



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID ELTARF UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم علوم فلاحية
DEPARTMENT OF AGRONOMY SCIENCES



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
« Systèmes de Production Agroécologique »

Thème

Inventaire des pucerons dans la région d'El Tarf (Extrême NE Algérien)

Présenté Par : **TALHIYamina**

Soutenue publiquement le : 15/06/2026

devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Tellailia Salah	Pr	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Président
Toumi Abir	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directeur de mémoire
Boutabia Lamia	Pr	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examineur

Année universitaire : 2025/2026



Remerciements

Je remercie avant tout Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la santé, la patience, la volonté et la force nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus sincères et ma profonde gratitude à mon encadrante, **Madame Abir Toumi**, pour la confiance qu'elle m'a accordée, sa disponibilité, sa patience ainsi que ses précieux conseils. Son encadrement rigoureux, son soutien scientifique et ses encouragements constants ont été déterminants dans la réalisation de ce mémoire.

Mes sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury :

- **Monsieur Salah Tlailia**
- **Madame Lamia Boutabia**

pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail. Leurs remarques et suggestions contribueront sans aucun doute à son enrichissement.

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance à l'ingénieur de laboratoire, **Monsieur Laadjal Abdessetar**, et **Mr Zaidi Raoud**, pour son aide précieuse, sa collaboration technique et sa disponibilité tout au long de cette étude.

À ma chère mère,

Source inépuisable de tendresse, d'amour et de sacrifice. Merci pour tes prières, ton soutien indéfectible et les valeurs que tu m'as transmises. Que ce travail soit le témoignage de ma profonde reconnaissance et de mon immense gratitude.

À mon cher époux,

Pour ta patience, ton soutien constant, tes encouragements et ta présence rassurante tout au long de ce parcours. Merci d'avoir partagé avec moi les moments de doute comme les moments de réussite.

À la famille de mon époux,

Pour leur bienveillance, leur affection et leur soutien moral qui m'ont encouragée à persévérer et à atteindre mes objectifs.

À mes chers frères et sœurs : Bilal, Ayoub, Malak et Houda,

Vous êtes ma force, ma fierté et ma source de bonheur. Merci pour votre présence, votre affection et votre soutien tout au long de mon parcours.

Enfin, je dédie ce travail à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce projet..





Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

À ma très chère mère, Wanesa,
source de tendresse, d'amour et de soutien inconditionnel.
Que Dieu la protège et lui accorde une longue vie.

À mon père, que Dieu lui accorde Sa miséricorde,
dont le souvenir restera à jamais gravé dans mon cœur.
Qu'Allah l'accueille dans Son vaste paradis.

À mon cher époux ainsi qu'à toute sa famille,
pour leur soutien, leurs encouragements et leur bienveillance tout au long de mon parcours.

À mes frères et sœurs : Bilal, Ayoub, Malak et Houda,
avec toute mon affection et ma profonde reconnaissance.

À mes chères amies : Jihane, Houda, Bouchra et Soundes, Manel
en témoignage de notre sincère amitié et des précieux moments partagés.

À toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin,
je dédie humblement ce travail.

Yamina Talhi



Résumé

Les pucerons (Aphididae) sont des insectes hémiptères phytophages largement répandus dans le monde. Leur distribution géographique est très étendue et dépend de nombreux facteurs écologiques, climatiques et biologiques. Ils occupent une grande diversité d'habitats. Ils constituent un groupe d'importance agronomique majeure en raison des dégâts directs qu'ils causent aux cultures et de leur rôle dans la transmission de nombreux virus végétaux. La wilaya d'El Tarf, située au nord-est de l'Algérie, possède une grande diversité écologique caractérisée par des zones humides, des forêts, des terres agricoles et un climat méditerranéen humide. Ces conditions favorisent la prolifération et la diversité des pucerons. L'objectif de ce travail est de dresser un inventaire des principales espèces de pucerons présentes dans deux sites céréaliers de la région d'El Tarf, ainsi que d'étudier leur répartition et leur impact sur les cultures. La distribution des pucerons est le résultat d'une interaction complexe entre facteurs climatiques, biologiques et anthropiques ainsi que le changement climatique. Leur grande capacité d'adaptation et de dispersion explique leur succès écologique et leur importance économique. Comprendre ces mécanismes est essentiel pour développer des stratégies de gestion efficaces.

Mots clés : Pucerons, El Tarf, diversité, impact, inventaire, adaptation.

□

Abstract

Aphids (Aphididae) are phytophagous hemipteran insects widely distributed throughout the world. Their geographic distribution is extensive and depends on numerous ecological, climatic, and biological factors. They occupy a wide variety of habitats. They constitute a group of major agronomic importance due to the direct damage they cause to crops and their role in the transmission of many plant viruses. The wilaya of El Tarf, located in northeastern Algeria, possesses a high degree of ecological diversity characterized by wetlands, forests, agricultural land, and a humid Mediterranean climate. These conditions favor the proliferation and diversity of aphids. The objective of this study is to compile an inventory of the main aphid species present in two cereal-growing sites in the El Tarf region, as well as to study their distribution and impact on crops. The distribution of aphids is the result of a complex interaction between climatic, biological, and anthropogenic factors, including climate change. Their remarkable adaptability and dispersal capacity explains their ecological success and economic importance. Understanding these mechanisms is essential for developing effective management strategies.

Keywords: Aphids, El Tarf, diversity, impact, inventory, adaptation.

الملخص

حشرات المن (Aphididae) هي حشرات نصفية الأجنحة تتغذى على النباتات، وتنتشر على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. يتميز توزيعها الجغرافي باتساعه، ويعتمد على العديد من العوامل البيئية والمناخية والبيولوجية. تسكن هذه الحشرات مجموعة متنوعة من الموائل، وتشكل مجموعة ذات أهمية زراعية بالغة نظرًا للأضرار المباشرة التي تلحقها بالمحاصيل ودورها في نقل العديد من الفيروسات النباتية. تتميز ولاية الطارف، الواقعة شمال شرق الجزائر، بتنوع بيئي كبير، يشمل الأراضي الرطبة والغابات والأراضي الزراعية، فضلاً عن مناخ البحر الأبيض المتوسط الرطب. تُهيئ هذه الظروف بيئة مثالية لتكاثر حشرات المن وتنوعها. يهدف هذا البحث إلى إعداد قائمة بأهم أنواع حشرات المن الموجودة في موقعين لزراعة الحبوب في منطقة الطارف، بالإضافة إلى دراسة توزيعها وتأثيرها على المحاصيل. يُعد توزيع حشرات المن نتاجاً لتفاعل معقد بين العوامل المناخية والبيولوجية والبشرية، بما في ذلك تغير المناخ. وتُفسر قدرتها الملحوظة على التكيف والانتشار نجاحها البيئي وأهميتها الاقتصادية. يُعد فهم هذه الآليات أساسياً لوضع استراتيجيات إدارة فعّالة.

الكلمات المفتاحية: المن، الطارف، التنوع، التأثير، الجرد، التكيف.

SOMMAIRE

Remerciment

Dedicas

Rèsumè

Abstract

الملخص

Introduction.....1

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

I.1. Généralités4

I.2. Classification4

I.2.1. La taxonomies5

I.2.1.1. Les familles principales de la super famille aphioidea5

I.2.1.2. Diversité au sein de la famille des aphidae.....6

I.3. Description morphologique6

I.3.1. Le corps des pucerons7

I.3.1.1. La tête7

I.3.1.2. Antennes.....8

I.3.1.3. Le thorax.....8

I.3.1.4. L'abdomen.....8

I.4. Formes morphologiques.....9

I.4.1. Formes aptères (sans ailes).....9

I.4.2. Formes ailées.....9

I.5. Importance morphologique dans l'identification9

I.6. Biologie	9
I.6.1. Caractères généraux des aphides.....	9
I.6.2. Cycle de vie des pucerons	10
I.6.3. Types de cycles biologiques selon les plantes hôtes.....	11
I.6.3.1. L'Holocycle (Cycle Complet).....	12
I.6.3.2. L'Anholocycle (Cycle Incomplet).....	13
I.6.4. Adaptation aux conditions climatiques.....	13
I.6.5. Dynamique des populations et formation des colonies.....	13
I.7. Reproduction de pucerons	14
I.7.1. Les Modes de reproduction.....	14
I.7.1.1. La Parthénogenèse (Reproduction Asexuée)	14
I.7.1.2. La Reproduction Sexuée.....	14
I.7.2. Régulation thermique et cycles de vie.....	15
I.7.3. Qualité de la plante hôte	15
I.8. Densité de population et signalisation sociale.....	15

Chapitre II. Importance des pucerons et méthodes de lutes

II.1. Importance économique et agronomique des pucerons	16
II.2. Importance écologique des pucerons.....	17
II.2.1. Maillons essentiels des réseaux trophiques.....	17
II.2.2. Production de miellat et interactions symbiotiques	17
II.2.3. Bio-indicateurs de la santé environnementale.....	18
II.2.3. Importance scientifique des pucerons	18

II.2.4. Dégâts	19
II.2.4.1. Les dégâts directs	19
II.2.4.2. Les dégâts indirects	19
II.2.5. Lutte contre les pucerons	20
II.2.5.1. Lutte préventive.....	20
II.2.5.2. Lutte chimique.....	20
II.2.5.3. Méthodes culturales	20
II.2.5.4. Lutte physique et écologie visuelle	21
II.2.5.5. Lutte biochimique	21
II.2.5.6. Lutte biologique	22
II.2.5.6.1. Les Ennemis naturels des pucerons	22
II.2.5.6.2. Prédateurs	22
II.2.5.6.3. Parasitoïdes.....	23
II.2.5.6.4. Pathogènes.....	23

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

III.1.Présentation de la région d'étude	24
III.1.1. Situation géographique de la wilaya d'El Tarf	24
III.1.2.Coordonnées géographiques	24
III.1.3. Relief.....	25
III.1.4. Couvert végétal	26
III.2. Données climatiques de la région d'étude.....	27

III.2.1. Température	27
III.2.2. Le vents	28
III.2.3. Les précipitation	29
III.2.4. L' humidité relative de l air.....	31
III.3. Matériels et méthodes de travail.....	32
III.3. 1 Choix des sites étudiés.....	32
III.3.2. Localisation géographique des sites	33
III.3.2.1. Description de la zone d étude ‘‘Ben M’hidi’’ (Site 1)	33
III.3.2.2. Description de la zone d étude ‘‘Bouhadjar’’ (Site 2)	33
III.3.3. Méthodologie d’échantillonnage des puceron sur terrain.....	34
III.4. Matériel utilisé	35
III.4.1. Matériel végétal	35
III.4.2. Utilisation de pièges jaunes.....	35
III. 4.3. Matériel du laboratoire.....	35
III.4.3.1. Méthode d’échantillonnage des pucerons ailés.....	36
III.4.3.2. Méthode d’échantillonnage des pucerons aptères.....	36
III.5. Méthodes de travail au laboratoire	36
III.5.1. Examen des feuilles infestées par pucerons	37
III.5.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques	37
III.5.2.1. Indices écologiques de composition.....	38
III.5.2.2. Richesses spécifique (S).....	38
III.5.2.3. Fréquence centésimale (Abondance relatives des espèces inventoriées).....	38

III.5.2.4.Indice de diversité de Shannon (Indice de Shannon).....	38
III.5.2.5. Indice d'équitabilité (E).....	39

Chapitre IV. Ressautas et discussion

IV.1. Résultats de l'échantillonnage des pucerons ailés recensés dans la région d El Tarf.....	39
IV.1.2. Inventaire global des pucerons	39
IV.2. Résultats de l'Inventaire du milieu céréalier	39
IV.2.1. Abondance des espèces recensées.....	41
IV.2.2. Fréquencecentésimale des espèces ou abondance relative (%)	43
IV.2.3. Dynamique des populations au cours du temps.....	43
IV.2.3. Répartition des espèces selon les cultures.....	44
IV.2.4. Dynamique des populations.....	45
IV.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition.....	45
IV.3.1. Richessespécifique (S).....	45
IV.3.2. Indice de diversité de Shannon (Indice de Shannon).....	46
IV.3.3. Indice d'équitabilité (E = 0,92).....	46
IV.3.4. Répartition des pucerons selon les deux communes prospectées.....	47
IV.4. Principaux ravageurs puceronsinventoriées.....	48
VI.4.1. Description des espèces d'ennemis naturelles recensées.....	48
IV.2.2. Autres ravageurs outre les pucerons.....	49
IV.2.3.Ennemis naturels (Prédateurs et parasites).....	50
Discussion generale.....	52
Conclusion.....	53

Références bibliographiques.....	55
----------------------------------	----

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie générale d'un puceron aptère (à gauche) et ailé (à droite (INRA.2016).....	7
Figure 2 : Tête de puceron (Hullè , 2020).....	7
Figure 3 : Antennes des pucerons (INRA, 2024).....	8
Figure 4 : Stade de développement des pucerons (Godin et Boivin, 2022).....	10
Figure 5 : Représentation schématique du cycle de vie despucerons (INRA, 2018).....	11
Figure 6 : Production de miellat par les pucerons et interactions symbiotiques(Talhi Y., 2026)	18
Figure 7: piégeage chromatique jaune (Riddick E .W., 2024).....	21
Figure 8 : Ennemis naturels des pucerons (a: <i>Coccinella algerica</i> ; b: Adulte d' <i>Episyrphus balteatus</i> ; c: Adulte de <i>Chrysoperla carnea</i>) (Site 1).....	22
Figure 9 : Adulte d' <i>Aphelinus malipondant</i> dans un puceron(INRA,2009).....	24
Figure 10 : puceron piégé par un champignon Entomophthorales (INRA, 2018).....	24
Figure 11 : Carte topographique de la wilaya d'El Tarf (DGF, 2020).....	25
Figure 12 : Modèle numérique de terrain de la wilaya d'El Tarf (DGF, 2020).....	26
Figure 13 : Formations forestières de la wilaya d'El Tarf (DGF,2020).....	27
Figure 14:. Températures moyennes maximales (max), moyennes minimales (min) etmoyennes mensuelles enregistrées dans la région d' El Tarf durant la période Janvier - Décembre 2025 (WeatherSpark, 2025).....	28
Figure 15:. Probabilité dePrécipitations moyennes mensuelles en (mm) enregistrées dans la région d'El Tarf durant l'année 2020- 2026 (WeatherSpark, 2026).....	30
Figure 16: L'humidité de la région d' El Tarf durant les années 2020-2026 (WeatherSpark (2026).....	31
Figure 17: Situation géographique de la commune de Ben M'hidi (Site 1)(Googel Maps, 2026).....	33
Figure 18:. Localisation géographique de la commune de Bouhadjar (Site d'étude 2) (Googel Maps, 2026).....	34
Figure 19:. post Berber (Talhi y., 2026).....	35

Figure 20: Loup binoculaire stèreomicroscope(Talhi y., 2026).....	36
Figure 21: Effectifsdes espèces aphidiennes inventoriées dans la wilaya d El Tarf.....	40
Figure22 : Abondance des espèces recensées au niveau des deux site étudié.....	42
Figure 23 : Évolution mensuelle des effectifs des pucerons recensée dans notre étude.....	44
Figure 24 : Indices écologiques de composition dans la région d El Tarf.....	47
Figure 25 : Répartition spatiale des populations de pucerons capture.....	48
Figure26 : <i>Sitobion avenae</i> (Talhi Y., 2026).....	48
Figure 27 : <i>Rhopalosiphum padi</i> (Talhi Y., 2026).....	48
Figure28 : <i>Metopolophium dirhodum</i> (Talhi Y., 2026).....	49
Figure 29 : <i>Schizaphis graminum</i> (Talhi Y., 2026).....	49
Figure 30 : <i>Eurygaster integriceps</i> (Talhi Y.2026).....	49
Figure 31 : <i>Oulema melanopus</i> (Talhi Y., 2026).....	50
Figure 32 : <i>Coccinella septempunctat</i> (Talhi Y., 2026).....	50

Introduction

Introduction

Introduction

L'agriculture constitue l'un des secteurs économiques les plus importants, car elle fournit à l'homme la nourriture et les matières premières indispensables à la vie, tout en jouant un rôle majeur dans le développement économique et la sécurité alimentaire. Cependant, la production agricole fait face à de nombreux défis et facteurs qui peuvent affecter sa quantité et sa qualité. Parmi les facteurs les plus critiques figurent les ravageurs insectes, responsables de pertes importantes dans les cultures à travers le monde. Les insectes sont parmi les organismes les plus répandus dans les écosystèmes agricoles et jouent des rôles écologiques multiples, pouvant être bénéfiques ou nuisibles pour les plantes cultivées (Blackman & Victor F. Eastop, 2000).

Parmi les insectes nuisibles représentant un risque majeur pour la production agricole, on trouve les pucerons, appartenant à la famille Aphididae de l'ordre Hemiptera. Ces insectes se caractérisent par leur petite taille (généralement entre 1 et 4 mm), leur corps mou et leurs couleurs variées, qui peuvent être vertes, noires ou brunes. Ils possèdent également une grande capacité de reproduction rapide et une forte adaptation aux conditions environnementales, ce qui en fait l'un des insectes les plus répandus dans les champs agricoles (Blackman & Victor F. Eastop, 2000).

Les pucerons vivent généralement en colonies denses sur les parties aériennes des plantes, comme les feuilles, les tiges et les bourgeons floraux. Ils se nourrissent de la sève végétale à l'aide d'un appareil buccal piqueur-suceur, ce qui affaiblit la plante et réduit sa capacité à croître et à se développer. L'activité alimentaire des pucerons provoque divers symptômes sur les plantes, notamment jaunissement des feuilles, déformation des organes et retard de croissance, entraînant ainsi des pertes économiques significatives (Blackman & Victor F. Eastop, 2000).

En plus des dommages directs causés par l'alimentation, les pucerons produisent une substance sucrée appelée miellat. Cette substance s'accumule sur la surface des feuilles et des tiges, favorisant le développement de certaines champignons superficiels, tels que la fumagine, ce qui réduit la capacité de la plante à effectuer la photosynthèse normalement et

Introduction

entraîne une baisse supplémentaire de la croissance et de la productivité des cultures (Helmut F. van Emden & Richard Harrington, 2017).

Les pucerons sont également parmi les principaux vecteurs biologiques de virus végétaux, capables de transmettre un grand nombre de virus pathogènes aux plantes lors de l'alimentation. Ces virus affectent des cultures importantes, ce qui justifie l'importance de leur étude et de leur gestion dans la protection des plantes (Helmut F. van Emden & Richard Harrington, 2017).

L'utilisation des produits chimiques contre les espèces aphidiennes posent de graves problèmes à l'environnement en raison de leur grande toxicité, un sérieux problème se pose quant à l'efficacité à long terme de ces produits qui se manifeste par un développement de la résistance (Deferera et *al.*, 2000).

Une autre caractéristique biologique importante des pucerons est leur capacité élevée de reproduction, qui peut se faire par deux modes : reproduction sexuée et reproduction asexuée (parthénogenèse). Dans des conditions environnementales favorables, notamment au printemps et en été, les femelles peuvent produire de nouveaux individus sans fécondation, ce qui permet une augmentation rapide des populations et la formation de colonies denses sur les plantes cultivées (Dixon, 1998).

Sur le plan écologique, les pucerons entretiennent des relations symbiotiques avec d'autres organismes vivants. Par exemple, certaines espèces de fourmis protègent les pucerons des ennemis naturels en échange du miellat produit par ces insectes. De plus, de nombreux prédateurs et parasitoïdes régulent naturellement les populations de pucerons, tels que les coccinelles (Coccinellidae), les chrysopes (Chrysopidae) et les syrphes (Syrphidae), jouant un rôle clé dans la lutte biologique et réduisant la nécessité d'utiliser des pesticides chimiques (Dedryver et *al.*, 2010).

Compte tenu de l'importance économique et écologique des pucerons, l'étude de leur diversité biologique et de leur distribution dans les zones agricoles constitue une étape essentielle pour comprendre leur dynamique de population et leur impact sur les cultures. La réalisation d'un inventaire des espèces de pucerons dans une région donnée permet de déterminer les espèces présentes, d'identifier leurs plantes hôtes et d'étudier leur distribution dans différentes cultures (Helmut F. van Emden & Richard Harrington, 2017).

Introduction

L'objectif principal de cette étude est de réaliser un inventaire des espèces de pucerons présentes dans les parcelles de céréales de la wilaya d'El Tarf, en identifiant les plantes hôtes et en analysant leur distribution dans la culture. Ce travail vise également à améliorer les connaissances scientifiques sur ces insectes et à fournir des informations pouvant être utilisées pour développer des stratégies efficaces de lutte contre les pucerons et limiter leur impact sur la production agricole.

Cette approche est considérée comme l'une des stratégies modernes les plus efficaces pour atteindre une agriculture durable et maintenir l'équilibre écologique dans les systèmes agricoles (FAO, 2003).

Notre étude est scindée en quatre chapitres structurés comme suit : Le premier est consacré à un aperçu général sur les pucerons, ainsi dans le deuxième chapitre, nous présenterons l'importance des pucerons et méthodes de lutttes. Le troisième chapitre est réservé à la présentation du matériel utilisé, ainsi que les méthodes employées lors de la réalisation de ce présent travail. Le quatrième chapitre nous présenterons les résultats obtenus et leurs discussions.

En fin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale.

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

I.1. Généralités

Les pucerons représentent une menace sérieuse pour de nombreuses cultures, appartenant à l'ordre des Hémiptères, figurent parmi les exemples les plus marquants d'arthropodes ayant un impact négatif sur les cultures agricoles. Ils appartiennent à la famille des Aphididae. Ces insectes possèdent des caractéristiques biologiques uniques, notamment une grande capacité de reproduction rapide par parthénogenèse et un mécanisme d'alimentation spécialisé utilisant un rostre piqueur-suceur, ce qui entraîne un affaiblissement de la plante et divers troubles physiologiques (Aphids as Crop Pests_HelmutF.van Emden& Richard Harrington ,2017).

I.2. Classification

Les pucerons constituent un groupe important d'insectes phytophages appartenant à la famille des Aphididae. Ils sont classés dans le règne animal et font partie des arthropodes, caractérisés par la présence d'un exosquelette chitineux et d'appendices articulés. Podsiadlowski (2016) et Favret (2017), classent les pucerons comme suit:

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre: Sternorrhyncha

Super-famille : Aphidoidea

Famille : Aphidida

Sous-embranchement : Mondibullata

Super- classe : Tracheata

Sous-famille : Aphidinae, Lachninae , Myzocallidinae

Tribu : Aphidini , Macrosiphini , Tramini

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

(Forero D. et Weirauch C., 2022).

I.2.1. La taxonomies

Les pucerons constituent un groupe majeur d'insectes phytophages présentant une importance écologique et économique considérable, notamment dans les agroécosystèmes. Ils appartiennent à l'ordre des **Hémiptères (Hemiptera)** et se caractérisent par un appareil buccal de type piqueur-suceur, adapté à l'extraction de la sève élaborée (phloème) des plantes. Leur classification repose sur une combinaison de critères morphologiques (structure des antennes, présence des cornicules) et biologiques, incluant la complexité des cycles de vie et la spécificité des plantes hôtes (Blackman & Eastop, 2020 ; Favret, 2022 ; Moran et al., 2019).

I.2.1.1. Les familles principales de la super famille aphioidea

Selon les classifications actuelles, ce groupe est divisé en trois familles distinctes, présentant des adaptations biologiques et morphologiques spécifiques :

Tableau 1. Les principales familles de la super famille aphioidea

(Blackman et Eastop, 2022; Tomanovic et al., 2023).

Famille	Caractéristiques principales	Genres types
Aphididae	Présence fréquente de cornicules ; antennes de 5-6 articles	Aphis, Myzus
Adelgidae	Absence de cornicules ; inféodés exclusivement aux conifères	Adelges, Sacchiphantes
Phylloxeridae	Nervation alaire simplifiée ; tendance à la formation de galles	Phylloxera, Viteus

I.2.1.2. Diversité au sein de la famille des aphididae

La famille des aphididae est la plus diversifiée et organisée en sous familles selon leurs niches écologiques et leurs plantes hôtes :

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

Tableau 1. Les principales sous-familles de la super-famille aphididae

(Kanturski et *al.*, 2021 ; le trionnaire et *al.*, 2023).

Sous famille	Caractéristiques et écologie	Genres notables
Aphidinae	La plus vaste, diversité élevée d'adaptations trophiques.	Aphis, Myzus
Eriosomatinae	Connus sous le nom de (pucerons laineux) ; souvent radiculicoles.	Eriosoma, Pemphigus
Lachninae	Espèces de grande taille, inféodées aux arbres forestiers.	Cinara, Lachnus
Drepanosiphinae	Capables de sauter ; adaptés au feuillage des arbres	Drepanosiphum
Chaitophorinae	Spécialisés sur les salicaceae et aceraceae	Chaitophorus
Anoeciinae	Associés aux racines des graminées (poaceae)	Anoecia

I.3. Description morphologique

Les pucerons sont des insectes de petite taille, généralement compris entre 1 et 4 mm, avec un corps mou, souvent de forme piriforme (en forme de poire). Leur couleur varie selon les espèces et les conditions environnementales, allant du vert au jaune, en passant par le noir et le brun. (Hull M., Turpeau E. et Chaubet B., 2020).

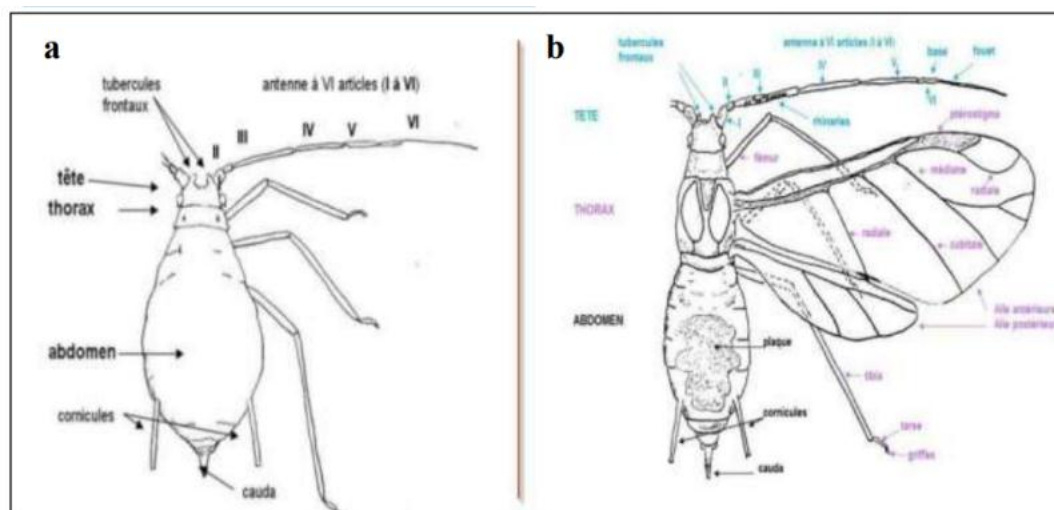


Figure 1. Morphologie générale d'un puceron aptère (à gauche) et ailé (à droite)
(INRA, 2016).

I.3.1. Le corps des pucerons

I.3.1.1. La tête

Chez les pucerons , la tête est généralement bien séparée du thorax dans les formes ailées ,alors que chez les aptères celle-ci est fusionnée dans la continuité du corps, porte les antennes, généralement longues et segmentées, ainsi que les pièces buccales de type piqueur-suceur. (Hullè , M , Turpeau , E, et Chaubet , B.2020).

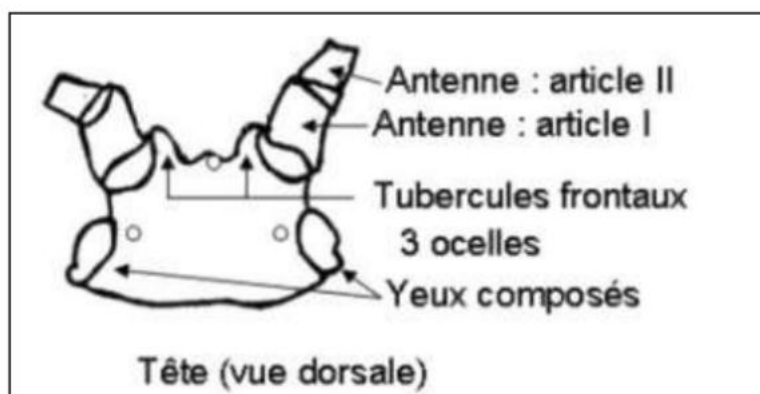


Figure 2. Tête de puceron (Hullè , 2020).

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

I.3.1.2. Antennes

Les antennes chez les pucerons (Aphididae) sont insérées sur le front ou sur des protubérances appelées tubercules frontaux. Elles sont généralement composées de 3 à 6 articles de longueur variable, le dernier étant souvent le plus long. Cet article terminal est constitué d'une partie basale légèrement renflée et d'une partie distale appelée processus terminalis. Par ailleurs, certains segments antennaires portent des organes sensoriels spécialisés, de forme circulaire, ovale ou aplatie, appelés sensoria ou rhinaria, qui jouent un rôle essentiel dans la perception des stimuli environnementaux (Van Emden, H. F., & Richard Harrington, R., 2017).

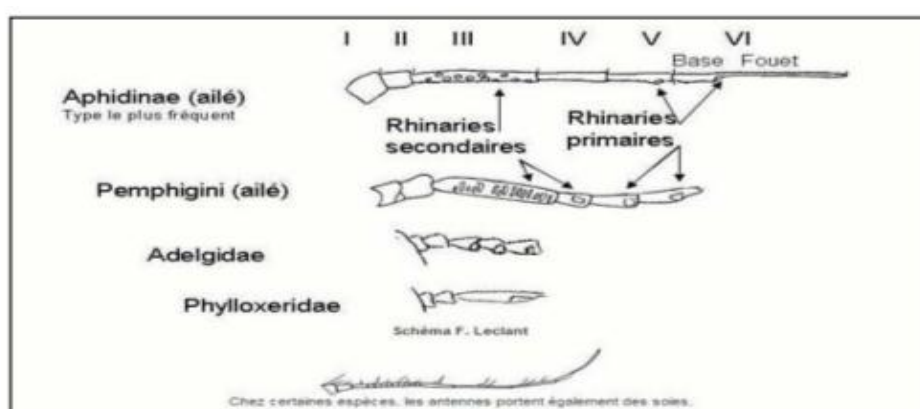


Figure 3. Antennes des pucerons (INRA, 2024).

I.3.1.3. Le thorax

Le thorax supporte les pattes et, chez certaines formes des pucerons ailes, (Favret et Qiao, 2023).

I.3.1.4. L'abdomen

L'abdomen contient les organes digestifs et reproducteurs, et porte des structures caractéristiques (Favret et Qiao 2023).

Parmi les éléments morphologiques distinctifs des pucerons, on trouve :

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

- **Les cornicules:** Ce sont deux structures tubulaires situées sur la partie dorsale de l'abdomen. Elles sécrètent des substances chimiques jouant un rôle dans la défense contre les prédateurs. (Li et al., 2024).

- **Le cauda:** Structure terminale située à l'extrémité de l'abdomen, jouant un rôle dans l'excrétion du miellat et parfois dans la communication (Wang et Zhang, 2025).

- **Le rostre:** Appareil buccal de type piqueur-suceur, permettant aux pucerons de perforer les tissus végétaux et d'atteindre le phloème pour aspirer la sève (Smith et Miller, 2022).

I.4. Formes morphologiques

Les pucerons présentent un polymorphisme important, avec deux formes principales :

I.4.1. Formes aptères (sans ailes): dominantes dans les colonies, adaptées à la reproduction rapide.

I.4.2. Formes ailées: apparaissent en cas de surpopulation ou de conditions défavorables, permettant la dispersion vers de nouvelles plantes hôtes.

I.5. Importance morphologique dans l'identification

Les caractères morphologiques tels que la forme des cornicules, la longueur des antennes et la structure du corps sont essentiels pour l'identification taxonomique des espèces de pucerons en entomologie agricole (Helmut F. Van Emden & Richard Harrington, 2017).

I.6. Biologie

I.6.1. Caractères généraux des aphides

Les pucerons sont hémimétaboles (Figure 4), les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement, ils sont gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fredon, 2008). Le développement larvaire des pucerons peut être schématisé comme ci-dessous:

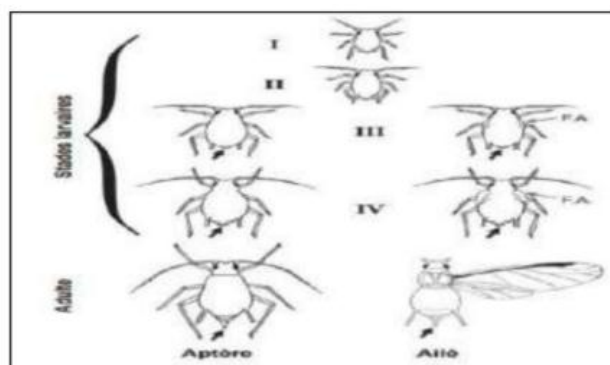


Figure 4. Stade de développement des pucerons (Godin et Boivin, 2022).

I.6.2. Cycle de vie des pucerons

Le cycle de vie des pucerons se caractérise par un mode de reproduction complexe appelé hétérogoniemarké par l'alternance entre des générations sexuées et asexuées (parthénogénétiques). Cette stratégie biologique confère aux pucerons un avantage adaptatif considérable, en leur permettant d'exploiter rapidement les ressources disponibles. En conditions favorables, la reproduction asexuée domine largement, entraînant une croissance exponentielle des populations en un temps très court (Blackman & Eastop, 2020 ; Dedryver et *al.*, 2017).

Les femelles issues de la reproduction sexuée sont généralement ovipares pondant des œufs capables de résister aux conditions environnementales défavorables. En revanche, les femelles parthénogénétiques sont vivipares, donnant naissance à des larves vivantes déjà aptes à se nourrir et à se déplacer. Ce mode de reproduction accélère fortement la colonisation des plantes hôtes en supprimant le stade œuf durant les périodes favorables (Simon et *al.*, 2021; Dixon, 2022).

Le cycle biologique des pucerons est également marqué par un polymorphisme morphologique, caractérisé par l'existence de formes ailées et aptères. Les individus ailés jouent un rôle essentiel dans la dispersion et la colonisation de nouveaux habitats, notamment lorsque les conditions deviennent défavorables (forte densité, dégradation de la plante hôte). Ce phénomène est fortement influencé par des facteurs environnementaux (Braendle et *al.*, 2018; Ogawa & Miura, 2016).

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

Chez de nombreuses espèces, le cycle de vie implique une alternance d'hôtes végétaux (hétéroécie). Les œufs d'hiver sont généralement déposés sur un hôte primaire (souvent une plante ligneuse), tandis que les générations parthénogénétiques se développent au printemps et en été sur un hôte secondaire (souvent une plante herbacée). Ce mécanisme permet une exploitation optimale des ressources végétales au cours de l'année (Leather, 2018 ; Blackman & Eastop, 2020).

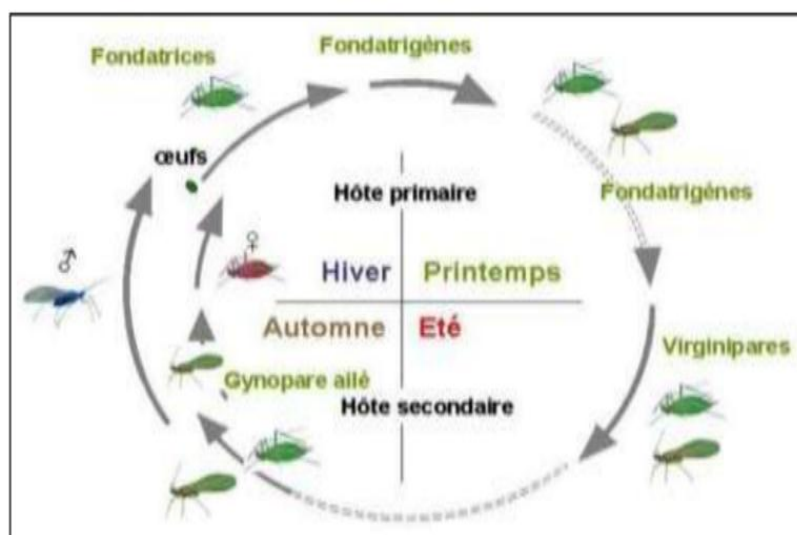


Figure 5. Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (INRA, 2018).

I.6.3. Types de cycles biologiques selon les plantes hôtes

En fonction de leur relation avec les plantes hôtes, les pucerons présentent différents types de cycles de vie.

Certaines espèces ont perdu la reproduction sexuée et sont dites anholocycliques, se reproduisant exclusivement par parthénogenèse tout au long de l'année (Simon et *al.*, 2021 ; Dedryver et *al.*, 2017). La complexité de la reproduction des pucerons s'exprime pleinement à travers la diversité de leurs cycles biologiques. On distingue principalement deux grands types de cycles, qui peuvent eux-mêmes présenter des variations.

I.6.3.1. L'Holocycle (Cycle Complet)

Un cycle holocyclique est caractérisé par l'alternance d'une phase de reproduction sexuée (généralement automnale) et de plusieurs générations de reproduction asexuée (printanières et estivales). Le cycle débute au printemps avec l'éclosion de l'œuf d'hiver. La femelle qui en est issue est appelée fondatrice. Elle est presque toujours aptère (sans ailes) et

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

initie la lignée clonale. Ses descendantes, les fondatrigenes, se multiplient rapidement. Au fil des générations, la proportion d'individus ailés augmente, permettant la dispersion et la colonisation de nouvelles plantes.

À l'automne, des femelles spécifiques appelées sexupares apparaissent. Elles ont pour rôle d'engendrer la génération sexuée. Les sexupares peuvent être andropares (produisant des mâles), gynopares (produisant des femelles ovipares) ou amphotères (produisant les deux sexes). L'holocycle peut se dérouler selon deux modalités en fonction de la relation avec la plante hôte:

Tableau 3. Types de cycles biologiques selon les plantes hôtes (d'holocycle) (INRA, 2018).

Type d'holocycle	Description	Exemple
Monoecique	L'ensemble du cycle de développement s'effectue sur une seule espèce de plante ou des espèces très proches	Le puceron du chou (<i>Brevicoryne brassicae</i>)
Dioecique	Le cycle implique une alternance obligatoire entre un hôte primaire (souvent un arbre ou un arbuste où a lieu la reproduction sexuée et la ponte de l'oeuf d'hiver) et un ou plusieurs hôtes secondaires (souvent des plantes herbacées colonisées en été).	Le puceron vert du pècher (<i>Myzus persicae</i>)

I.6.3.2. L'Anholocycle (Cycle Incomplet)

Dans certaines conditions, la phase de reproduction sexuée disparaît complètement. Les pucerons se reproduisent alors exclusivement par parthénogenèse tout au long de l'année.

Ce type de cycle est appelé anholocycle. L'anholocyclie est particulièrement fréquente dans les régions tropicales ou sous des climats tempérés très doux, où les hivers ne sont pas assez rigoureux pour nécessiter la production d'œufs de résistance.

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

De nombreuses espèces de pucerons ravageurs présentent des populations anholocycliques dans les serres ou dans les régions méridionales. Il est intéressant de noter qu'au sein d'une même espèce, certaines populations peuvent être holocycliques tandis que d'autres sont anholocycliques, en fonction des pressions environnementales locales (INRA, 2018).

I.6.4. Adaptation aux conditions climatiques

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent généralement un cycle annuel complet (holocycle), avec hibernation sous forme d'œufs résistants au froid, pouvant supporter des températures très basses (jusqu'à environ -10 °C voire moins). Dans certains cas, ils peuvent hiverner sous forme de femelles adultes. Au printemps, les œufs éclosent et donnent naissance à des femelles fondatrices qui initient de nouvelles colonies (Dixon, 2022; Leather, 2018).

I.6.5. Dynamique des populations et formation des colonies

Les pucerons possèdent une capacité de reproduction extrêmement élevée. Une seule femelle peut produire quotidiennement plusieurs descendants par parthénogenèse, entraînant une croissance rapide des populations. Ces individus colonisent principalement les feuilles, les jeunes pousses et parfois les fleurs. Lorsque les conditions deviennent défavorables, la production de formes ailées permet la dispersion vers de nouvelles plantes hôtes, contribuant ainsi à leur statut de ravageurs agricoles majeurs (Simon *et al.*, 2021 ; Braendle *et al.*, 2018).

I.7. Reproduction de pucerons

Les pucerons, insectes de l'ordre des Hémiptères, possèdent des mécanismes de reproduction parmi les plus fascinants et complexes du règne animal. Leur capacité à alterner entre reproduction sexuée et asexuée, couplée à des cycles de vie adaptés à leur environnement, leur confère un avantage évolutif majeur.

I.7.1. Les Modes de reproduction

Les pucerons se distinguent par leur capacité à utiliser deux modes de reproduction distincts, chacun répondant à des impératifs écologiques spécifiques.

I.7.1.1. La Parthénogenèse (Reproduction Asexuée)

Chapitre I. Généralités sur les pucerons

Durant la majeure partie de la saison favorable (printemps et été), les pucerons se reproduisent par parthénogenèse. Ce mode de reproduction asexuée permet aux femelles de produire une descendance sans l'intervention de mâles ni fécondation. Les femelles parthénogénétiques sont vivipares, ce qui signifie qu'elles donnent naissance directement à des larves actives, capables de s'alimenter et de se déplacer immédiatement.

Ce processus génère des clones parfaits de la mère. L'absence de stade œuf et la viviparité permettent un développement extrêmement rapide des populations. Une femelle peut produire plusieurs dizaines de larves au cours de sa vie, et ces larves atteignent la maturité sexuelle en quelques jours seulement. Cette stratégie de reproduction explosive est la raison pour laquelle les pucerons peuvent coloniser rapidement les cultures et causer des dégâts importants (INRA, 2018).

I.7.1.2. La Reproduction Sexuée

À l'approche de la saison défavorable, généralement à l'automne dans les régions tempérées, les pucerons modifient leur stratégie reproductive. Des individus sexués, mâles et femelles ovipares, font leur apparition. Après l'accouplement, les femelles pondent des œufs fécondés. Ces œufs, souvent déposés sur les parties ligneuses des plantes hôtes, entrent en diapause. Ils constituent une forme de résistance essentielle pour survivre aux rigueurs de l'hiver. Au printemps suivant, l'éclosion de ces œufs donnera naissance à de nouvelles femelles parthénogénétiques, relançant ainsi le cycle asexué. La reproduction sexuée, bien que moins productive en termes de nombre d'individus, est cruciale car elle assure le brassage génétique et la survie de l'espèce face au froid. (INRA, 2018).

I.7.2. Régulation thermique et cycles de vie

La température joue un rôle déterminant dans la plasticité du cycle biologique. Dans les zones à hivers doux, comme certaines régions méditerranéennes, les températures constantes permettent le maintien d'une reproduction parthénogénétique continue, connue sous le nom d'anholocyclie. Cette stratégie permet une exploitation ininterrompue des ressources végétales, bien que cette dynamique soit de plus en plus perturbée par les changements climatiques globaux (Chen et al., 2023).

I.7.3. Qualité de la plante hôte

La sénescence ou le stress hydrique de la plante hôte modifient la composition chimique de la sève élaborée (phloème), notamment le ratio entre acides aminés et sucres. Ces altérations sont détectées par les récepteurs sensoriels (chémorécepteurs) situés au niveau du stylet de l'aphide. Une dégradation de la qualité nutritionnelle stimule alors la production de amorphes ailés (alates), permettant à la colonie de migrer vers des hôtes plus favorables (Tjallingii, 2022) .

I.8. Densité de population et signalisation sociale

La forte densité de population au sein d'une colonie agit comme un signal mécano-sensoriel. Les contacts physiques répétés entre individus déclenchent des voies de signalisation neuro-hormonales qui induisent le développement d'ailes. Cette réponse, dépendante de la densité, favorise la dispersion avant que la compétition intraspécifique pour les ressources ne devienne critique et que la colonie ne s'épuise (Dittmer et *al.*, 2024).

Chapitre II. Importance des pucerons

ET méthodes de luttes

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

Introduction

Les pucerons occupent une place centrale dans les écosystèmes, tant par leur rôle écologique que par leur impact économique majeur sur l'agriculture.

II.1. Importance économique et agronomique des pucerons

Les pucerons figurent parmi les ravageurs les plus redoutables des systèmes agricoles à l'échelle mondiale. Leur importance économique découle principalement de leur mode d'alimentation phloémophage, de leur forte capacité reproductive et de leur rôle majeur dans la transmission des agents phytopathogènes. Grâce à leur stylet buccal spécialisé, les pucerons prélèvent directement la sève élaborée des plantes, entraînant un déséquilibre physiologique caractérisé par une diminution des réserves glucidiques et azotées. Cette activité trophique provoque des déformations foliaires, un ralentissement de la croissance végétative ainsi qu'une réduction importante du rendement et de la qualité des productions agricoles (Blackman et Eastop, 2020 ; Van Emden et Harrington, 2023).

L'un des impacts les plus critiques des pucerons réside dans leur capacité à transmettre de nombreux phytovirus. Les Aphididae sont considérés comme les principaux vecteurs de virus végétaux dans les agroécosystèmes, assurant la dissémination de plus de 50 % des virus connus chez les plantes cultivées. Parmi les maladies les plus importantes figurent le virus de la mosaïque du concombre (CMV), le virus Y de la pomme de terre (PVY) et le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV). Ces infections peuvent provoquer des pertes économiques considérables, parfois totales dans certaines cultures sensibles (Ferre et Moreno, 2020 ; Nancarrow et al., 2021).

Les pucerons produisent également du miellat, une substance riche en sucres favorisant le développement de champignons saprophytes responsables de la fumagine. Cette couche noirâtre réduit l'activité photosynthétique et diminue la valeur commerciale des fruits et légumes. Dans les cultures fruitières et maraîchères, cette dépréciation qualitative représente un enjeu économique majeur (Dreistadt, 2020 ; Hullé et al., 2022).

Par ailleurs, le développement de résistances aux insecticides constitue aujourd'hui une problématique importante dans la gestion des populations de pucerons. L'espèce *Myzus persicae* présente des résistances multiples à plusieurs familles chimiques, notamment les néonicotinoïdes et les pyréthrianoïdes. Cette adaptation réduit l'efficacité des traitements

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

phytosanitaires et augmente les coûts de production agricole (Bass et *al.*, 2021 ; Silva et *al.*, 2022).

II.2. Importance écologique des pucerons

II.2.1. Maillons essentiels des réseaux trophiques

Malgré leur réputation de ravageurs, les pucerons occupent une position écologique fondamentale au sein des écosystèmes terrestres. Ils assurent le transfert de biomasse végétale vers les niveaux trophiques supérieurs en servant de ressource alimentaire à de nombreux organismes aphidiphages. Les coccinelles, les syrphes, les chrysopes ainsi que plusieurs espèces d'araignées dépendent fortement des populations de pucerons pour leur développement et leur reproduction (Hodek et Honěk, 2023 ; Lazzari et *al.*, 2020).

Les pucerons constituent également des hôtes indispensables pour les hyménoptères parasitoïdes appartenant à la sous-famille des Aphidiinae. Ces parasitoïdes pondent leurs œufs à l'intérieur du corps du puceron, provoquant progressivement sa transformation en « momie ». Ces interactions contribuent au contrôle biologique naturel des populations dans les agroécosystèmes (Sadeghi et *al.*, 2023 ; Starý et *al.*, 2021).

En outre, plusieurs espèces d'oiseaux insectivores utilisent les pucerons comme source protéique essentielle durant la période de nourrissage des oisillons. Leur abondance saisonnière participe ainsi au maintien des chaînes alimentaires dans les milieux naturels et agricoles (Lazzari et *al.*, 2020).

II.2.2. Production de miellat et interactions symbiotiques

Le miellat produit par les pucerons représente une ressource énergétique importante dans de nombreux écosystèmes. Cette substance riche en glucides favorise des interactions mutualistes complexes, notamment avec les fourmis. Dans cette relation appelée trophobie, les fourmis protègent les colonies de pucerons contre les prédateurs et parasitoïdes en échange du miellat qu'elles récoltent. Cette association influence la dynamique des communautés d'insectes et la distribution des populations sur les plantes hôtes (Hogervorst et *al.*, 2021).

Le miellat constitue également une source alternative de nourriture pour certains pollinisateurs, notamment durant les périodes de faible disponibilité florale ou de sécheresse.

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

Les abeilles et d'autres hyménoptères peuvent exploiter cette ressource pour couvrir leurs besoins énergétiques (Hogervorst et *al.*, 2021).



Figure 6. Production de miellat par les pucerons et interactions symbiotiques
(Talhi Y., 2026).

II.2.3. Bio-indicateurs de la santé environnementale

En raison de leur cycle biologique court et de leur forte sensibilité aux variations environnementales, les pucerons sont considérés comme d'excellents bio-indicateurs écologiques. Les fluctuations de leurs populations renseignent sur l'état physiologique des plantes, les conditions climatiques et les perturbations des agroécosystèmes. Une augmentation anormale des infestations peut refléter un déséquilibre nutritionnel ou hydrique des cultures (Tomanović et *al.*, 2022).

La diversité spécifique des pucerons et de leurs parasitoïdes permet également d'évaluer la biodiversité fonctionnelle d'un habitat donné. Ces organismes sont donc largement utilisés dans les études écologiques et les programmes de surveillance environnementale (Tomanović et *al.*, 2022).

II.2.3. Importance scientifique des pucerons

Les pucerons représentent des modèles biologiques particulièrement importants dans les recherches en écologie évolutive, génétique et physiologie des insectes. Leur capacité à alterner entre reproduction sexuée et parthénogénétique constitue un exemple remarquable de plasticité adaptative. Cette alternance permet aux chercheurs d'étudier les mécanismes de réponse aux variations environnementales et climatiques (Holeki et Züst, 2024).

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

Les Aphididae sont également utilisés comme modèles d'étude des relations symbiotiques intracellulaires grâce à leur association avec la bactérie endosymbiotique *Buchnera aphidicola*. Cette bactérie fournit aux pucerons plusieurs acides aminés essentiels absents de la sève végétale. Cette relation constitue aujourd'hui l'un des modèles les plus étudiés en biologie évolutive et en coévolution hôte-symbiote (Douglas, 2022 ; Holeki et Züst, 2024).

II.2.4. Dégâts

Les pucerons sont en effet des parasites majeurs des plantes dans le monde entier. Ils peuvent alors avoir des conséquences économiques très négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture. Leurs activités alimentaires peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et al., 2004). Les pertes causées par les pucerons peuvent être classées en deux types de dégâts :

II.2.4.1. Les dégâts directs

Les pucerons se nourrissent de la sève des plantes à l'aide de leur stylet buccal, perforant ainsi les tissus végétaux. Cette extraction de sève peut affaiblir la plante, entraînant un retard de croissance, un jaunissement des feuilles, une déformation des tiges et des feuilles, voire la mort de la plante dans les cas extrêmes (Christelle, 2007). Selon Qubbaj et al., (2004), une infestation importante peut également réduire la quantité de chlorophylle produite par la plante, ce qui diminue sa capacité à effectuer la photosynthèse, donc à produire des hydrates de carbone essentiels pour sa croissance et son développement.

II.2.4.2. Les dégâts indirects

Les pucerons sécrètent une substance collante appelée le miellat, qui peut recouvrir les feuilles, les tiges et les fruits des plantes infestées. Ce miellat peut favoriser la croissance de champignons tels que la fumagine, qui forme une couche noire sur les parties de la plante touchées. Cette fumagine peut bloquer la lumière nécessaire à la photosynthèse, réduisant ainsi la capacité de la plante à produire de l'énergie (Christelle, 2007). De plus, le miellat attire souvent les fourmis et d'autres insectes, ce qui peut entraîner des problèmes supplémentaires, pour la plante et aggraver les dommages causés par les pucerons eux-mêmes.

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

II.2.5. Lutte contre les pucerons

II.2.5.1. Lutte préventive

La lutte préventive contre les pucerons repose sur diverses pratiques agricoles, et sur le maintien de la santé des cultures. Cela peut inclure des techniques, telles que l'enfouissement des plantes pendant l'hiver si elles ont été infestées par des œufs de pucerons, ainsi que l'élimination des mauvaises herbes qui pourraient servir d'hôtes aux ravageurs au début du printemps (Wang et *al.*, 2000 ; Lambert, 2005).

II.2.5.2. Lutte chimique

Les méthodes de lutte chimique contre les pucerons impliquent l'utilisation d'aphicides, qui comprennent les Pyréthrinoïdes, les Organophosphorés, les Carbamates et les Néonicotinoïdes (Dedryver, 1982). Ces insecticides sont généralement appliqués au printemps dès l'apparition des premières colonies de pucerons. Le nombre d'applications nécessaires peut varier d'une année à l'autre, d'une région à une autre, et dépend surtout de l'ampleur des infestations (Bayoun et *al.*, 1995 in Benoufella-Kitous, 2005). Cependant, l'utilisation d'insecticides présente des inconvénients notables. Ils peuvent être coûteux, avoir un impact négatif sur l'écosystème et l'environnement. Ils entraînent la mort d'insectes auxiliaires bénéfiques. De plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes substances chimiques utilisées, ce qui rend la lutte chimique moins efficace à long terme (Dogimont et *al.*, 2010).

II.2.5.3. Méthodes culturales

Les pratiques culturales influencent fortement la dynamique des populations de pucerons. Une fertilisation azotée excessive augmente la concentration en acides aminés dans le phloème, rendant la sève plus favorable au développement des colonies. Cette situation stimule la reproduction parthénogénétique et accélère la croissance démographique des populations (Lu et *al.*, 2021).

À l'inverse, certaines pratiques favorisent l'induction des mécanismes de défense végétale. L'utilisation d'éliciteurs comme l'acide salicylique stimule la synthèse de composés

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

secondaires défensifs tels que les phénols et flavonoïdes, réduisant ainsi l'attractivité des plantes pour les pucerons (Lu et *al.*, 2021).

II.2.5.4. Lutte physique et écologie visuelle

Les pucerons ailés utilisent principalement des signaux visuels pour localiser leurs plantes hôtes. Les paillages réfléchissants modifient le spectre lumineux en réfléchissant les rayons ultraviolets, perturbant ainsi l'orientation des individus ailés et réduisant leur colonisation des cultures (Musa et *al.*, 2024).

Le piégeage chromatique jaune exploite également la forte sensibilité visuelle des pucerons autour de 550 nm. Ces pièges permettent à la fois la surveillance des populations et la réduction partielle des infestations dans les systèmes agricoles (Musa et *al.*, 2024).



Figure 7.piégeage chromatique jaune
(Riddick E .W., 2024).

II.2.5.5. Lutte biochimique

La lutte biochimique privilégie l'utilisation de substances naturelles à faible impact environnemental. Les savons potassiques et les huiles minérales agissent principalement par contact en perturbant la perméabilité de la cuticule et les échanges respiratoires des insectes. Cette action provoque rapidement la mortalité des pucerons (Pavela et *al.*, 2023).

L'azadirachtine extraite de *Azadirachta indica* (Neem) agit comme régulateur de croissance en perturbant le système endocrinien des insectes. Cette substance interfère avec le processus de mue et limite le développement des stades immatures (Pavela et *al.*, 2023).

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

II.2.5.6. Lutte biologique

La lutte biologique contre les pucerons repose principalement sur l'utilisation des ennemis naturels ou des auxiliaires des cultures, pour maintenir les populations de pucerons à des niveaux économiquement tolérables (Sullivan, 2005). Cette méthode est hautement ciblée et favorise une approche écologiquement durable.

II.2.5.6.1. Les Ennemis naturels des pucerons

Les ennemis des pucerons peuvent être classés en plusieurs catégories :

II.2.5.6.2. Prédateurs

Les prédateurs ce sont des organismes qui se nourrissent directement des pucerons. Parmi eux, nous trouvons des insectes tels que les coccinelles, les syrphes, les chrysopes, et les larves de certains coléoptères (Saharaoui, 1998).

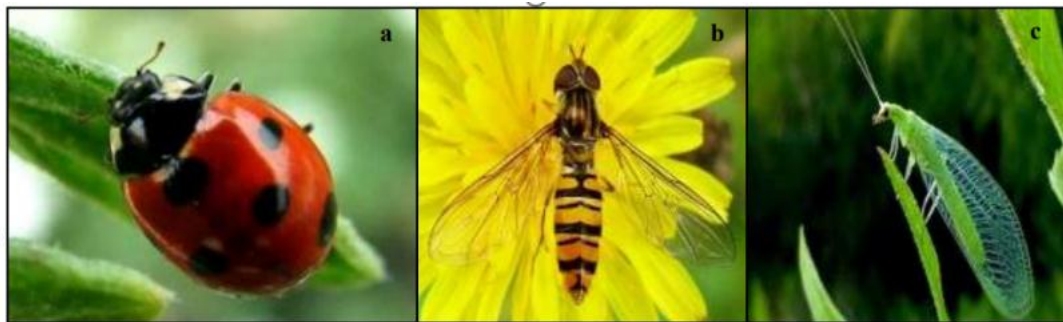


Figure 8. Ennemis naturels des pucerons (a: *Coccinella algerica*; b: Adulte d'*Episyrphus balteatus*; c: Adulte de *Chrysoperla carnea*) (Site 1).

II.2.5.6.3. Parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des insectes qui déposent leurs œufs à l'intérieur ou sur le corps de leur proie, où la larve se développe en consommant cette dernière de l'intérieur, finissant par entraîner sa mort (Olivier et *al.*, 2012). La nymphose se déroule à l'intérieur de la carcasse de la proie, puis l'adulte émerge en perforant cette dernière pour sortir (Reboulet, 1999).

Parmi les parasitoïdes importants des pucerons, il y a les Hyménoptères appartenant à deux familles principales :

Chapitre II. Importance des pucerons ET méthodes de lutt

- Aphelinidae : Parmi eux, *Aphelinus mali* est un exemple notable. Les membres de cette famille sont connus pour parasiter un large éventail d'espèces de pucerons.
- Aphidiidae : Cette famille comprend plusieurs genres importants dans la lutte biologique contre les pucerons, notamment les genres *Praon*, *Aphidius*, *Ephedrus* et *Trioxys*, (Hullé et al., 2020). Ces parasitoïdes jouent un rôle essentiel, dans la régulation des populations de pucerons. Ils sont souvent utilisés dans les programmes de lutte biologique pour contrôler ces ravageurs de manière écologique et durable.



Figure 9. Adulte d'*Aphelinus mali* pondant dans un puceron
(INRA, 2009).

II.2.5.6.4. Pathogènes

Principalement des champignons appartenant au groupe des Entomophthorales. Ces champignons entomopathogènes infectent les pucerons, contribuent ainsi à réguler leurs populations de manière naturelle. Une fois infectés, les pucerons sont souvent couverts d'une substance blanchâtre ou poudreuse, caractéristique de l'infection fongique. Ces champignons peuvent jouer un rôle important dans la lutte biologique contre les pucerons (Deguine et Leclant 1997).



Figure 10. puceron piégé par un champignon Entomophthorales
(INRA, 2018).

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

Dans ce chapitre, nous allons présenter la région expérimentale et les techniques adoptées et le matériel utilisé pour la réalisation de cette étude.

III.1.Présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique de la wilaya d'El Tarf

La wilaya d'El Tarf est située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie et constitue une région frontalière avec la République Tunisienne. Anciennement rattachée administrativement à la wilaya d'Annaba, elle a été promue au rang de wilaya en 1984. Le chef-lieu se trouve à environ 650 km à l'est d'Alger et la wilaya couvre une superficie d'environ 3339 km², ce qui lui confère une importance stratégique, économique et environnementale considérable (Brahmia ,2002).

La wilaya d'El Tarf se caractérise par une grande diversité géographique comprenant des plaines côtières, des reliefs montagneux, des forêts denses ainsi que plusieurs lacs et zones humides. Cette richesse naturelle lui a valu l'appellation de « wilaya verte » en raison de l'importance de son couvert végétal et de ses ressources hydriques(Direction de l'Environnement de la wilaya d'El Tarf, 2020).

III.1.2.Coordonnées géographiques

La wilaya d'El Tarf est localisée entre les latitudes 36° et 37° Nord et les longitudes 7° et 8° Est. L'altitude moyenne du chef-lieu est d'environ 14 mètres au-dessus du niveau de la mer.Cette situation géographique favorise un climat méditerranéen humide propice au développement d'une biodiversité riche et variée.

La wilaya d'El Tarf est administrativement limitée :

Au nord : la mer Méditerranée

À l'est : la République Tunisienne

À l'ouest : la wilaya d'Annaba

Au sud : la wilaya de Souk Ahras

Au sud-est : la wilaya de Guelma

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

Cette position géographique frontalière et maritime favorise plusieurs activités économiques, notamment l'agriculture, la pêche maritime et le tourisme (Direction de l'Environnement de la wilaya d'El Tarf, 2020).

La wilaya d'El Tarf abrite plusieurs zones humides classées dans le cadre de la Convention de Ramsar. Ces écosystèmes constituent des habitats naturels pour de nombreuses espèces animales et végétales, en particulier les oiseaux migrateurs.

Les zones humides de la wilaya jouent un rôle écologique majeur dans la régulation du cycle hydrologique, la limitation des inondations et la préservation de la biodiversité. Toutefois, ces milieux naturels subissent plusieurs menaces liées à l'urbanisation, à l'exploitation agricole intensive et à la pollution environnementale, ce qui nécessite la mise en place de stratégies de protection et de gestion durable (Ramsar, 2014 ; Direction de l'Environnement de la wilaya d'El Tarf, 2020).

Par ailleurs, la wilaya possède une vocation agricole importante avec plus de 72 000 hectares de terres agricoles exploitables. Les principales productions concernent les céréales, les cultures maraîchères et arboricoles. Les conditions climatiques favorables ainsi que l'abondance des ressources hydriques contribuent au développement du secteur agricole, considéré comme l'un des piliers essentiels de l'économie locale.

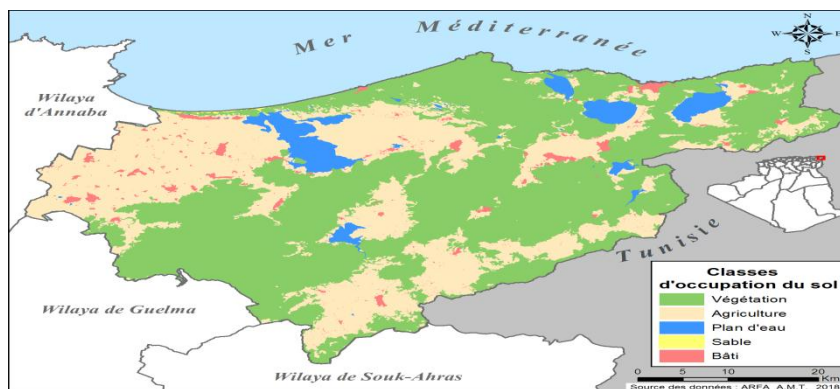


Figure 11. Carte topographique de la wilaya d'El Tarf (DGF, 2020)

III.1.3. Relief

La wilaya d'El Tarf se caractérise par une grande diversité morphologique résultant de sa situation géographique à l'extrême Nord-Est de l'Algérie. Son relief est marqué par la

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

coexistence de plaines littorales, de collines, de zones humides et de massifs montagneux appartenant à l'Atlas tellien oriental. Cette diversité topographique constitue l'un des principaux facteurs expliquant la richesse écologique et paysagère de la région (DPSB ElTarf, 2023 et ANAT, 2011).

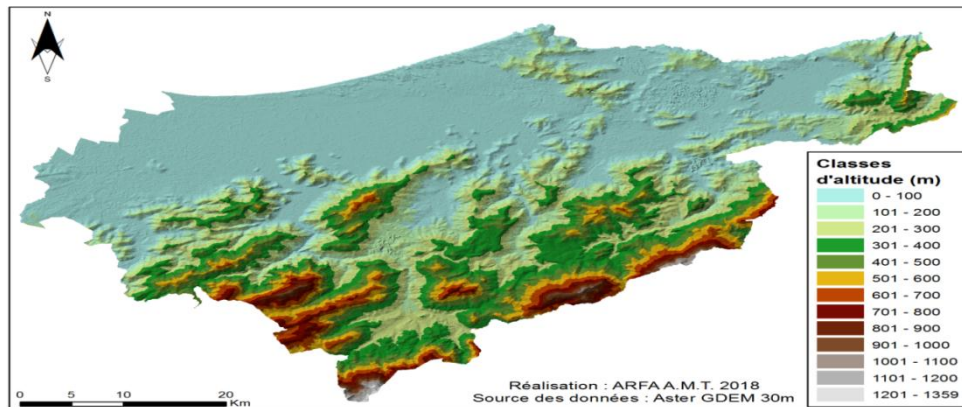


Figure 12. Modèle numérique de terrain de la wilaya d'El Tarf (DGF, 2020).

III.1.4. Couvert végétal

La wilaya d'El Tarf possède l'un des couverts végétaux les plus riches et les plus diversifiés d'Algérie. Cette richesse est liée à sa situation géographique dans l'extrême Nord-Est du pays, à son climat méditerranéen humide ainsi qu'à l'abondance des ressources hydriques. Les précipitations relativement élevées favorisent le développement d'écosystèmes forestiers et de zones humides d'une grande valeur écologique (MATE, 2020 ; Parc National d'El Kala, 2021).

Les formations forestières occupent une part importante du territoire de la wilaya. Elles sont dominées par le chêne-liège (*Quercus suber*), essence emblématique des forêts d'El Tarf, notamment dans les régions d'El Kala, Bougous, Ain El Assel et Hammam Beni Salah. Ces forêts sont associées à d'autres espèces méditerranéennes telles que le chêne zéen (*Quercus canariensis*), le chêne afarès (*Quercus afares*), le pin maritime (*Pinus pinaster*) et le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), contribuant ainsi à une grande diversité floristique (Quezel & Médail, 2003 ; Bensettiti & Lacoste, 1999).

Sur le plan écologique, le couvert végétal d'ElTarf assure plusieurs fonctions essentielles. Il participe à la régulation du cycle hydrologique, à la séquestration du carbone

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

atmosphérique, à la protection des sols contre l'érosion et au maintien de la biodiversité. Les écosystèmes forestiers et humides de la région constituent ainsi un patrimoine naturel stratégique à l'échelle nationale et méditerranéenne (MEA, 2005 ; FAO, 2022).

Cependant, ce patrimoine végétal est confronté à plusieurs menaces, notamment les incendies de forêt, le changement climatique, l'urbanisation et certaines pratiques agricoles intensives. Les incendies survenus ces dernières années dans la région d'El Tarf ont provoqué la dégradation de milliers d'hectares de formations forestières, affectant considérablement les équilibres écologiques locaux (DGF, 2023).

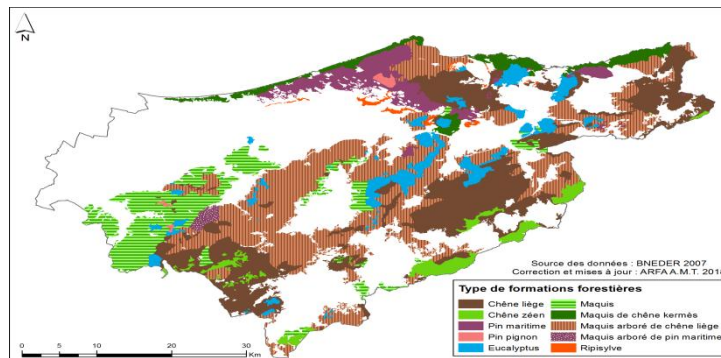


Figure 13. Formations forestières de la wilaya d'El Tarf (DGF,2020).

III.2. Données climatiques de la région d'étude

III.2.1.Température

La wilaya d'El Tarf est caractérisée par un climat méditerranéen humide, ce qui entraîne des températures généralement modérées tout au long de l'année. La température moyenne annuelle est d'environ 19 °C. En hiver, les températures varient généralement entre 7 et 16 °C, tandis qu'en été elles atteignent en moyenne 30 à 32 °C, avec des pics plus élevés lors des vagues de chaleur. Cette modération thermique favorise le développement d'un couvert végétal dense et la diversité des activités agricoles dans la région (Meteoblue, 2025 ; Weather Spark, 2025).

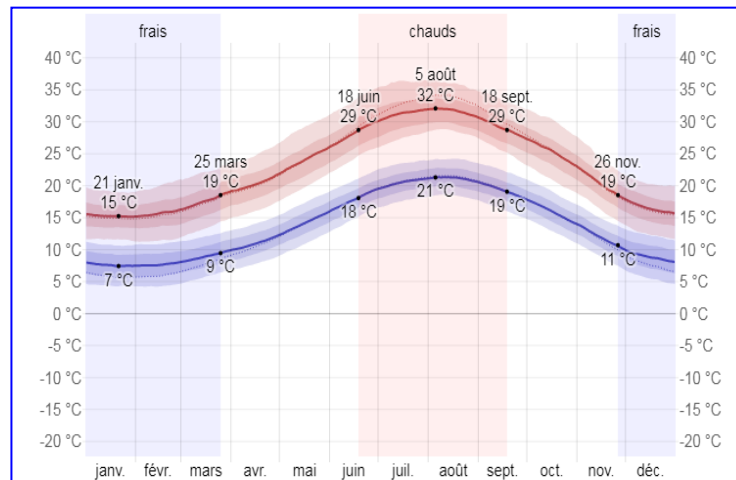


Figure 14.Températures moyennes maximales (max), moyennes minimales (min) et moyennes mensuelles enregistrées dans la région d' El Tarf durant la période Janvier - Décembre 2025 (WeatherSpark, 2025).

III.2.2. Le vents

La wilaya d'El Tarf est soumise à un régime de vents typiquement méditerranéen en raison de sa position sur la façade nord-est de l'Algérie. Les vents dominants proviennent principalement des secteurs ouest et nord-ouest, particulièrement durant la saison hivernale. Ces flux atmosphériques transportent des masses d'air humides depuis la Méditerranée et l'Atlantique, contribuant ainsi à l'importance des précipitations enregistrées dans la région(Boufeniza et *al.*, 2024).

Les études récentes menées sur les régions côtières Algériennes montrent que les vents jouent un rôle déterminant dans la dynamique climatique et environnementale du littoral d'El Tarf. Ils influencent les échanges d'humidité, la stabilité des dunes côtières, la dispersion des particules et le fonctionnement des écosystèmes naturels, notamment dans les zones humides et forestières de la wilaya(Belloulou et *al.*, 2023).

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

Durant la période estivale, les vents marins de secteur nord à nord-est contribuent à l'atténuation des températures élevées grâce à leur effet modérateur sur le climat local. En hiver, les vents d'ouest et de nord-ouest sont souvent associés aux perturbations météorologiques responsables d'une grande partie des précipitations régionales, faisant du vent un facteur essentiel de l'équilibre climatique et écologique de la wilaya d'El Tarf (Boufeniza et *al.*, 2024).

III.2.3. Les précipitation

La quantité des précipitations et leur répartition au cours de l'année ont une grande importance pour les végétaux et leurs bio-agresseurs (Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996).

La wilaya d'El Tarf appartient au domaine bioclimatique méditerranéen humide à subhumide et figure parmi les régions les plus arrosées d'Algérie. Cette situation s'explique par sa position géographique au nord-est du pays, son ouverture sur la mer Méditerranée et l'influence du relief tellien qui favorise les précipitations orographiques par soulèvement des masses d'air humides (ANRH, 2023 ; ONM, 2023).

Le régime pluviométrique est caractérisé par une forte saisonnalité, typique du climat méditerranéen. Les précipitations se concentrent principalement durant la période humide, qui s'étend d'octobre à avril, avec un maximum observé entre novembre et janvier. Ces pluies sont essentiellement associées aux perturbations atmosphériques méditerranéennes et aux dépressions provenant de l'Atlantique Nord qui affectent régulièrement le nord de l'Algérie (Meddi et *al.*, 2022 ; ONM, 2023).

Les hauteurs annuelles de précipitations varient généralement entre 800 et 1 500 mm, selon l'altitude et la localisation géographique. Les secteurs montagneux et forestiers situés au sud et à l'ouest de la wilaya enregistrent les valeurs les plus élevées grâce à l'effet orographique, tandis que les zones littorales présentent des quantités relativement plus faibles. Cette abondance pluviométrique place El Tarf parmi les régions les plus humides du territoire Algérien (ANRH, 2023 ; Belloulou et *al.*, 2023).

Les précipitations jouent un rôle fondamental dans l'alimentation des ressources en eau superficielles et souterraines, le maintien des écosystèmes forestiers ainsi que la

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

conservation des zones humides d'importance internationale situées dans le Parc National d'El Kala. Elles contribuent également au développement d'une biodiversité remarquable et au maintien des activités agricoles de la région (Ramsar Convention, 2024 ; Belloulou et *al.*, 2023).

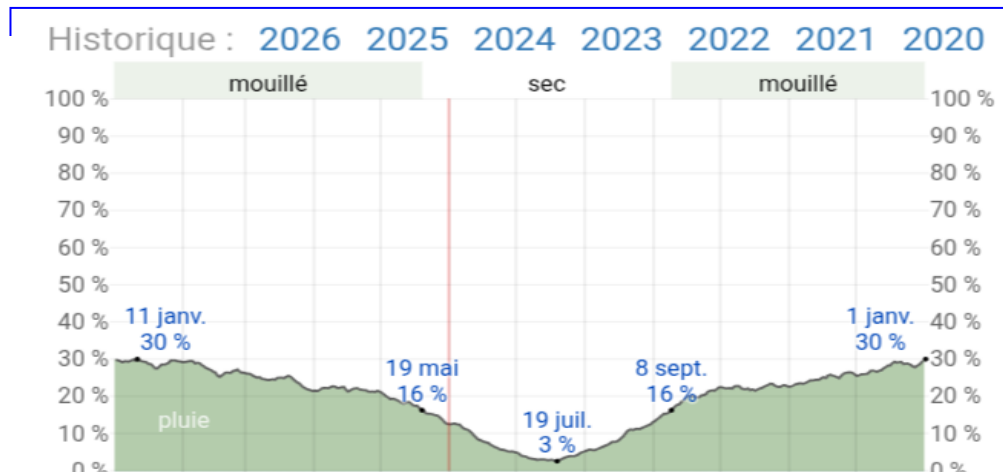


Figure 15. Probabilité de précipitations moyennes mensuelles en (mm) enregistrées dans la région d'El Tarf durant l'année 2020- 2026 (WeatherSpark, 2026).

III.2.4. L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air constitue l'un des principaux paramètres climatiques caractérisant le climat de la wilaya d'El Tarf. Elle correspond au rapport entre la quantité de vapeur d'eau effectivement présente dans l'atmosphère et la quantité maximale que l'air peut contenir à une température donnée. Les données climatiques récentes indiquent que les régions du nord-est Algérien, y compris la wilaya d'El Tarf, présentent des valeurs relativement élevées d'humidité relative, dépassant fréquemment 70 % en moyenne annuelle, avec une variabilité saisonnière marquée.

Cette forte humidité s'explique principalement par l'influence directe de la mer Méditerranée, qui apporte des masses d'air chargées en vapeur d'eau, ainsi que par la présence de vastes zones humides (lacs, marais) et d'une couverture forestière dense favorisant les flux d'évapotranspiration. Les variations saisonnières sont liées à

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

l'augmentation de l'humidité en hiver, due à la baisse des températures, tandis qu'une diminution relative est observée en été en raison de la hausse thermique et de l'augmentation de la capacité de l'air à contenir la vapeur d'eau. Sur le plan climatique et écologique, cette humidité élevée contribue à l'atténuation des amplitudes thermiques locales et favorise la formation du brouillard et de la rosée, jouant ainsi un rôle essentiel dans l'équilibre hydrique des écosystèmes humides et le maintien du couvert végétal naturel (ONM, 2023; IPCC, 2021).

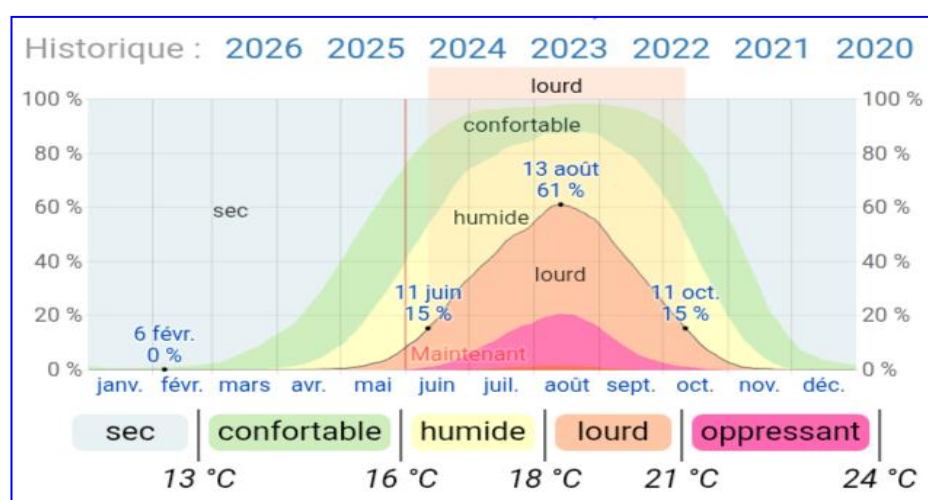


Figure 16. L'humidité de la région d'El Tarf durant les années 2020-2026

(WeatherSpark (2026)).

III.3. Matériels et méthodes de travail

Les matériels et méthodes utilisés au cours de cet études avaient pour objectif d'inventorier les différentes espèces de pucerons dans la wilaya d El Tarf. Cette étude qui couvre les champs de céréales dans la Wilaya offrira aux chercheurs et aux agriculteurs de là région une identification précise des espèces présentes sur les culture pour mieux faciliter leurs interventions pour combattre convenablement ces ravageurs en se favorisant les méthodes biologiques. Le matériel et la méthode d'échantillonnage des pucerons sont similaires dans les différentes parcelles expérimentales (champs de blé dure, blé tendre, orge). L'identification des espèces repose sur des clés de caractérisation morphologique pour chaque espèce récoltée.

III.3.1. Choix des sites étudiés

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

Cinq parcelles expérimentales ont été retenues pour l'inventaire des pucerons. Le choix des parcelles expérimentales qui ont fait l'objet de notre étude est basé sur les critères suivants :

- L'exigence des champs de céréales dans la zone . □
- La présence des pucerons s sur la culture. □
- L'accessibilité des champs de céréales. □
- La richesse floristique des sites.
- L'absence (supposée) de traitements chimiques contre les pucerons.

III.3.2. Localisation géographique des sites

Pour le choix des sites expérimentaux nous avons deux communes, il s'agit de Ben M'hidi et de Bouhadjar. Dans chaque Commune nous avons retenu 02 ou 03 champs en fonction des espèces cultivées.

III.3.2.1. Description de la zone d'étude "Ben M'hidi" (Site 1)

La commune de Ben M'hidi, située dans la wilaya d'El Tarf à l'extrême nord-est de l'Algérie, se caractérise par une position géographique stratégique à proximité de la mer Méditerranée et de la frontière Algéro-Tunisienne. Elle appartient au domaine des plaines littorales basses à climat méditerranéen, marqué par un relief globalement plat et peu accidenté, favorable aux activités agricoles. Les sols y sont majoritairement alluviaux et relativement fertiles, issus des dépôts fluviaux et marins. Le climat est de type méditerranéen humide, avec des précipitations importantes en hiver et des températures modérées en été. Ces conditions géographiques favorisent le développement d'activités agricoles et pastorales, ainsi qu'une forte interaction entre les espaces cultivés, les zones naturelles et les milieux humides caractéristiques de la région d'El Tarf(ONS, 2008).

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

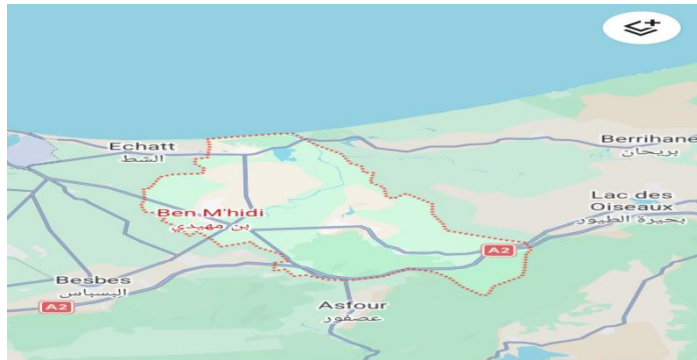


Figure 17. Situation géographique de la commune de Ben M'hidi (Site 1)

(Google Maps, 2026).

III.3.2.2. Description de la zone d'étude "Bouhadjar" (Site 2)

La région de Bouhadjar est une commune située dans la daïra de Bouhadjar, au sud-ouest de la wilaya d'El Tarf, dans l'extrême nord-est de l'Algérie. Elle appartient à la région tellienne orientale, à proximité de la frontière Algéro-Tunisienne. Avec une Altitude moyenne de 243 m et Latitude : $36^{\circ}30'11''$ N.

La commune de Bouhadjar est située à environ 35 km au sud-ouest du chef-lieu de wilaya, El Tarf ; dans une zone de transition entre les plaines agricoles et les reliefs telliens; à proximité des communes d'Oued Zitoun, Aïn Kerma et Hammam Béni Salah. Le territoire communal est traversé par plusieurs oueds et présente un relief vallonné caractéristique des contreforts de l'Atlas tellien oriental. L'environnement est dominé par des terres agricoles, des collines et des espaces forestiers (ONS,2008).



Figure 17. Localisation géographique de la commune de Bouhadjar (Site d'étude 2)

(Google Maps, 2026).

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

III.3.3. Méthodologie d'échantillonnage des puceron sur terrain

Au niveau des 2 site d'études, notre échantillonnage a consisté en deux étapes essentielles qui sont la capture des insectes en utilisant des pièges à eau (pièges jaunes) et des prélèvements des jeunes pousses (pour le suivi des pucerons) et ce, tout au long de la période d'échantillonnage qui a commencé le mois de Février et terminé en la fin du mois de Mais 2026.

Les échantillons ont été mis dans des boîtes ou tubes étiquetés (date, site, plante hôte, espèce) et acheminés immédiatement au laboratoire. Les pucerons morts sont conservés pour une identification ultérieure, L'échantillonnage a été réalisé hebdomadairement, durant tout le cycle de la culture, afin de prendre le plus grand nombre possible d'individus.

III.4. Matériel utilisé

III.4.1. Matériel végétal

Nous avons réalisé le présent travail dans des différente champs de blé dure, blé tendre et champs d'orge.

III.4.2. Utilisation de pièges jaunes

Les pièges jaunes à eau sont des bassines en plastique de couleur jaune. Ces pièges colorés sont les plus fréquemment utilisés dans les études entomologiques faunistiques des milieux agricoles. Ils sont simples à utiliser, efficaces, peu onéreux et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure (Winchester, 1999).



Figure 18.post Berber (Talhi y., 2026)

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

III. 4.3. Matériel du laboratoire

Le montage des aphides et leurs préparation à des observations microscopiques a nécessité l'utilisation des :

- Verre de monter
- Boite de petri
- Epingle entomologique
- Loup binoculaire
- Methanol

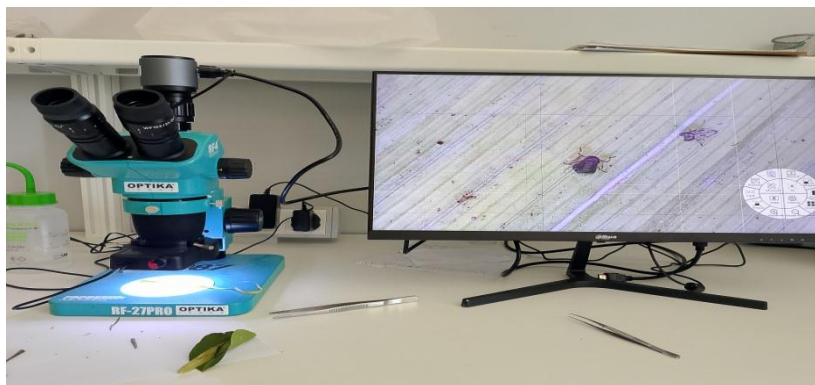


Figure 19. Loup binoculaire stéréomicroscope(Talhi Y., 2026).

III.4.3.1. Méthode d'échantillonnage des pucerons ailés

L'étude sur le terrain a débutée le mois février 2026 avec le dépôt des pièges dans les champs de céréales. Les prélèvements se sont déroulés du février a la fin du mois de Mai 2026 . Les pucerons pris dans les pièges jaunes sont prélevés une fois par semaine, à l'aide d'un pinceau.

III.4.3.2. Méthode d'échantillonnage des pucerons aptères

Les contrôles visuels directs consistent à examiner les organes végétaux, en particulier la face inférieure des feuilles, pour détecter la présence de pucerons. Une fois repérés, les pucerons sont prélevés délicatement à l'aide d'un pinceau, puis conservés et étiquetés de la même manière que les pucerons recueillis dans les pièges jaunes.

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

III.5. Méthodes de travail au laboratoire

Le travail de cette partie consiste à examiner minutieusement sous loupe binoculaire les feuilles échantillonnées et les flacons des pièges à eau.

III.5.1. Examen des feuilles infestées par pucerons

Les feuilles infestées sont ramenés au laboratoire pour l'identification des pucerons. L'identification des pucerons se base sur des caractères biométriques tels 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 des articles antennaire ; ☐
- ✓ Le nombre des sensorias primaires et secondaires sur les antennes ; ☐
- ✓ La nervation des ailes spécialement la nervure médiane et la bifurcation ;
- ✓ La forme et la longueur des cornicules ; ☐
- ✓ La forme de la queue et le nombre des soies caudales ;
- ✓ La présence de tache et de plaque de cire.

L'identification ainsi que le dénombrement des individus des différentes espèces de pucerons aptères et ailés a été réalisée par **Pr TELAILIA** en se basant sur les clés d'identification et les travaux de Stroyan (1961) ; Jacky et Bouchery (1982) ; Autrique et Ntahimpera (1994) ; Remaudière et al. (1985) ; Leclant (1999) ; Blackman et Eastop (1984, 2000 ; 2006) ; Hullé et *al.*, (2020).

III.5.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Dans cette étude nous utilisons les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structures.

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

III.5.2.1. Indices écologiques de composition

La richesse totale S, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont les indices de composition utilisés dans cette étude.

III.5.2.2. Richessespécifique (S)

La richesse spécifique S est égale au nombre total des espèces présentes que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Blondel, 1979; Ramade, 2003).

III.5.2.3. Fréquence centésimale (Abondance relatives des espèces inventoriées)

La fréquence est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus (N) toute espèces confondues (DAJOZ, 1971).

$$F = n_i \times 100 / N$$

- F : fréquence centésimal.
- n_i : le nombre d'individus d'une espèce.
- N : le nombre total des individus.

III.5.2.4. Indice de diversité de Shannon (Indice de Shannon)

L'indice deShannon-Wiener (H') est utilisé pour mesurer le degré de diversité spécifique, en tenant compte de l'abondance numérique des espèces (Magurran, A.E., 2004).

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i \text{ où } q_i = n_i / N ;$$

q_i : Proportion d'individus d'une espèce par rapport à l'ensemble des individus réunies.

H' : diversité de Shannon-Weaver exprimée en bits ;

III.5.2.5. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'équitabilité (E) ou Pielou's Evenness Index, calcule le degré de similarité des effectifs des espèces au sein d'une communauté biologique. Il complète les indices de

Chapitre III. Matérielles et Méthodes

diversité en indiquant si les individus sont répartis de manière homogène entre les espèces. Sa valeur varie de 0 à 1.

$$E = H' / H'_{\max}$$

E : Indice d'équitabilité ;

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver ;

H max : Indice de diversité maximale. Si:

E = 1 : toutes les espèces possèdent des effectifs identiques (répartition parfaitement équilibrée).

E proche de 0 : une ou quelques espèces dominant largement la communauté.

0 < E < 1 : degré intermédiaire d'équirépartition.

Ainsi, plus la valeur de E est élevée, plus les effectifs des différentes espèces sont similaires (Anne E. Magurran, 2004).

Chapitre IV. Results et discussion

Chapitre IV. Results et discussion

IV.1. Résultats de l'échantillonnage des pucerons ailés recensés dans la région d El Tarf

IV.1.2. Inventaire global des pucerons

Les prospections réalisées dans les deux sites céréalières de la wilaya d'El Tarf ont permis d'identifier plusieurs espèces de pucerons appartenant à la famille des Aphididae. Les observations ont été effectuées durant la période de croissance du blé et de l'orge. Les espèces observées sont connues pour leur importance économique sur les céréales en Algérie et dans le bassin méditerranéen.

Au cours de notre étude expérimentale, nous avons effectué un inventaire des espèces de pucerons vivant au niveaux de deux sites différents (Commune de Ben M'hidi, et commune de Bouhadjar) durant la période allant du février 2026 jusqu'au fin mai 2026.

IV.2. Résultats de l'Inventaire du milieu céréaliier

Cet inventaire a été réalisé au laboratoire de recherche Agriculture et Fonctionnement des Écosystème (UCBET), nous a permis de dresser une liste systématique des espèces de pucerons. Les espèces sont classées selon le catalogue « Les aphides du monde » de Remaudière et Remaudière (1997) et sont consignées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 04. Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la wilaya d El Tarf.

Ran g	Espèce / Genre identifié	Famille	Ordre Biologique	Statut Écologique	Nbre d'Individu
1	<i>Sitobion avenae</i>	Aphididae	Hemiptera	Ravageur (Puceron majeur)	95
2	<i>Rhopalosiphum padi</i>	Aphididae	Hemiptera	Ravageur (Puceron majeur)	88
3	<i>Metopolophium dirhodum</i>	Aphididae	Hemiptera	Ravageur (Puceron	62

Chapitre IV. Results et discussion

Ran g	Espèce / Genre identifié	Famille	Ordre Biologique	Statut Écologique	Nbre d'Individu
4	<i>Eurygaster integriceps</i>	Scutelleridae	Hemiptera	Ravageur (Punaise)	54
5	<i>Coccinella septempunctata</i>	Coccinellidae	Coleoptera	Auxiliaire (Prédateur)	45
6	<i>Pterostichus</i> sp.	Carabidae	Coleoptera	Auxiliaire (Prédateur au sol)	38
7	<i>Aphidius uzbekistanicus</i>	Braconidae	Hymenoptera	Auxiliaire (Parasitoïde)	31
8	<i>Oulema melanopus</i>	Chrysomelidae	Coleoptera	Ravageur	27
9	<i>Chrysoperla carnea</i>	Chrysopidae	Neuroptera	Auxiliaire (Prédateur)	22
10	<i>Episyrphus balteatus</i>	Syrphidae	Diptera	Auxiliaire (Larve prédatrice)	19
11	<i>Schizaphis graminum</i>	Aphididae	Hemiptera	Ravageur (Puceron)	14
12	<i>Macrosteles</i> sp.	Cicadellidae	Hemiptera	Ravageur	12

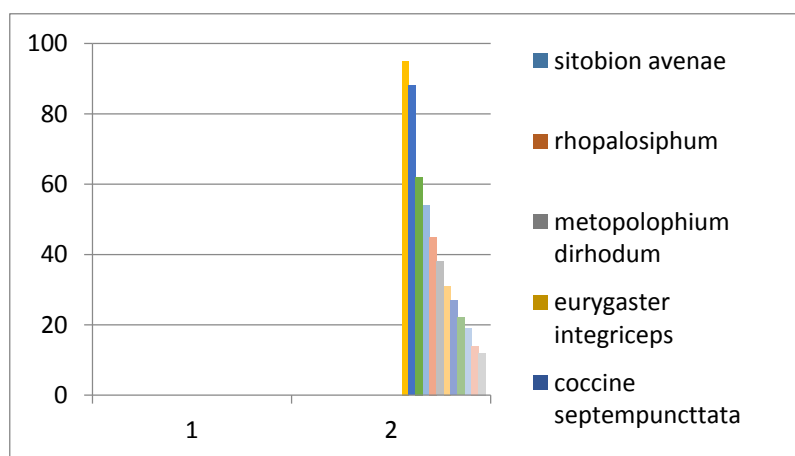


Figure 20. Effectifs des espèces aphidiennes inventoriées dans la wilaya d El Tarf

Chapitre IV. Results et discussion

Le graphique illustre une vue d'ensemble de la biologie des insectes des cultures céréalières de la province d'El Tarf, en particulier des pucerons et des espèces apparentées, ravageurs et auxiliaires.

IV.2.1. Abondance des espèces recensées

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons capturés par la méthode des pièges jaunes pendant la période d'étude sont représentés dans le Tableau 5 et 6.

Tableau 5. Abondance des espèces recensées au niveau de site 1 (Commune de Ben M'hidi).

Espèce	Nombre d'individus	Pourcentage (%)
<i>Sitobion avenae</i>	210	42
<i>Rhopalosiphum padi</i>	150	30
<i>Metopolophium dirhodum</i>	90	18
<i>Schizaphis graminum</i>	50	10
Total	500	100

Tableau 6. Effectifs des espèces recensées dans le Site 2 (Commune de Bouhadjar)

Espèce	Nombre d'individus	Fréquence (%)
<i>Sitobion avenae</i>	420	42
<i>Rhopalosiphum padi</i>	350	35
<i>Schizaphis graminum</i>	150	15
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	80	8
Total	1000	100

Chapitre IV. Results et discussion

L'inventaire réalisé au sein de deux site expérimentale révèle que la région de Bouhadjar abrite une diversité relativement importante de pucerons inféodés aux céréales par rapport a la region de Ben M'hidi (Figure 21). La présence dominante de *Sitobion avenae* confirme son statut de ravageur majeur des cultures céréalières. Cette espèce colonise principalement les épis et peut provoquer des pertes de rendement importantes lorsqu'elle atteint de fortes densités. Cette situation pourrait être liée à des conditions climatiques favorables, notamment une humidité relativement élevée et une disponibilité importante des plantes hôtes.

À l'inverse, *Schizaphis graminum* présente la plus faible abondance dans les deux sites, ce qui pourrait être lié à une moindre adaptation aux conditions locales ou à l'action des ennemis naturels.

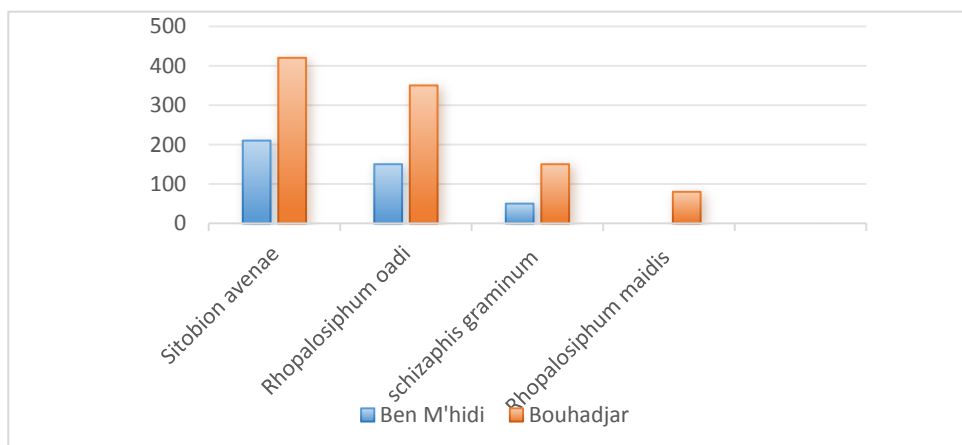


Figure 21. Abondance des espèces recensées au niveau des deux site étudié.

IV.2.2. Fréquence centésimale des espèces ou abondance relative (%)

L'analyse des fréquences montre que *Sitobion avenae* est l'espèce dominante avec 42 % des individus capturés. Cette dominance peut être expliquée par son adaptation aux conditions climatiques de la région et sa forte capacité de reproduction ((Blackman & Eastop, 2000 ; Dedryver et *al.*, 2010). Le puceron de l'épi est considéré comme l'un des principaux ravageurs du blé et de l'orge(Leather et *al.*, 1989 ; Dedryver et *al.*, 2010).

Chapitre IV. Results et discussion

À l'inverse, *Schizaphis graminum* présente la plus faible abondance (10 %), ce qui pourrait être lié à une moindre adaptation aux conditions locales ou à l'action des ennemis naturels (Leather et *al.*, 1989 ; Dedryver et *al.*, 2010).

IV.2.3. Dynamique des populations au cours du temps

Le suivi des populations durant la campagne agricole a révélé une augmentation progressive des effectifs des pucerons de mois de Mars à Avril suivie d'une diminution au mois de Mai dans les deux site d'étude.

Tableau 6. Évolution mensuelles des effectifs des pucerons recensée dans le site 1.

Mois	Nombre de pucerons
Mars	90
Avril	260
Mai	150

Tableau 7. Évolution mensuelle des effectifs des pucerons recensée dans le site 2.

Mois	Nombre d'individus
Février	90
Mars	240
Avril	380
Mai	290

Le pic de population est observé durant le mois d'avril (Figure 22). Cette augmentation correspond à la période de montaison et d'épiaison des céréales, c'est le stade particulièrement favorable au développement des colonies aphidiennes grâce à l'abondance des ressources nutritives disponibles (Blackman & Eastop, 2000 ; Dedryver et *al.*, 2010).

Une diminution est observée a la fin du mois de Mai en raison de l'élévation des températures et du dessèchement progressif des cultures (Remaudière & Leclant, 2000).

Chapitre IV. Results et discussion

Ces résultats concordent avec plusieurs études menées sur les céréales en Afrique du Nord (Laamari et al., 2016; Bakroune et al., 2020; Sekkat, 2007).

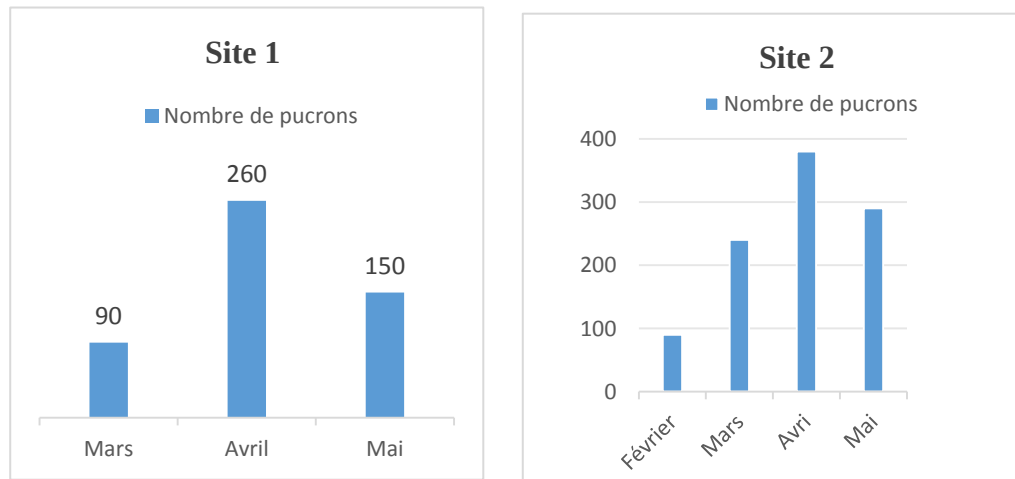


Figure 22. Évolution mensuelle des effectifs des pucerons recensée dans notre étude.

IV.2.3. Répartition des espèces selon les cultures

Le blé tendre a présenté la plus forte diversité spécifique, suivi du blé dur puis de l'orge. Les populations de *Sitobion avenae* ont été principalement observées sur les épis durant les stades épiaison–remplissage du grain, tandis que *Rhopalosiphum padi* a colonisé préférentiellement les feuilles et les tiges, ce qui concorde avec les observations rapportées par Blackman et Eastop (2000) ainsi que Wratten et Carter (1987). La présence simultanée de plusieurs espèces de pucerons sur une même parcelle suggère une forte adaptation de ces insectes aux conditions agroclimatiques humides et subhumides, phénomène déjà mis en évidence dans plusieurs études sur l'écologie et la dynamique des populations de pucerons (Harrington et al., 1995 ; Simon et al., 1999).

IV.2.4. Dynamique des populations

Les premières infestations ont été observées dès le début du printemps. Les effectifs ont augmenté progressivement avec l'élévation des températures et l'amélioration des conditions de croissance des céréales.

Chapitre IV. Results et discussion

Le pic de population a généralement été enregistré entre les mois d'Avril et Mai, période correspondant aux stades les plus sensibles de la culture. Cette dynamique est similaire à celle décrite dans d'autres régions céréalières du nord-est Algérien telles que Sétif, Constantine et Guelma. où les populations de pucerons se développent principalement au cours des stades de montaison et d'épiaison sous l'effet de conditions climatiques favorables (Kellil et *al.*, 2020; Kellil et *al.*, 2026; Bouaziz H., & Menaseria F., 2023; Ouffroukh et *al.*, 2011).

IV.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

IV.3.1. Richessespécifique (S)

La richesse spécifique des espèces inventoriées sur les champs de céréales dans la région d El Tarf est de 12 espèces. La région étude est d'une diversité modérée pour un agroécosystème de céréales. Cet indicateur révèle la présence de 12 espèces de pucerons différentes dans l'environnement étudié. Cette valeur relativement élevée témoigne d'une grande diversité d'espèces s'attaquant aux cultures céréalières de la province d'El Tarf. Cette diversité est généralement attribuée aux conditions climatiques favorables de la région (humidité et température modérées, caractéristiques du climat méditerranéen semi-humide) et à la disponibilité de nourriture (plantes hôtes telles que le blé et l'orge). Les champs céréaliers ont souvent une richesse limitée car ils sont des habitats simplifiés (monocultures, perturbations agricoles) (Magurran A.E., 2004).

IV.3.2. Indice de diversité de Shannon (Indice de Shannon)

L'indice de Shannon (H') est utilisé pour mesurer le degré de diversité spécifique, en tenant compte de l'abondance numérique des espèces (Magurran, A.E., 2004).

Dans notre expérimentation la valeur enregistrée est de 2,30 (Figure 23). Cette valeur est modérée à élevée (les valeurs se situent généralement entre 0 et 5). Cette valeur (2,30) indique que la communauté de pucerons en milieu céréalier est caractérisée par une diversité structurale stable et que les conditions environnementales permettent à plusieurs espèces de coexister et de prospérer sans dégradation significative de l'écosystème agricole.

IV.3.3. Indice d'équitabilité ($E = 0,92$)

Chapitre IV. Results et discussion

Cet indice (E) calcule le degré de similarité des effectifs entre les différentes espèces étudiées. Sa valeur varie de 0 à 1.

La valeur enregistrée dans notre étude est très proche de 1 (0,92) est très importante ; elle témoigne d'un équilibre idéal et d'une distribution homogène parmi les 12 espèces recensées. Cela réfute complètement l'hypothèse d'une « domination absolue » d'une seule espèce dominante. Les 12 espèces ont des abondances relativement similaires. Toutes les espèces de pucerons présentes partagent l'environnement en effectifs similaires et équilibrés, ce qui indique la stabilité de la communauté d'insectes durant cette période.

Ces résultats explique une équitabilité élevée peut indiquer un système moins dominé par une espèce nuisible unique, mais peut aussi refléter une instabilité écologique ou une absence de régulation forte par des ennemis naturels spécifiques.

La synthèses de ces résultats montre que les champs de céréales étudier ont une :diversité spécifique modérée ($S = 12$), avec une diversité globalement bonne pour un agroécosystème($H' = 2.30$)et une communauté très équilibrée ($J = 0,92$). elle conclue que les interactions biologiques (prédateurs, parasitoïdes, climat) limitent la dominance d'une seule espèce.

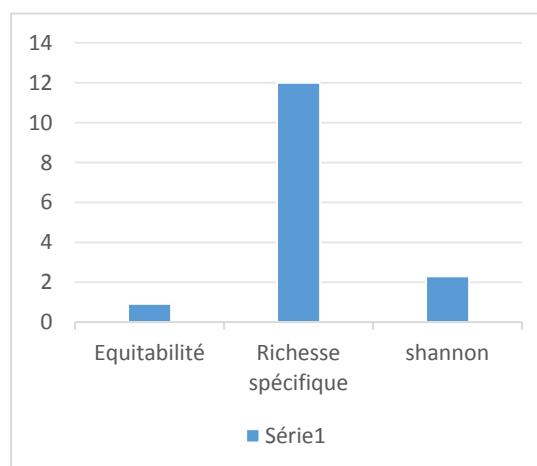


Figure 23. Indices écologiques de composition dans la région d El Tarf

IV.3.4. Répartition des pucerons selon les deux communes prospectées

Chapitre IV. Results et discussion

Les résultats montrent une variation spatiale importante des populations de pucerons entre les deux communes étudiées.

La commune de Bouhadjar présente les effectifs les plus élevés (Figure 24). Cette situation pourrait être liée à des conditions climatiques favorables, notamment une humidité relativement élevée et une disponibilité importante des plantes hôtes.

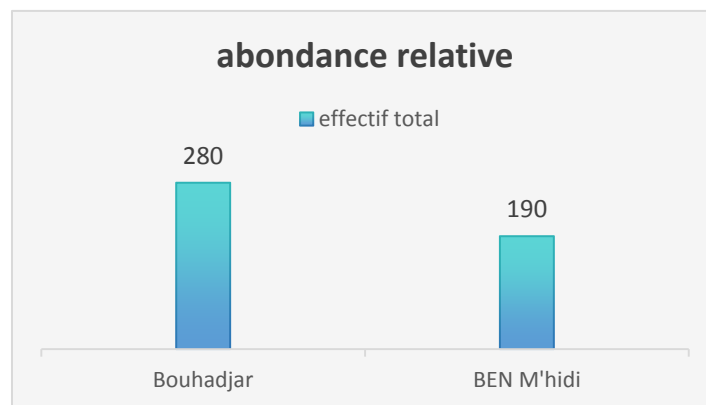


Figure 24. Répartition spatiale des populations de pucerons capture.

IV.4. Principaux ravageurs puceronsinventoriées

VI.4.1. Description des espèces d'ennemis naturelles recensées

L'inventaire réalisé au sein des parcelles céréalière de la région révèle un ensemble des d'ennemis de la culture, en particulier des pucerons et des espèces apparentées, ravageurs et auxiliairespouvant être classés comme suit :

- ***Sitobion avenae***: Cette espèce est la plus abondante (environ 95 %), ce qui indique sa prédominance dans les champs de céréales de la région. Elle est connue pour sa capacité à causer d'importants dégâts aux cultures en suçant la sève des plantes et en transmettant desvirus.

Chapitre IV. Results et discussion



Figure 25. *Sitobion avenae*(Talhi Y., 2026).

- *Rhopalosiphum padi* :arrive ensuite en termes d'abondance (environ 90%) est également un ravageur courant des céréales, causant des dégâts directs et indirects.



Figure 26. *Rhopalosiphum padi* (Talhi Y., 2026).

-*Metopolophium dirhodum*: Il se classe au troisième rang des pucerons des céréales (environ 85 %) et est considéré comme un ravageur important qui affecte la productivité des céréales.



Figure 27. *Metopolophium dirhodum*(Talhi Y., 2026).

- *Schizaphis graminum*: apparaît moins fréquemment (environ 10 %) que les autres espèces de pucerons verts, mais il représente néanmoins un ravageur potentiel pour les céréales.

Chapitre IV. Results et discussion



Figure 28. *Schizaphis graminum* (Talhi Y., 2026).

IV.2.2. Autres ravageurs outre les pucerons

- *Eurygaster integriceps*: Présent en quantités importantes (environ 60 %). Cet insecte est un ravageur très grave des céréales, se nourrissant des grains en développement et causant des pertes économiques importantes .

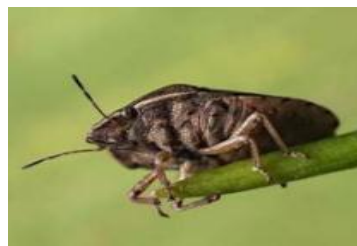


Figure 29. *Eurygaster integriceps* (Talhi Y., 2026).

- *Oulema melanopus*: est présent en abondance modérée (environ 25 %). Les larves et les coléoptères de cette espèce se nourrissent de feuilles de céréales, réduisant la photosynthèse et impactant le rendement.

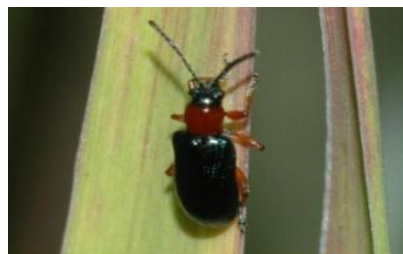


Figure 30. *Oulema melanopus* (Talhi Y., 2026).

IV.2.3. Ennemis naturels (Prédateurs et parasites)

Chapitre IV. Results et discussion

- ***Coccinella septempunctata* (calyptosporidium)**: est présent en abondance relativement élevée (environ 55 %). Cette coccinelle est un prédateur efficace des pucerons et joue un rôle essentiel dans la lutte biologique. Néanmoins, elle est très active au nord du fait de l'abondance et la diversité de sa nourriture préférée (pucerons) (Ben halima, 2010), elle a été trouvée avec abondance dans les champs de céréales de la wilaya d'El Tarf (Figure 31).



Figure 31.*Coccinella septempunctata*(Talhi Y., 2026).

- ***Pterostichus sp.*** : est présent en bonne abondance (environ 40 %). Les carabes sont connus pour être des prédateurs généralistes de nombreux insectes nuisibles, notamment les pucerons et leurs larves.

- ***Aphidius uzbekistanicus***: est une guêpe parasitoïde très répandue (environ 35 %). Cette espèce se nourrit de pucerons, entraînant leur mort et contribuant ainsi à la régulation de leurs populations.

- ***Chrysoperla carnea* (la chrysope verte commune)**: est également présente en abondance (environ 20 %). Ses larves sont de voraces prédateurs de pucerons et sont largement utilisées dans les programmes de lutte biologique .

- ***Episyrphus balteatus***:est aussi présent en abondance (environ 15 %). Ses larves sont d'importants prédateurs de pucerons et contribuent à la réduction de leurs populations dans les champs .

Chapitre IV. Results et discussion

Discussion generale

L'inventaire réalisé dans la wilaya d'El Tarf a permis de mettre en évidence une diversité relativement faible mais caractéristique des pucerons inféodés aux céréales. Les espèces dominantes identifiées, notamment *Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi*, sont reconnues comme les principaux ravageurs des cultures céréalières et les vecteurs de la jaunisse nanisante de l'orge.

Les résultats obtenus montrent que la région de Bouhadjar abrite une diversité relativement importante de pucerons inféodés aux céréales. La présence dominante de *Sitobion avenae* confirme son statut de ravageur majeur des cultures céréalières. Cette espèce colonise principalement les épis et peut provoquer des pertes de rendement importantes lorsqu'elle atteint de fortes densités.

La prédominance de *Sitobion avenae* observée dans la wilaya d'El Tarf est cohérente avec les résultats obtenus dans plusieurs régions céréalières d'Algérie. Cette espèce est considérée comme le principal puceron des épis de blé et peut provoquer des pertes de rendement importantes lorsque les infestations surviennent durant la phase de remplissage des grains.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus soulignent l'importance d'un suivi régulier des populations aphidiennes afin de mettre en place des stratégies de lutte intégrée adaptées aux conditions agroécologiques de la région de Bouhadjar et même de Ben M'hidi.

La forte présence de *Rhopalosiphum padi* mérite une attention particulière en raison de son rôle de vecteur du virus de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV). Des travaux menés dans l'Est Algérien ont confirmé la présence de ce virus et l'implication de plusieurs espèces de pucerons dans sa transmission.

Les conditions climatiques de la région d'ElTarf, caractérisées par une pluviométrie relativement élevée et des températures modérées, favorisent le développement des populations aphidiennes. Ces conditions permettent la succession de plusieurs générations au cours de la campagne agricole.

Chapitre IV. Results et discussion

Par ailleurs, plusieurs études réalisées en Algérie ont montré l'existence d'ennemis naturels efficaces, notamment les coccinelles, les syrphes et les hyménoptères parasitoïdes, capables de réduire naturellement les populations de pucerons.

La diversité spécifique observée confirme que les céréales constituent un habitat favorable pour plusieurs espèces de pucerons. Cette situation justifie la mise en place d'un suivi régulier afin de détecter précocement les infestations et de favoriser les méthodes de lutte intégrée.

Conclusion

Conclusion

En guise de conclusion, cette étude consacrée à l'inventaire des pucerons (Aphididae) dans les parcelles céréalières de la wilaya d'El Tarf a permis de mettre en lumière la diversité entomologique de cette région côtière unique, caractérisée par une richesse floristique et des écosystèmes variés.

Les sorties sur le terrain et les analyses d'identification ont abouti à plusieurs résultats clés :

- **Diversité taxonomique** : Nous avons pu recenser et identifier plusieurs espèces de pucerons inféodées aux céréales.
- **Impact agronomique** : L'étude a révélé la présence d'espèces à fort potentiel nuisible, capables de provoquer des dommages directs par prélèvement de sève et des dommages indirects par la transmission de nombreux phytovirus affectant les cultures agricoles. Cette situation souligne l'importance d'une surveillance régulière des populations aphidiennes afin de limiter les pertes de rendement et de qualité des productions agricoles (Hemidi & Laamari (2020) ; Akrich et *al.*, (2025).
- **Équilibre écologique** : Parallèlement, nos observations ont mis en évidence la présence d'une faune auxiliaire diversifiée composée principalement de coccinelles, de syrphes et de parasitoïdes. Ces ennemis naturels jouent un rôle essentiel dans la régulation biologique des pucerons et contribuent au maintien de l'équilibre des agroécosystèmes (Akrich et *al.*, 2025; Ait Amar-Berras et *al.*, 2025).
- **Importance écologique** : Les pucerons occupent une place importante dans les réseaux trophiques en servant de ressource alimentaire à de nombreux prédateurs et parasitoïdes. Leur diversité reflète souvent la richesse floristique et la qualité écologique des habitats où ils se développent (Akrich et *al.*, 2025).

L'inventaire réalisé a permis d'identifier quatre principales espèces de pucerons. L'espèce dominante est *Sitobion avenae*, représentant près de la moitié des individus observés, les populations atteignent leur maximum au mois d'avril, période correspondant aux stades sensibles des céréales.

Ces résultats constituent une base importante pour de futures études portant sur la dynamique saisonnière des pucerons, leurs relations avec les plantes hôtes et leurs ennemis naturels, ainsi que sur le développement de programmes de lutte biologique intégrée adaptés aux conditions agroécologiques de la wilaya d'El Tarf.

Conclusion

Enfin, cette étude contribue à une meilleure connaissance de l'aphidofaune céréalière de la région d'El Tarf et met en évidence l'intérêt d'intégrer les approches de gestion écologique dans les stratégies de protection des cultures afin de promouvoir une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

Liste de Références bibliographiques

Liste de Références bibliographiques

Liste de Références bibliographiques

- **Anne E. Magurran (2004).** Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing.
- **ANAT (2011).**Rapports et données cartographiques sur la wilaya d'El Tarf. Agence Nationale d'Aménagement du Territoire, Algérie.
- ANRH (2023).**Données hydro-climatologiques et pluviométriques de la région Est. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, Algérie.
- Autrique, A., & Ntahimpera, L. (1994).**Clés d'identification des pucerons de l'Afrique subsaharienne. Publication technique.
- Bass, C., Foster, S.P., Field, L.M., Williamson, M.S. and Slater, R. (2021).***Insecticide resistance in the peach-potato aphid, Myzus persicae: Mechanisms and management.* Pest Management Science, 77(2), pp.610–621. ([ResearchGate](#))
- **Bakroune, N., Sellami, M., Bakroune, H., & Ababsa, M. (2020).***Diversity and seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in a cereal ecosystem in Biskra region (Southeast of Algeria).* DOI: 10.21506/j.ponte.2020.4.14.
- **Belloulou, A., et al. (2023).** Dynamic and environmental factors influencing the coastal and wetland ecosystems of El Tarf (Eastern Algeria). Journal of Coastal Research (ou revue similaire selon votre domaine).
- **Benoufella-Kitous, K. (2005).**Bio-écologie des pucerons et de leurs ennemis naturels sur diverses cultures. Thèse de Magister (incluant la citation de Bayoun et al., 1995).
- **Bensettiti, F., & Lacoste, A. (1999).** Les subéraies algériennes : phytosociologie, écologie et dynamique de la végétation. Écologia Mediterranea, 25(1), 45-62.
- **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (1984).**Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons, Chichester.
- **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2000).**Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide (2nd ed.). Wiley, New York.
- **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2006).**Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs (Vol. 1 & 2), John Wiley & Sons, Chichester.

Liste de Références bibliographiques

- **Blackman Roger L. & Eastop Victor F. (2000).** Aphids on the World's Crops. John Wiley & Sons.
- **Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2020).** Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- **Blackman R. L., & Eastop, V. F. (2000).** *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- **Blackman, R. L., et Eastop, V. F. (2022).** Aphids on World Plants (Online Taxonomic Guide).
- **Blondel, J. (1979).** Biogéographie et écologie. Masson, Paris, 173 p.
- **Bouaziz, H., & Menaseria, F. (2023).** Recherche des parasitoïdes associés aux pucerons de blé dur (*Triticum durum Desf.*) dans la ferme pilote Boumaza Saïd de la région de Guelma. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Boufeniza, E., et al. (2024).** Régime des vents et dynamique climatique sur la façade Nord-Est de l'Algérie (Wilaya d'El Tarf). Revue des Sciences de l'Eau / Algerian Journal of Environmental Science.
- Braendle, C., Davis, G. K., Brisson, J. A., & Stern, D. L. (2018).** Wing polyphenism in aphids: environmental and genetic regulation of alternative phenotypes. *Heredity*, 116(4), 315-327.
- Brahmia, K. (2002).** Évolution socio-économique et importance stratégique des régions frontalières : Cas de la wilaya d'El Tarf. Thèse de Magister / Doctorat, Université d'Annaba.
- **Brabec Marek, Honěk Alois, Pekár Stano, & Martinková Zdenka (2014).** *Population dynamics of aphids on cereals: Digging in the time-series data to reveal population regulation caused by temperature.* PLoS ONE, 9(9), e106228. DOI:10.1371/journal.pone.0106228.
- Chen, Y., Zhang, B., & Wang, X. (2023).** Global climate change disrupts the life cycle plasticity and geographical distribution of aphids. *Global Change Biology*, 29(4), 987-1001.

Liste de Références bibliographiques

Christelle, R. (2007).Étude des dégâts directs et indirects des pucerons sur les cultures maraîchères. Mémoire de Fin d'Études.

Dajoz, R. (1971).Précis d'écologie. Dunod, Paris, 434 p.

Dedryver, C. A. (1982).Biologie, écologie et dynamique des populations de pucerons des céréales. Thèse de Doctorat d'État, Université de Rennes.

Dedryver, C. A., Le Gallic, J. F., & Simon, J. C. (2017). Life cycle variation and its significance in aphid pest management. *Pest Management Science*, 73(6), 1105-1115.

-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(6–7), 539–553.

- Dedryver Claude-André, 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(6–7), 539–553.

- Dixon, A. F. G. (1998).*Aphid Ecology: An Optimization Approach* (2nd ed.). Chapman & Hall.

DGF (2020).Cartographie des formations forestières et modèles numériques de terrain de la wilaya d'El Tarf. Direction Générale des Forêts, Alger.

DGF (2023).Bilan des incendies de forêts et impacts sur les écosystèmes locaux. Direction Générale des Forêts, Alger.

Direction de l'Environnement de la wilaya d'El Tarf (2020).Monographie environnementale et état des zones humides de la wilaya d'El Tarf. Rapport interne, Ministère de l'Environnement, Algérie.

Dittmer, N. T., Zhang, L., & Kanost, M. R. (2024). Density-dependent neurohormonal signaling pathways inducing wing development in aphids. *Journal of Insect Physiology*, 148, 104590.

Dixon, A. F. G. (2022).*Aphid Ecology: An evolutionary approach*. Springer Science & Business Media.

Liste de Références bibliographiques

Douglas, A.E. (2022).*Insects and Their Beneficial Microbes*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

DPSB El Tarf (2023).Données statistiques et physiques de la wilaya d'El Tarf. Direction de la Planification et du Suivi Budgétaire, Algérie.

Fakhour, S., Ambroise, J., Renoz, F., Foray, V., Gala, J.-L. and Hance, T. (2018).*A large-scale field study of bacterial communities in cereal aphid populations across Morocco*. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(3), fiy003. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy003>. (OUP Academic)

FAO (2022).Situation des forêts de la région méditerranéenne et gestion durable des ressources végétales. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.

Favret, C. (2017).Aphid Species File. Version 5.0. Taxonomic Database.

Favret, C. (2022). Evolution and phylogenetic diversity of the superfamily Aphidoidea. *Systematic Entomology*, 47(3), 415-428.

Favret, C., & Qiao, G. (2023). Morphological characterization and evolutionary trends in Aphididae. *ZooKeys*, 1145, 89-105.

Fereres, A., & Moreno, A. (2020).Behavioral and ecological aspects of virus transmission by aphids. *Insect Science*, 27(1), 1-15.

Forero, D., & Weirauch, C. (2022). Phylogenomics and classification of Hemiptera. *Annual Review of Entomology*, 67, 233-251.

Fredon (2008).Guide pratique des maladies et ravageurs des cultures. Fredon France.

Godin, C., & Boivin, G. (2022).Morphologie et stades de développement des pucerons (Rapport technique). Centre de recherche et de développement en horticulture.

Google Maps (2026).Données cartographiques et localisation géographique de la commune de Ben M'hidi et Bouhadjar. Consulté en mai 2026.

Hodek, I., & Honěk, A. (2023).Ecology of Coccinellidae. Springer Science & Business Media.

Liste de Références bibliographiques

Holeki, J., & Züst, T. (2024). Evolutionary ecology and adaptive plasticity in Aphididae. *Annual Review of Entomology*, 69, 201-220.

- **Hullé, M., Turpeau, E., & Chaubet, B. (2020).** Les pucerons des cultures : Observer, identifier, gérer. Éditions Quae.

- **Hullé, M., Turpeau, E., & Chaubet, B. (2020).** Encyclopédie des Pucerons : Clés d'identification et biologie des espèces des cultures. INRAE Publications.

- **INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). (2016).** Morphologie générale des pucerons. Encyclop'Aphid.

- **INRA. (2009).** *Aphelinus mali* pondant dans un puceron. Institut National de la Recherche Agronomique .

- **INRAE. (2018).** *Cycles biologiques et reproduction des pucerons*. Encyclop'Aphid. Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, France. Disponible sur : Encyclop'Aphid

- **INRA. (2018).** *Puceron piégé par un champignon Entomophthorales*. Institut National de la Recherche Agronomique, France

INRAE. (2024). *Structure antennaire et organes sensoriels*. Encyclop'Aphid. Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, France

- **IPCC (2021).** **Climate Change: The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

- **Jacky, F., & Bouchery, Y. (1982).** Les pucerons des cultures : Atlas de morphologie et éléments de biologie. INRA, Paris.

- **John P. Wratten & George L. A. Carter (1987).** *Aphids on Cereals: Population Biology and Economic Thresholds*.

- **Jean-Claude Simon et al. (1999).** "Ecology and evolution of aphid host specialization". *Annual Review of Entomology*, 44, 457-489.

Liste de Références bibliographiques

- **Kanturski, M., Karczewska, M., & Kaszyca, N. (2021).** Diversity within the family Aphididae: Trophic niches and host plant associations. *Arthropod Systematics & Phylogeny* 79, 321-339.
- **Kellil, H., Mohguen, K., & Si Bachir, A. (2020).** Relation entre les populations de *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) et les espèces aphidiennes ravageuses des céréales dans la région de Sétif (Nord-Est algérien). *IOBC-WPRS Bulletin*, 28–34.
- **Kellil, H., Addad, D., Derouiche, F., Mohguen, K., Si Bachir, A., Saharaoui, L., & Merniche, F. (2026).** Impact of phenological stages in durum wheat cultivars related to temperature and rainfall on dynamics of *Sitobion avenae* and its predator *Coccinella septempunctata* in the Constantine Region, Eastern Algeria. *International Journal of Tropical Insect Science*.
- Laamari Malik, Boughida, S., & Merouani, H. (2016).** *Distribution, parasitoids and cyclical appearance of Russian wheat aphid Diuraphis noxia in Algeria*. *European Journal of Environmental Sciences*, 6(2), 127–132. DOI: 10.14712/23361964.2016.15.
- **Lambert, M. (2005).** Pratiques culturales et méthodes préventives de lutte contre les bio-agresseurs. Éditions Tec & Doc.
- **Le Trionnaire, G., Tanguy, S., & Tagu, D. (2023).** Eco-evolutionary dynamics of aphid-plant interactions in Aphidinae. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 154, 103912.
- **Leather, S. R. (2018).** Ecology and Evolution of Aphids. Academic Press.
- **Leather, S. R., Dixon, A. F. G., & others (1989).** *The Ecology of Insect Overwintering*. Cambridge University Press.
- Leclant, F. (1999).** Les pucerons des plantes cultivées : Clefs d'identification. Tome I et II. INRA-ANPP, Paris.
- **Li, J., Wang, L., & Zhang, H. (2024).** Cornicles and defense secretions in Aphididae: Chemical composition and predatory deterrence. *Chemoecology*, 34(1), 12-25.
- **Lu, Y., et al. (2021).** Effects of nitrogen fertilization and salicylic acid elicitors on aphid-plant interactions. *Journal of Economic Entomology*, 114(4), 1580-1592.

Liste de Références bibliographiques

- **Magurran, A.E. (2004).** Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing.256p
- **MATE (2020).**Rapport national sur l'état de la biodiversité et des écosystèmes forestiers. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Algérie.
- **MEA(2005).**Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, DC.
- **Meddi, M., et al. (2022).** Variabilité spatio-temporelle des précipitations et des perturbations atmosphériques dans le Nord de l'Algérie. Hydrological Sciences Journal.
- Meteoblue (2025).**Données météorologiques historiques et modération thermique de la wilaya d'El Tarf. [En ligne] Disponible sur <https://www.meteoblue.com> (Consulté en 2025).
- Moran, N. A., Cao, B., & Bennett, G. M. (2019).** Evolutionary history and symbiosis in Aphidoidea. Current Biology, 29(11), R420-R425.
- Musa, F., et al. (2024).**Visual ecology of winged aphids: Reflective mulches and yellow sticky traps management. Agricultural and Forest Entomology, 26(1), 45-58.
- Nancarrow, N., et al. (2021).** Barley yellow dwarf virus (BYDV) management and economic impact in cereal crops. Plant Pathology, 70(3), 512-525.
- Ogawa, K., & Miura, T. (2016).**Aphid polyphenism: Transgenerational developmental regulation in response to environmental cues. Advances in Insect Physiology, 50, 89-119.
- **Ouffroukh, A., Khelifi, D., & Dehimat, L. (2011).** Contribution à l'étude des maladies foliaires des céréales : approche épidémiologique et identification de la jaunisse nanisante de l'orge dans les régions de l'Est algérien. Sciences & Technologie C, Biotechnologies.
- ONM (2023).**Bulletins climatologiques annuels et données de l'humidité relative pour le Nord-Est algérien. Office National de la Météorologie, Algérie.
- ONS (2008).**Répartition spatiale et monographie des communes de Ben M'hidi et Bouhadjar. Office National des Statistiques, Algérie.
- Parc National d'El Kala (2021).**Plan de gestion intégrée et inventaire du patrimoine naturel du PNEK. Rapport technique, El Kala, Algérie.

Liste de Références bibliographiques

Pavela, R., et al. (2023). Botanical and biochemical aphicides: Potassium soaps, mineral oils, and Azadirachtin efficacy. *Industrial Crops and Products*, 192, 116-128.

Podsiadlowski, L. (2016). Insect Molecular Systematics and the position of Sternorrhyncha. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 74(2), 112-125.

Quezel, P., & Médail, F. (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris.

Ramade, F. (1984). Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. McGraw-Hill, Paris, 397 p.

Ramsar (2014). Fiches descriptives sur les zones humides d'importance internationale : Complexe de zones humides d'El Tarf. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

Ramsar Convention (2024). Strategic Plan and Updates on Mediterranean Wetlands Management. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

Remaudière, G., Autrique, A., Eastop, V.F., Starý, P., Aymonin, G., Kafurera, J. and Dedonder, R. (1985). *Contribution à l'écologie des aphides africains*. Étude FAO Production Végétale et Protection des Plantes, No64. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 214 p

Remaudière Georges & Leclant François (2000). *Les pucerons des plantes cultivées : clés d'identification et données biologiques*. INRA Éditions.

- **R. Harrington, I. P. Woiwod & T. Sparks (1995).** "Climate change and trophic interactions". *Trends in Ecology & Evolution*, 10(8), 313-318.

Riddick, E.W. (2024). *Yellow chromatomagnetic trapping for aphid monitoring*. *Journal of Integrated Pest Management*, 15(1), pp. 1–10

Sadeghi, S., et al. (2023). Biological control of aphids by Aphidiinae parasitoïdes in agroecosystems. *BioControl*, 68(2), 143-155.

Saharaoui, . (1998). Inventaire et bio-écologie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) dans l'algérois. Thèse de Magister, Institut National Agronomique (INA), El Harrach, Alger.

Liste de Références bibliographiques

- Sekkat Abdelaziz (2007).** Études sur la dynamique des populations de pucerons des céréales au Maroc. *Al Awamia*.
- Silva, A. X., et al. (2022).** Multiple resistance profiles of aphid populations to neonicotinoids and pyrethroids. *Crop Protection*, 152, 105-114.
- Simon, J. C., d'Alençon, E., & Guy, E. (2021).** Cyclical parthenogenesis in aphids: Genetic mechanisms and adaptive value. *Biological Journal of the Linnean Society*, 132(2), 241-255.
- Simon R. Leather, Walters, K. F. A., & Dixon, A. F. G. (1989).** *Factors Determining the Pest Status of the Bird Cherry-Oat Aphid, Rhopalosiphum padi, and the English Grain Aphid, Sitobion avenae, on Cereals in Europe. Bulletin of Entomological Research*, 79(1), 1–14.
- Smith, M. T., & Miller, J. R. (2022).** Mechanics of the aphid stylet: Phloem penetration and sap ingestion. *Journal of Experimental Biology*, 225(8), jeb243100.
- Spiegel-Roy, P., & Goldschmidt, E. E. (1996).** *Biology of Citrus*. Cambridge University Press.
- Stroyan, H. L. G. (1961).** Identification of aphid species and determination of morphological characters. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*.
- Sutherland, J. P. (2006).** Biological control of aphids in greenhouse environments. Scottish Crop Research Institute Report.
- Tjallingii, W. F. (2022).** Electrical penetration graph (EPG) of aphid feeding: Chemoreception and plant quality assessment. *Frontiers in Plant Science*, 13, 891043.
- Tomanović, Ž., Kavallieratos, N. G., & Starý, P. (2023).** Diversity and associations of Aphidoidea: A global perspective. *Bulletin of Entomological Research*, 113(1), 45-59.
- van Emden, H. F., & Harrington, R. (Eds.). (2017).** *Aphids as Crop Pests* (2nd ed.). CABI.
- Van Emden, H. F., & Harrington, R. (Eds.). (2023).** *Aphids as Crop Pests* (2nd ed.). CABI Publishing.
- Wang, Q., & Zhang, Z. (2025).** Structure and function of the aphid cauda in honeydew excretion. *Entomologia Generalis*, 45(1), 67-76.

Liste de Références bibliographiques

WeatherSpark (2025).Climat et moyennes météorologiques mensuelles à El Tarf en 2025. [En ligne] Disponible sur <https://weatherspark.com>.

WeatherSpark (2026).Données historiques (2020-2026) sur les précipitations et l'humidité relative de la wilaya d'El Tarf. [En ligne] Disponible sur <https://weatherspark.com> (Consulté en 2026).

Winchester, N. N. (1999).Yellow pan traps as an effective tool for agricultural and forest arthropod sampling. *Environmental Entomolog*, 28.

- **Wratten, S. D. & Dixon, A. F. G. (1984).***Cereal Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier.