons

Référence bibliographique

Dedryver C.A, Le Ralec A., Fabre F., 2010 - The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies* 333: 539-553.

Dedryver C.A, Le Ralec A., Fabre F., 2010 - The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies* 333: 539-553

Doutt R.L., 1959 - The biology of parasitic hymenoptera. *Annual Review of Entomology* 4:161-182.

Dreux P., 1980. Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France, « Le biologiste », Paris, 231P

DSA., 2016. Direction des services agricole de Bouira.

Du Y., Guy M.P., Powell W. & Wadhams L.J., 1997. Chemically mediated associative learning in the host foraging behavior of the aphid parasitoid *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae). *J. Insect Behav.*, 10, 509-521.

E

Elouissi M., Righi K. 2016 - Tritrophic interactions: plant- aphid - parasitoid hymenoptera in natural environment in mascara (north-west Algeria). *SYLWAN.*, 160(12)]. ISI Indexed. pp. 125-141

Emberger L., 1971. Travaux de botanique et d'écologie. Ed. Masson et Cie, 520P.

Evans E.W. & Richards D.R., 1997. Managing the dispersal of ladybird beetles (Col.: Coccinellidae): use of artificial honeydew manipulate spatial distributions. *Entomophaga*, 42, 93-102.

Evelynne .T.L et al , 2011. Les pucerons des grandes cultures : cycles biologique et activités de vol. Ed Quae. 135p

F

Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980. Ecologie. Ed. J.-B., Bailliére, Paris, 168 p.

Fereres A. And Collar J. L., 2001 - Analysis of non-circulative transmission by electrical penetration graphs. In: Harris K. F., Smith O. P. And Duffus J. E. (eds). *Virus Insect Plant Interactions*. Academic Press, New York. 87-109 pp

Ferrero M., 2009 - Le système tritrophique tomate tetranyques tisser and *Phytoseiulus longipes* : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier.

Référence bibliographique

Fischer, M.K. And Shingleton, A.W. 2001 'Host Plant and Ants Influence the Honeydew Sugar Composition of Aphids', *Functional Ecology*, 15(4), pp. 544–550

Flint H.M., Salter S.S. & Walters S., 1979. Caryophyllene: an attractant for the green lacewing *Chrysopa carnea* Stephens. *Environ. Entomol.*, **8**, 1123-1125.

Francis F., Haubruge E. Et Gaspar Ch. 1998 - Les pucerons sont-ils résistants aux insecticides en Belgique. Belgique, pp : 151-160.

Fraval A., 2006 a- Les pucerons Ré 1ère partie. Office pour les insectes et leur environnement, France, 2e trimestre. Insectes n° 141 : 3-8 p. [Http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i141fraval1.pdf](http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i141fraval1.pdf)

Fraval A., 2006 b - Les pucerons Ré 2e partie. Office pour les insectes et leur environnement, France, 3e trimestre. Insectes n° 142 : 27-30 p. [Http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i142fraval3.pdf](http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i142fraval3.pdf)

Fredon., 2008 – fiche technique sur les pucerons, France

G

Godin. C., Et Boivin. G., 2002 - Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec.

Grasse P., Poisson R., Et Tuzet O., 1970 Zoologie. Tome I.2 e édition .Ed MASSON. Paris. P 935

Gray S. M. And Gildow F. E., 2003 – Luteo virus Raphid interactions. *Annual Review of Phytopathology* 41 : 539-566.

Guy B et Claude G , 2000- guide d'identification des pucerons dans les cultures marachères au Québec . p 04

H

Hagen K.S., 1962. Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annu. Rev. Entomol.*, **7**, 289-326.

Hagen K.S., Greany P., Sawall E.F. & Tassan R.L., 1971. The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects. *In: Proceedings of the Tall timbers conference on*

Référence bibliographique

ecological animal control and habitat management, 1970, n° 2. Tallahassee, FL, USA: Tall Timbers Research Station, 59-81.

Hamilton R.M., Dogan E.B., Schaalje G.B. & Booth G.M., 1999. Olfactory response of the lady beetle *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) to prey related odors, including a scanning electron microscopy study of the antennal sensilla. *Environ. Entomol.*, 28, 812-822.

Hammache M., 1986. - l'entomofaune de l'olivier dans la région d'Aomar à Bouira et étude bio-écologique de *Dacus oleae* Risso (Diptera, Trypetidae). Thèse Ingénieur, Inst. Nati., agro., El-Harrach, 69 p.

Harmel N., Haubruge E. Et Francis F., 2010- Étude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14 (2), 369-378.

Hein L., Van Koppen K., Rudolf S., Ekko C. Et Ierland V., 2005 Toward improved environmental and social management of Indian shrimpfarming. *Environmental Management* 29 : 349-359.

Hemidi W., Laamari M., Tahar Chaouche S. 2013 - Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales de la ville de Biskra. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities. CIPCA4"TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 19-21 November, 2013. Pp.361-371

Hogervorst P., Wäckers F. & Romeis J., 2007. Effects of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. *Entomol. Exp. Appl.*, 122, 223-232.

Hölldobler B. & Wilson E., 1990. *The ants*. Cambridge, MA, USA: The Belknap Press of Harvard University Press.

Hölldobler, B. Et Wilson, E.O. 1990 *The Ants*. Belknap Press de Harvard University Press, Cambridge, 732 p.

Hullé M., Chaubet B., Turpeau E. And Simon J.C. 2020. Encyclop'Aphid: a website on aphids and their natural enemies. *Entomologia generalis*: doi:10.1127/entomologia/2019/0867

Hulle M., Turpeau - Ait Ighil E., Robert Y. & Monnet Y., 1999 Les pucerons des plantes maraîchers. Cycle biologiques et activités de vol. Ed. I.N.R.A., Paris, 136p

Référence bibliographique

Hulle M., Turpeau E. Et Chaubet B. 2012 - Encyclop'Aphid, tout savoir sur les pucerons. INRA Magazine, 2012, 21, pp.31.

Hulle M., Turpeau E., Lechant F., Rahn M.J., 1998 Ré les pucerons des arbres fruitiers. Cycles biologiques et activités de vol. Ed. ACTA Ré INRA, 80 p.

Hulle M., Turpeau-Aït Ighil E. Et Chaubet B., 2011 – Puceron et milieu. Encyclo'Aphid. www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.

Hulme, P.E. 2009 , trade transport and trouble : managing invasive species pathways in an era of globalization. Journal of applied ecology, 46(1) , 10-18

K

Kennedy B., 1984. Effect of multilure and its components on parasites of *Scolytus mutistriatus* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Chem. Ecol.*, **10**, 373-385.

L

Laamari, M., Chaouche, S.T., Halimi, C.W., Benferhat, S., Abbes, Khenissa, N. & Stary, P. 2012.- A review of aphid parasitoids and their associations in Algeria (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae ; Hemiptera : Aphidoïdea). *African Entomology*, 20 (1), 161-170.

Laamari, M., Jouselin, E. & Coeur D'acier, A. 2010.- Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Faunistic Entomology*, **62** (2),73-87.

Lambert L., 2005 - les pucerons dans les légumes de serre :des bêtes de sève. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation. Québec.

Leclant F., 2000 Ré *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. III – cultures fruitières.* Ed. ACTA Ré INRA, 128p.

Lydie S. , 2010 - La lutte biologiques .Ed .Educagri et Quae.France , 324 p.

M

Mahdad, Y. Selka, N. 2009. Etude préliminaire de quelquesparamètres physico- chimique du sol en vue d'élaborer un programme defertilisation raisonnée, cas de la pomme de terre dans la région d'Hennaya.Mémoire Agronomie. Université de Tlemcen. 4- 28p

Référence bibliographique

Malais M. Et Ravensberg W. J., 1993 - Connaître et reconnaître. Mode de vie des ravageurs de serres et de leurs ennemis naturels. Koppert B.V. 109 p.

Mcewen P.K., Jervis M.A. & Kidd N.A.C., 1993. Influence of artificial honeydew on larval development and survival in *Chrysoperla carnea* (Neur., Chrysopidae). *Entomophaga*, **38**(2), 241-244.

Milaire H.G. 1981- Les pucerons des arbres fruitiers, Données générales. ACTAP. 233 - 235.

Mohannad A. I., 2011- Plasticité de la réponse à l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilisés en lutte biologique, Thèse, Doc., Biologie, Bretagne, 153 p.

Mouhoub C., et Doumandji S., 2003. - Importance de la fourmi moissonneuse *Messor barabara* dans le régime alimentaire du Hérisson d'Algérie au niveau d'une zone agricole (Bouira). Journée inf. entomol., 28 – 29 avril 2003, Fac. Sci. natu. Vie, Univ. Béjaïa

N

Nault, Lr. Arthropod transmission of plant viruses : a new synthesis. *Ann.Entomol. Soc. Am.* **1997** ; 90 : 521-41

Ng J. C. K. And Perry K. L., 2004 - Transmission of plant viruses by aphid vectors. *Molecular Plant Pathology* 5 : 505-511

Nordlund D.A. & Lewis W.J., 1976. Terminology of chemical releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol.*, **2**, 211-220.

Nordlund D.A. & Lewis W.J., 1985. Response of females of braconid parasitoids *Microplitis demolitor* to frass of larvae of noctuids, *Heliothis zea* and *Trichoplusia ni* and to 13-methylhentriacontane. *Entomol. Exp. Appl.*, **38**, 109-112.

O

Ortiz-Rivas.B & Martínez-Torres. D., 2010 - Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 : 305–317.

P

Référence bibliographique

Petersen M.K. & Hunter M.S., 2002. Ovipositional preference and larval - early adult performance of two generalist lacewing predators of aphids in pecans. *Biol. Cont.*, 25, 101-109.

Porter J.R , Morton A.M , Kiddle G, Doughty K.J , Wallsgrove R.M. Variation in the glucosinolates content of oilseed rape (*Brassica napus* L.) leaves. Effect of leaf age and position. *Ann .appl. Biol.* 1991.118 , 461-467

R

Rabatel A., 2011- Développement embryonnaire du puceron *Acyrtosiphon pisum* : caractérisation de voies métaboliques et gènes clé dans les interactions trophiques avec *Buchnera aphidicola*. Lyon, 236 P.

Rakhshani E., Starý P., Tomanović Z., & Mifsud D., 2015 - Aphidiinae (Hymenoptera, Braconidae) aphid parasitoids of Malta: review and key to species. *Bulletin of the Entomological Society of Malta* (2015) Vol. 7 : 121–137

Reavy B. And Mayo M. A., 2002 - Persistent transmission of luteoviruses

Reboulet, 1999 - Les auxiliaires entomophages – reconnaissance, méthodes d’observation, intérêt agronomique. Ed. ACTA. 136 p.

Remaudiere. G., & Remaudiere. M., 1997 – *Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea*. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A

Reynolds D.R., 1976 -Observations on growth forms of sooty mold fungi. *Nova Hedwigia*, 26, 179- 193.

Ronzon B., 2006 - Biodiversité et lutte biologique .Comprendre quelques fonctionnement écologiques dans une parcelle cultivé, pour prévenir contre les pucerons de la salade. C E S, Agriculture biologique, 25p.

Rossing WAH., 1991 - Simulation of damage in winter wheat caused by the grain aphidsitobion avenae. 3. Calculation of damage at various attainable yield levels. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 97: 87R103

Ryckewaert. P., & fabre. F., 2001 - lutte integree contre les ravageurs des cultures maraicheres a la reunion. Food and agricultural research council, réduit, mauritius. Ed cirad, saint pierre, la réunion.

S

Référence bibliographique

Sadatasma (2019), parasitoïdes de pucerons d'algérie (hymenoptera, braconidae, aphidiinae)

Saharaoui L., 2012 – Polycopie pédagogique destiné aux étudiants en graduation. E.N.S.A. El – Harrach. 18 p

Sauvion n. , 1995 - effets et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, *acyrthosiphon pisum(harris)*. Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse du doctorat, i.n.s.a du lyon, 257 p.

Sayah C., 1996.- Place des insectes dans le régime alimentaire du Hérisson d'Algérie *Erinaceus algirus* Duvernoy et Lereboullet, 1842 (Mammalia ; Insectivora) dans le parc national de Djurdjura (Tikijda). Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach, 340 p

Schiffers B. ,1991-lutte biologique et production intégré. Belgique, 128 p.

Scholz D. & Poehling H.M., 2000.Oviposition site selection of *Episyrphus balteatus*.*Entomol. Exp. Appl.*, **94**, 149-158.

Schoulties C.L., 1980 - *Sooty molds. Plant Pathol.Circ.*, 208.

Shonouda M.L., Bombosch S., Shalaby A.M. & Osman S.I., 1998a.Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. I. Isolation, identification and bioassay of aphid-kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 15-23.

Shonouda M.L., Bombosch S., Shalaby A.M. & Osman S.I., 1998b. Biological and chemical characterization of a kairomone excreted by the bean aphids *Aphis fabae* Scop., and its effect on the predator *Metasyrphus corollae* Fabr. II. Behavioural response of the predator *M. Corollae* to the aphid kairomone. *J. Appl. Entomol.*, **122**, 25-28.

Sary P., Leclant F. & Lyon J.P. 1975 - Aphidiides (Hym.) et aphides (Hom.) de Corse. I.: Les Aphidiides, *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)* **11**(4), p. 765-762.

Sary P., Remaudiere G. Et Leclant F. , 1973 - Nouvelles données sur les Aphidiides de France (Hym). *Annales Soc. Ent. Fr.(N,S)* **9**(2), pp: 309-329.

Steidle J.L.M. & Van Loon J.J.A., 2002.Chemoecology of parasitoid and predator oviposition behaviour.*In: Hilker M. & Meiners T., eds. Chemoecology of insect eggs and egg deposition.* Berlin: Blackwell, 291-317.

Référence bibliographique

Steidle J.L.M. & Van Loon J.J.A., 2003. Dietary specialization and infochemical use in carnivorous arthropods: testing a concept. *Entomol. Exp. Appl.*, **108**, 133-148.

Stewart, P. 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. soc.hist. nat. agro.* : 24-25P

Sullivan D.J., 2005 - Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: Capinera J. L. Lp(ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Ed. Springer (Netherlands), 127 - 146.

Sutherland C. A., 2006 - Aphids and Their Relatives. Ed, College of

Suty L., 2010. La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques. Ed Quae. France. 321 p.

Symondson W.O.C., Sunderland K.D. & Greenstone M.H., 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, **47**, 561-594

T

Tahar Chaouche, S. (2011).-*Etude bioécologique des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Biskra.*Thèse de Magister. Université mohamed-khider ,Biskra,120 p

Tanya. D., 2002 – Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley

Tumlinson J.H., Turlings T.C.J. & Lewis J., 1992.The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. *Agric. Zool. Reviews*, **5**, 221-252.

Turlings T.C.J. & Tumlinson J.H., 1992.Systemic release of chemical signals by herbivore-injured corn. *Proc. Natl Acad. Sci.*, **89**, 8399-8402.

Turlings T.C.J., Tumlinson J.H. & Lewis J., 1990.Exploitation of herbivore-induced plant odor by host-seeking parasitic wasps. *Science*, **250**, 1251-1253.

Turpeau E., Hulle M. Et Chaubet B., 2010 - Qu'est-ce qu'un puceron ? Encyclo'Aphid.

www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.

Turpeau E., Hulle M., Chaubet B. ,2013 - Encyclopédie-pucerons. Ed. INRA , pp:2-4.

Référence bibliographique

U

Ubeda J., 2005 - Les cellules sanguines de Drosophile: Etude transcriptionnelle et analyse génétique de leur réponses a une infection parasitaire. Thèse du Doctorat, Université Louis Pasteur, 122p.

V

Vet L.E.M. & Dicke M., 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.*, **37**, 141-172.

W

Wäckers F.L., 2000. Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids? A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars. *Oikos*, **90**, 197-201.

Way, M.J. 1963 'Mutualism Between Ants and Honeydew-Producing Homoptera', *Annual Review of Entomology*, **8**(1), pp. 307–344. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.08.010163.001515>.

Will T. et Vilcinskis A., 2015 – The structural sheath protein of aphids is required for phloem feeding. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. **57** : 34-40

Y

Yao i. et Akimoto S.I., 2001 Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. *Oecologia*, **128** : 36–43 .

Z

Zemmouri M, 2019- Etude de l'association tritrophique (puceron – hyménoptères parasitoïdes – plante hôtes) sur divers végétaux dans la région de Boumerdes. P58

Référence bibliographique

Liste des sites

METEOBLUE,2022.

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climateobserved/bouira_algerie_2502958 Consulté le 20/04/2023 11:00.

Google earth, 2023

Résumé

RESUME

La recherche effectuée sur l'interaction entre les plantes, les pucerons et les parasitoïdes dans différentes localités de Bouira a permis d'identifier 10 espèces de pucerons liées à 12 plantes hôtes. Nous avons également répertorié cinq espèces de parasites primaires et deux hyperparasites appartenant tous à la famille des Aphidiidae. L'espèce la plus active, *Lysiphlebus testaceipes*, cible jusqu'à six espèces de puceron présentes sur cinq plantes hôtes. Au total, nous avons observé 12 associations entre les parasites, les pucerons et les plants hôtes. L'espèce *Lysiphlebus testaceipes* présente le plus grand nombre d'associations, formant six associations distinctes avec les plantes et leurs pucerons correspondant.

Mots-clés: associations, pucerons, parasites, hyperparasites, Bouira.

ABSTRAIT

The research conducted on the interaction between plants, aphids, and parasitoids in different locations in Bouira has identified 10 aphid species associated with 12 host plants. We have also documented five species of primary parasites and two hyper parasites, all belonging to the Aphidiidae family. The most active species, *Lysiphlebus testaceipes*, targets up to six aphid species found on five host plants. In total, we observed 12 associations between parasites, aphids, and host plants. *Lysiphlebus testaceipes* exhibits the highest number of associations, forming six distinct associations with the corresponding plants and their aphids.

Key words: associations, parasites, aphids, hyperparasites, Bouira.