

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrou University- Khenchela-
Natural and life sciences Faculty
Molecular and Cellular Biology Department



N° de série :

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Domaine : **Sciences de la nature et de la vie**

Filière : **Sciences Biologiques**

Spécialité : **Biologie et contrôle des populations des insectes**

Présenté par :

Douaa REGHIS

Roufayda TOUTAYA

Thème

**Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons
associés au milieu Forestier dans la région de
khenchela**

Mémoire soutenu publiquement le 19 / 06 / 2025 Devant le jury composé de :

Melle Malika SAIDI

MCB, Université de khenchela, Présidente

Mme Fatima GAGUI

MAA, Université de khenchela, Encadrante

Mme Zhira MEREZKANI

MAA, Université de khenchela, Examinatrice

Année Universitaire : 2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

وكان فضل الله عظيمًا

Avant toute chose, on rends grâce à Dieu, source de toute sagesse et de toute force, pour nous avoir accompagné tout au long de ce parcours exigeant.

*Nos remerciements les plus sincères vont à Madame **GAGUI FATIMA**, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider ce encadré. Sa présence et son regard critique ont apporté une réelle valeur à cette étude.*

*Je remercie également madame **SAIDI MALIKA** et madame **MEREZKANI**, membre du jury, pour leur disponibilité, leur expertise et leur implication dans l'évaluation de ce travail.*

on n'oublie pas de saluer chaleureusement le laboratoire de hemmam essalhine , ainsi que toutes les personnes rencontrées sur le terrain, qui ont su faire preuve de générosité et de professionnalisme pour leur accueil, leur accompagnement et leur précieuse assistance.

On souhaite également remercier du fond du cœur ma famille, dont le soutien indéfectible, les encouragements constants et l'amour inconditionnel m'ont porté dans les moments les plus exigeants.

Enfin, on dédie ces remerciements à toutes celles et ceux, parfois dans l'ombre, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

À vous, notre reconnaissance est sincère et durable.



Dédicace

Je dédie ce travail à la mémoire de mon cher père, mon défunt père, dont l'amour, les valeurs et l'héritage continuent de guider ma vie.

À ma mère bien-aimée, pour son soutien indéfectible et son amour constant.

À mes frères et sœurs, pour leur solidarité et leur affection.

À mes enseignants, pour leur savoir, leur patience et leur encadrement.

À mes amis, pour leur présence et leur soutien.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

À vous tous, ma gratitude est profonde et sincère.

REGHIS Douaa





Dédicaces

*À l'homme de la lutte, à celui qui a semé les valeurs et les principes islamiques,
À celui qui a consacré la fleur de sa jeunesse à l'éducation de ses enfants ...*

Mon cher père, SAAD

Au cœur battant, au symbole de la tendresse, de l'amour et du sacrifice

À celle dont les prières sincères sont le secret de mon succès...

Ma précieuse mère, KHAIRAA

*Ceux à qui Allah m'a accordé le bonheur de leur présence dans ma vie,
Au lien solide de ceux qui ont été un soutien dans mon voyage de recherche,*

Mon cher et unique Mouhab Abd el Badia,

Et mes chères Safa et Sidra Al-Rahman, Rouia


Celle qui m'a soutenu alors que nous traçons ensemble

Les chemins du succès, Douaa Reghis

*Enfin, à tous ceux qui ont eu un lien, de près ou de loin, dans l'achèvement de cette
étude.*

Je demande à Allah de rétribuer chacun d'eux au mieux

Dans ce monde et dans l'au-delà.



TOUTAYA Roudaida

Résumé :

Les pucerons figurent parmi les nuisibles affectant les plantes dans les environnements agricoles et naturels. Les hyménoptères parasitoïdes figurent parmi les ennemies naturelles des pucerons. Du fait de leurs particularités, ils sont couramment employés dans le cadre de la lutte biologique.

L'objectif de cette étude est de comprendre la diversité de ces insectes dans l'environnement forestier. On effectue une collecte d'aphididés momifiés à partir d'échantillons directs prélevés lors de prospections méthodiques et détaillées de l'ensemble des végétaux, dans le but de rassembler autant de colonies que possible. Les résultats révèlent la présence de trois espèces de pucerons *Cinara sp.* et *Uroleucon aeneum* et une espèce non identifiée. Ainsi la présence d'une seule espèce de parasitoïde primaire *Aphidius funebris*. Ces espèces forment 5 relations bi-trophiques à deux niveaux plante pucerons et une seule association tri-trophique aux espèces de parasitoïdes primaires présentes dans l'environnement forestier de la zone d'étude avec un faible taux de parasitisme (7,07%). Le taux d'émergence est important. 68,57 %. Concernant le sexe ratio est dominé par la présence des femelles.

Mots Clés : Hyménoptères parasitoïdes, pucerons, milieu forestier, khenchela

الملخص:

تُعدّ حشرات المنّ من الحشرات التي تؤثر سلبيًا على النباتات في البيئات الزراعية والطبيعية. وتُعتبر الحشرات الطفيلية من رتبة غشائيات الأجنحة من بين الأعداء الطبيعية لحشرات المنّ. نظرًا لخصائصها البيولوجية المميزة، يتم استخدامها على نطاق واسع في استراتيجيات مكافحة البيولوجية .

يهدف هذا البحث إلى دراسة التنوع البيولوجي لهذه الحشرات في البيئة الغابية. تم جمع عينات من حشرات المنّ المنحطة من خلال أخذ عينات مباشرة أثناء عمليات مسح منهجية ودقيقة شملت جميع أنواع النباتات، بهدف جمع أكبر عدد ممكن من التجمعات الحشرية. كشفت النتائج عن وجود نوعين من حشرات المنّ، هما *Cinara sp.* و *Uroleucon aeneum* إلى جانب نوع

واحد فقط من الطفيليات الأولية، وهو *Aphidius funebris*

الكلمات المفتاحية: غشائيات الأجنحة الطفيلية، حشرات المن، الوسط الغابي، خنشلة.

Abstract:

Aphids are among the pests that affect plants in agricultural and natural environments. Parasitic hymenopterans are natural enemies of aphids and, due to their unique characteristics, are commonly used in biological control strategies.

The objective of this study is to investigate the diversity of these insects in forest environments. Mummified aphids were collected through direct sampling during systematic and detailed surveys of all vegetation, aiming to gather as many colonies as possible. The results revealed the presence of three aphid species, *Cinara sp.* and *Uroleucon aeneum* and unidentified species with the presence of a single primary parasitoid species, *Aphidius funebris*. With five bi-trophic relations, and a single tri-trophic association with primary parasitoid. The parasitism rate is low (7,07%). Emergence rate is important 68,57%. The sexe ratio was dominated with females.

Keywords: Parasitoid Hymenoptera, Aphids, Forest Environment, Khenchela



Table des Matières

Table des matières

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Présentation de la région d'étude

1.Situation Géographique..... 4

2. Le Relief de la Wilaya de Khenchela..... 4

2.1. Les Massifs Montagneux 4

2.2. Les Plateaux 5

2.3. Les Plaines..... 5

2.4. Les Steppes et Dépressions 5

3.Climat 6

3.1. Température 6

3.2. Précipitations 7

3.3. Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen..... 7

3.4. Quotient et Climatogramme Pluviométrique d'Emberger 8

3.5. L'humidité relative..... 9

3.6. Le vent 9

3.7. Gelée 10

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Matériel 12

II.1. Matériel végétal 12

II.1.1. Le matériel animal 12

II.1.1.1. Les pucerons 12

II.1.1.2. Les parasitoïdes 12

II.2. Le matériel d'échantillonnage et montage :..... 13

II.3. Présentation des différentes localités..... 14

II.3.1. Bouhmama 14

II.3.2. Chelia..... 15

II.3.3. M'sara 16

II.3.4. Yabous..... 16

II.4. Echantillonnage..... 18

II.5. Montage..... 18

II.6. Identification.....	19
II.7. Paramètres démo-écologiques.....	21
Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1. Biodiversité des Hyménoptères	23
III.1.1. Résultats	23
III.1.2. Discussion	23
III.2. Relations bi-trophiques (pucerons-plantes hôtes) recensées	24
III.2.1. Résultats	24
III.2.2. Discussion	26
III.3. Relations tri-trophiques (plantes- pucerons - parasitoïdes)	26
III.3.1. Résultats	26
III.3.2. Discussion	27
III.4. Taux de parasitisme	28
III.4.1. Résultats	28
III.6.2. Discussion	28
III.5. Taux d'émergence.....	28
III.5.1. Résultats	28
III.5.2. Discussion	29
Conclusion générale	32
Références Bibliographiques :	35



Liste des Figures

Liste des figures :

Figure 1: Situation géographique de la wilaya de Khenchela.....	4
Figure 2: Diagramme Ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls période (2013- 2022).....	8
Figure 3: Climagramme d'Emberger de khenchela (Dedryver et al., 2010).....	9
Figure 4: Matériel d'échantillonnage et montage (photo personnelle 2025).....	13
Figure 5: zone d'étude Bouhmama (photo personnelle 2025).....	14
Figure 6: zone d'étude -chelia- (photo personnelle 2025).....	15
Figure 7: zone d'étude m'sara (photo personnelle 2025).....	16
Figure 8: zone d'étude Yabous (photo personnelle 2025).....	17
Figure 9: les localités d'étude sur la carte de khenchela.....	17
Figure 10: les localités d'étude sur Google Earth (site google earth).....	18
Figure 11: Critères morphologiques d'identification d'un puceron a - Tête; b – Antennes; c - Abdomen; d – Cornicules; e – Cauda (Sahraoui , 1999).....	20
Figure 12: l'espèce d'Aphidius funebris sous la loupe binoculaire.....	24
Figure 13: Caractères microscopiques d'une femelle d'Aphidius funebris.....	24
Figure 14: <i>Uroleucon aeneum</i> (photo originale).....	25
Figure 15: <i>Cinara sp.</i> (photo originale).....	26
Figure 16:Répartition de sexe de parasitoïde Aphidius funebris.....	29



Liste des Tableaux

Liste des tableaux :

Tableau 1: Espèce identifié dans la zone d'étude	23
Tableau 2: relations bio-trophiques puceron / plante trouvées dans la zone d'étude (Janvier 2025 - Mai 2025)	25
Tableau 3: Les différentes relations Tri-trophiques (plante- puceron - parasitoïde) notées dans le milieu naturel de la région d'étude.....	27
Tableau 4: Taux de parasitisme.....	28
Tableau 5: Taux d'émergence des espèces recensées	28



Introduction Générale

Introduction générale :

Les pucerons sont des insectes phytophages susceptibles d'occasionner des dommages considérables aux écosystèmes agricoles et forestiers (**Dixon 1998; Blackman et Eastop, 2000 ; Sullivan, 2008**). Les aphides peuvent déprimer les arbres des forêts tel que le puceron du cèdre *Cedrobium laportei* qui est considérée comme un ravageur important du cèdre de l'Atlas en France et en Atlas marocain (**Aggoun, 2015**). Dans les zones forestières, où la biodiversité est riche et les équilibres écologiques délicats, les hyménoptères parasitoïdes ont un rôle crucial pour préserver la santé des écosystèmes en régulant la surpopulation des pucerons (**Boivin, 2001**). La diversité végétale et la structure spatiale du milieu contribuent à la variété et à l'efficacité des hyménoptères parasitoïdes en fournissant des ressources alimentaires (nectar) ainsi que des habitats favorables (**Damien et al., 2019**).

Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons sont essentiellement appartenant aux familles Braconidae (sous-famille Aphidiinae) et Aphelinidae (**Boivin et al., 2012**) se singularisent par leur cycle de vie particulier : les femelles déposent leurs œufs à l'intérieur ou à l'extérieur des pucerons, et les larves qui en émergent grandissent en se nourrissant de l'hôte, ce qui provoque sa mort. Cette conduite les établit comme des alliés performants dans la lutte biologique contre les pucerons (**Kavallieratos et al., 2004**).

La zone de Khenchela, localisée à l'est de l'Algérie, se distingue par sa diversité d'écosystèmes forestiers qui incluent des espèces telles que le chêne, cèdre e, pin d'Alep et d'autres types d'arbres adaptés au climat semi-aride. Un éventail de pucerons et de leurs parasitoïdes cohabite dans ces habitats, cependant, les interactions précises entre ces entités dans ce cadre demeurent en grande partie inexplorées. Il est crucial de saisir ces dynamiques afin d'apprécier les services écosystémiques fournis par ces auxiliaires et d'élaborer des plans de gestion durable pour les forêts.

Bien que les hyménoptères parasitoïdes soient efficaces, ils sont soumis à l'influence de facteurs environnementaux tels que la configuration du paysage, la variété des végétations et les conditions climatiques (**Boivin et al., 2012**). Toutefois, les informations sur la diversité, la répartition et l'efficacité des hyménoptères parasitoïdes des aphidés dans les forêts de Khenchela demeurent restreintes. Le niveau de parasitisme chez les pucerons fluctue selon les conditions

environnementales (comme la température et l'humidité) ainsi que la densité des colonies de pucerons (**Thies *et al.*, 2005**).

L'objectif général de ce mémoire est d'étudier les hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux milieux forestiers de la région de Khenchela, en vue de mieux comprendre leur rôle écologique et leur potentiel dans la gestion durable des écosystèmes forestiers. Identifier les espèces d'hyménoptères parasitoïdes et leurs hôtes pucerons dans les forêts de Khenchela. Évaluer l'influence de la structure du paysage forestier et des conditions environnementales sur la diversité et l'abondance des parasitoïdes.

L'étude sera menée dans les forêts (Bouhmama, yabous, m'sara, chélia). L'échantillonnage sera effectué sur une période de 04 mois (janvier 2025-Mai 2025), en ciblant différents types de peuplements forestiers (forêts de chêne, pinèdes, cèdre, zones mixtes). Les sites seront sélectionnés en fonction de leur diversité végétale et de leur degré de perturbation anthropique.

Ce travail est constitué de trois chapitres; le premier est une présentation de la région d'étude le deuxième présente une présentation de matériel et méthodes utilisés pour arriver aux résultats de notre travail et un chapitre des résultats et la discussion des résultats obtenus et enfin la conclusion.



*Chapitre I : Présentation de la région
d'étude*

1. Situation Géographique :

Située à l'est de l'Algérie, au sud-est de la région du Constantinois et en bordure du massif des Aurès, la wilaya de Khenchela couvre une superficie de 9 715 km².

Grâce à son emplacement stratégique, elle est entourée de cinq wilayas voisines : Batna, Oum El Bouaghi, Tébessa, Biskra et El Oued. Ces régions entretiennent des relations étroites avec Khenchela, tant sur le plan économique que social. De plus, cette wilaya joue un rôle essentiel de liaison entre le nord-est et le sud du pays. Sa position lui permet d'être aux portes des grandes villes sahariennes tout en restant proche des principaux centres urbains du nord. (Anonyme 1, 2025).



Figure 1: Situation géographique de la wilaya de Khenchela

2. Le Relief de la Wilaya de Khenchela :

La wilaya de Khenchela présente un relief contrasté, marqué par une diversité de paysages qui influencent à la fois son climat et son mode de vie. Ce relief se divise en quatre grands ensembles géographiques :

2.1. Les Massifs Montagneux :

Les montagnes occupent une place prépondérante dans la morphologie de la wilaya, notamment à l'ouest, où s'étendent les majestueuses montagnes des Aurès. Ce massif, qui fait partie de la chaîne de l'Atlas saharien, est caractérisé par des altitudes élevées et des reliefs accidentés, abritant des vallées encaissées et des forêts denses.

Au centre de la wilaya, les monts des Nememchas forment une autre structure montagneuse notable, bien que leurs altitudes soient relativement plus modérées. Ces montagnes jouent un rôle crucial dans le climat local, influençant les précipitations et la température.

Enfin, au nord-est, la région d'Aïn Touila est également marquée par des reliefs montagneux, bien que moins imposants que ceux des Aurès. Ces zones montagneuses offrent des paysages pittoresques et abritent une biodiversité variée adaptée aux conditions climatiques rigoureuses. (Aggoun , 2015).

2.2. Les Plateaux :

Les plateaux constituent une autre composante majeure du relief de la wilaya. Situés principalement au nord-est, ils incluent le plateau d'Ouled Rechache, qui domine les environs par son étendue relativement uniforme. Cette zone, qui englobe les communes de Mahmel et d'Ouled Rechache, est caractérisée par des terres favorables aux activités agricoles, bien que les conditions climatiques limitent parfois leur exploitation.

Ces plateaux jouent un rôle essentiel dans l'économie locale, notamment dans l'élevage et certaines cultures adaptées à la sécheresse. Leur altitude intermédiaire entre les montagnes et les plaines leur confère un climat relativement tempéré par rapport aux autres régions de la wilaya. (Aggoun, 2015)

2.3. Les Plaines :

Les plaines de la wilaya de Khenchela se situent principalement au nord et au nord-ouest, couvrant des régions comme Remila, Bouhmama et M'toussa. Ces espaces relativement plats sont propices à l'agriculture et à l'élevage extensif.

Certaines de ces plaines sont qualifiées de « hautes plaines » en raison de leur altitude relativement élevée par rapport aux plaines côtières du nord de l'Algérie. Elles connaissent un climat caractérisé par des écarts de température importants entre l'hiver et l'été, avec des hivers souvent froids et des étés marqués par la chaleur et la sécheresse. (Aggoun, 2015)

2.4. Les Steppes et Dépressions :

Dans la partie méridionale de la wilaya, les paysages prennent une tout autre apparence avec l'extension des parcours steppiques et des zones de dépression. Ces terres, souvent semi-arides, sont constituées de sols sablonneux et abritent des chotts, qui sont des lacs salés temporaires servant de réceptacles aux eaux des oueds venant du nord.

Ces régions se caractérisent par une végétation clairsemée, principalement composée de plantes résistantes à la sécheresse. Elles sont souvent exploitées pour le pâturage, l'élevage extensif étant l'une des principales activités économiques locales. Cependant, ces espaces restent vulnérables aux phénomènes de désertification, accentués par les conditions climatiques difficiles. (Aggoun , 2015)

3.Climat

3.1. Température :

La wilaya de Khenchela, située dans l'est de l'Algérie, se trouve sur les Hauts Plateaux et se caractérise par un climat semi-aride influencé par l'altitude et la continentalité. Ce climat entraîne des variations thermiques importantes entre les saisons, ainsi qu'entre le jour et la nuit.

- **Été (juin - août) :** Cette période est marquée par des températures élevées qui peuvent atteindre entre 25° et 35°C en journée, avec un ensoleillement intense et une sécheresse prononcée. L'air y est souvent sec, et les précipitations sont quasi inexistantes. Toutefois, la nuit, la température diminue considérablement, offrant une relative fraîcheur qui contraste avec la chaleur diurne.
- **Hiver (décembre - février) :** En raison de l'altitude de la région, les hivers sont plutôt froids. Les températures minimales descendent souvent entre 5° et 10°C, et des gelées nocturnes sont fréquentes. Dans certaines zones plus élevées, les chutes de neige ne sont pas rares, recouvrant les reliefs d'un manteau blanc temporaire.
- **Printemps et automne :** Ces saisons de transition offrent un climat plus doux et agréable. Les températures oscillent généralement entre 15 et 25°C, avec des périodes de vent qui peuvent accentuer la sensation de fraîcheur. Le printemps apporte parfois quelques précipitations, favorisant la floraison de la végétation locale, tandis que l'automne est marqué par un rafraîchissement progressif des températures.

Un élément distinctif du climat de Khenchela est la forte amplitude thermique journalière, typique des régions semi-arides et des Hauts Plateaux. Même en plein été, les nuits restent relativement fraîches, offrant un contraste notable avec la chaleur de la journée. Ce phénomène est dû à la faible humidité de l'air et à l'absence de grandes masses d'eau pour réguler les températures.

Khenchela connaît un climat contrasté où les saisons sont bien marquées, alternant entre chaleurs estivales intenses et hivers froids. L'environnement semi-aride et les reliefs de la région façonnent ces conditions climatiques particulières, influençant le mode de vie et les activités agricoles locales.

3.2. Précipitations :

Les données relatives aux précipitations, aux intempéries et aux phénomènes météorologiques tels que les pluies torrentielles, la neige, les orages, la grêle, la gelée blanche et le brouillard sont issues des observations de Seltzer, qui s'étendent sur une période de 25 ans.

L'analyse climatique de la wilaya met en évidence une répartition inégale des précipitations selon les zones géographiques. Ainsi, les régions montagneuses du nord-ouest, notamment Djebel Chelia et Djebel Aïdel, bénéficient d'un apport pluviométrique annuel significatif, variant entre 700 et 1 200 mm. À l'opposé, les zones sahariennes du sud, comme Oued El Meita, enregistrent des précipitations bien plus faibles, ne dépassant pas les 200 mm par an. Entre ces deux extrêmes, la majeure partie du territoire de la wilaya se situe dans une zone intermédiaire où les précipitations annuelles varient entre 200 et 600 mm, définissant ainsi un climat semi-aride.

L'étude des variations saisonnières des précipitations montre que le mois de mars est le plus arrosé de l'année, affichant les valeurs les plus élevées en termes de précipitations. En revanche, le mois de juillet est le plus sec, marquant une période de sécheresse marquée.

D'un point de vue saisonnier, les précipitations printanières sont plus abondantes que celles de l'automne. En moyenne, le printemps reçoit environ 60,33 mm de précipitations, tandis que l'automne enregistre une moyenne de 43,67 mm. Cette différence suggère que la saison printanière joue un rôle essentiel dans l'alimentation en eau du territoire, avec un impact significatif sur la végétation et l'agriculture locale.

3.3. Le Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique, proposé par Bagnouls et Gaussen, est un outil graphique qui permet d'analyser la relation entre les précipitations et les températures afin de distinguer les périodes humides et sèches d'une région donnée. Ce type de représentation repose sur un principe fondamental : les températures sont exprimées à une échelle deux fois supérieure à celle des précipitations, facilitant ainsi l'identification des mois caractérisés par un déficit hydrique.

Selon cette approche, un mois est considéré comme sec lorsque la quantité moyenne des précipitations (exprimée en millimètres) est inférieure ou égale au double de la température moyenne du même mois ($P \leq 2T^{\circ}\text{C}$). Lorsque cette condition est remplie, la courbe des précipitations se situe en dessous de celle des températures sur le graphique, ce qui traduit un manque d'eau disponible pour la végétation. (Bagnouls *et al*, 1957)

L'analyse du cumul des mois secs permet ainsi de délimiter la saison sèche dans une région donnée. Pour une interprétation fiable, une échelle spécifique doit être appliquée afin de visualiser clairement ces variations climatiques. Ce type de diagramme est couramment utilisé en climatologie et en écologie pour caractériser les climats et leurs impacts sur la végétation et les écosystèmes locaux (Kolli *et al.*, 2020).

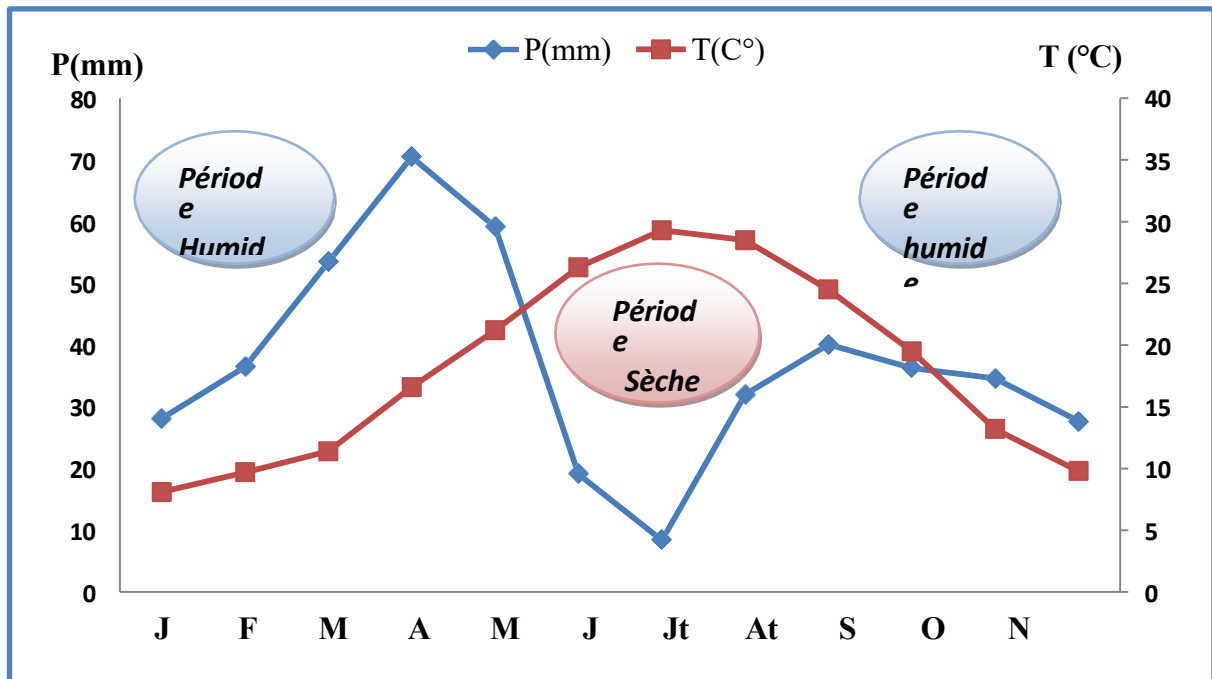


Figure 2: Diagramme Ombrothermique de Gaussen et de Bagnouls période (2013- 2022)

3.4. Quotient et Climatogramme Pluviométrique d'Emberger :

Emberger propose une classification des régions en différents étages climatiques selon leurs spécificités. En 1932, il élabore une formule permettant de calculer l'indice d'aridité annuelle en fonction des précipitations et des températures.

$$Q2 = 1000P / [(M+m) / 2 (M+m)]$$

$$\text{Soit : } Q2 = 1000 P / (M2 - m2) = [1000 (M +m) / 2 \times 273] \times [P / (M+m)]$$

Ce quotient est par la suite simplifié par Stewart (1969) comme suite :

$$Q2 = 3,42 [P/ (M-m)]$$

Avec

P : hauteur des précipitations moyennes annuelles en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

M-m : amplitude thermique extrême moyenne. Dans le cas de notre zone d'étude :

$$Q2 = 3,42 [P/ (M-m)] = 3,42(444,1000/ (30 - 5,5)) = 61,99$$

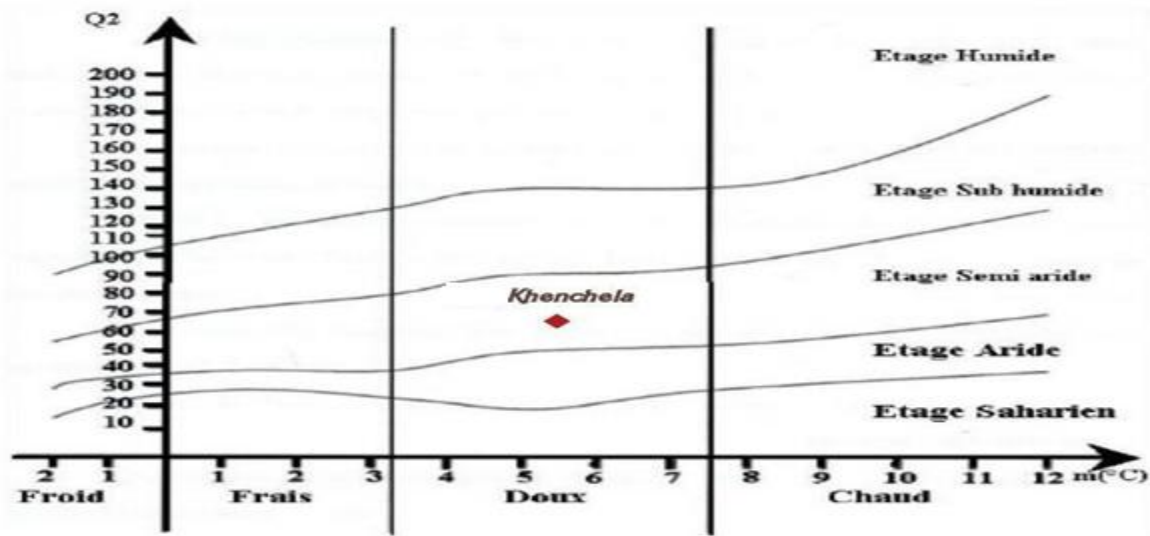


Figure 3: Position de la wilaya khenchela dans le climagramme d'Emberger

3.5. L'humidité relative :

L'humidité relative interannuelle atteint 60%, tandis que la moyenne mensuelle est également de 60%. Le taux d'humidité maximale sur une base mensuelle est enregistré en décembre, avec une valeur atteignant 74%.

3.6. Le vent :

Dans la zone d'étude, le vent présente généralement une intensité modérée tout au long de l'année, avec des vitesses moyennes comprises entre 10 et 20 km/h, mais parfois, de « forts » épisodes de vent apparaissent à certains moments de l'année : on observe les rafales les plus prononcées en avril et décembre, avec des enregistrements parfois proches de 35 à 40 km/h en rafale.

En ce qui concerne l'orientation des vents, elle fait ressortir de manière nette les courants régis par la direction Nord-Ouest et Sud-Ouest, la tendance peut être perturbée à certaines saisons

(en lien avec les changements de pression atmosphérique et les événements météo locaux) ce qui conduit à des variations notables par rapport aux dispositions dominantes.

3.7. Gelée :

Effectivement, comme l'ont précisé **Hance *et al.*** (2007), les parasitoïdes entraînent des modifications physiologiques liées au stress, comme le froid, chez leur hôte, qui se manifestent aussi bien chez le parasitoïde que chez l'hôte lui-même. Transformation qui crée un environnement favorable à leur développement pour l'hôte. Un des processus concernés est donc le contrôle de la production de cryoprotecteurs, autrement dit des molécules qui empêchent la cristallisation de la glace à l'intérieur des cellules, réduisant ainsi les dangers du gel. Simultanément, le parasitoïde ajuste le niveau d'activité métabolique de l'hôte pour optimiser la gestion de son énergie et accumuler autant de réserves que possible afin de mieux résister aux températures froides.



Chapitre II : Matériel et Méthodes

II. Matériel

II.1. Matériel végétal

Lors des différents prélèvements, le matériel botanique employé comprend des rameaux, des feuilles, des inflorescences et des plantes complètes, qui ont été collectés à partir des sites choisis pour cette recherche.

II.1.1. Le matériel animal

II.1.1.1. Les pucerons

Les pucerons représentent un groupe d'insectes très répandus à travers le globe. Leur apparition remonte à environ 280 millions d'années (**Hullé *et al.*, 1999**). À ce jour, plus de 4700 espèces ont été identifiées dans le monde (**Remaudière et Remaudière, 1997**), dont environ 450 sont reconnues comme nuisibles pour les cultures (**Blackman et Eastop, 2000**). Ces insectes infestent une grande diversité de plantes, qu'elles soient ornementales ou maraîchères (**Dedryver *et al.*, 2010**).

Sur le plan taxonomique, les pucerons, aussi appelés aphides, font partie de l'embranchement des Arthropodes, du sous-embranchement Mandibulata, de la super-classe des Tracheata, et appartiennent à la classe des Insectes. D'après les travaux de Blackman et Eastop (2000), ils sont classés dans le super-ordre des Hémiptères, plus précisément dans l'ordre des Homoptères, qui comprend également les cicadelles, les psylles, les aleurodes et les cochenilles. Selon Remaudière (1997), les pucerons sont intégrés au sous-ordre des Aphidinea, dans la super-famille des Aphidoidea, famille des Aphididae. Cette dernière se subdivise en 12 sous-familles, telles que les Aphidinae, Lachninae ou encore Myzocallidinae, regroupées en plusieurs tribus, parmi lesquelles on retrouve les Aphidini, Macrosiphini et Tramini.

II.1.1.2. Les parasitoïdes

Les Hyménoptères parasitoïdes de pucerons se divisent en parasitoïdes primaires et des hyper-parasitoïdes, les parasitoïdes primaires (Famille des Aphelinidae et Braconidae), sont des endo-parasitoïdes solitaires koinobiontes (**Turpeau *et al.*, 2011**). Le parasitoïde koinobionte c'est celui qui développer permet à son hôte de vivre et ne le tue que lorsque son cycle de vie pré-imaginal est achevé (**Boivin *et al.*, 2012**).

Les hyper-parasitoïdes parasitent un hôte qui est déjà habité par un parasitoïde primaire. Ils peuvent être facultatives (aptés à parasiter des hôtes non parasités) ou obligatoires (dépendant

d'un parasitoïde primaire). (familles des Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Charipidae). (Turpeau *et al.*, 2011). Ils compliquent les chaînes alimentaires, car ils contrôlent les populations de parasitoïdes primaires, ce qui peut diminuer l'efficacité du contrôle biologique. Ils se développent soit à l'intérieur de leurs hôtes (endoparasitoïdes), soit à la surface de ces derniers (ectoparasitoïdes) (Sullivan, 1987).

II.2. Le matériel d'échantillonnage et montage :

L'échantillonnage, la conservation, le triage, le montage et l'identification des pucerons et de leurs parasitoïdes ont nécessité l'emploi, des sachets en plastique, des tubes à essai, de l'éthanol à 75%, des boîtes de Pétri, des épingles entomologiques, une loupe binoculaire, KOH, bécher, Chloral-phénol, des lames et lamelles, un microscope optique.



A) Pince + Agitateur magnétique



B) Microscope



C) Tubes



D) Boîtes de Pétri



E) Ethanol



F) Hydroxyde de potassium (KOH)

Figure 4: Matériel d'échantillonnage et montage (photo personnelle 2025)

II.3. Présentation des différentes localités

II.3.1. Bouhmama

La Daïra de Bouhmama est une des divisions administratives de la wilaya de Khenchela, localisée dans la zone des Aurès, à l'est de l'Algérie. D'après les données officielles les plus actuelles, elle s'étend sur une superficie totale de 1 131 kilomètres carrés

Cette région est caractérisée par un climat semi-aride influencé par la montagne, avec des hivers sévères et secs et des étés à chaleur modérée. Le relief irrégulier de la région, qui se trouve à une altitude assez élevée, joue un rôle crucial dans la détermination de ce régime climatique. Effectivement, la daïra est située dans une zone montagneuse isolée : elle est entourée à l'est par le mont Boulghmane, à l'ouest par le mont Chelia au sud par la localité de Chachar et au nord par celle de Yabous.

La Daïra de Bouhmama est donc située dans une région qui est à la fois cruciale sur le plan géographique et riche en ressources naturelles. (**Ministère de l'Intérieur, 2020**).

La forêt examinée de cette région composé de Pin d'Alep (*Pinus hapensis*) et de Cèdre (*Cedrus atlantica*).



Figure 5: zone d'étude Bouhmama (photo personnelle 2025)

II.3.2. Chelia

Chélia est une municipalité se trouvant dans la wilaya de Khenchela, en Algérie, et fait partie de la daïra de Bouhmama. Elle est située dans la zone des Aurès.

La végétation de Chelia se caractérise par des forêts de cèdres à haute altitude, un écosystème steppique dans les régions plus basses, ainsi que des plantes répandues adaptées aux conditions semi-arides. Toutefois, les écosystèmes sont exposés aux incendies, à la déforestation et aux contraintes exercées par l'homme. Pour une étude approfondie, un examen botanique dédié à Chelia est indispensable, étant donné que les informations actuelles se focalisent essentiellement sur l'ensemble de la région des Aurès.

Avec une altitude de 2 328 mètres, le Djebel Chélia est la plus haute montagne de la chaîne des Aurès et se classe comme le second sommet le plus élevé d'Algérie, derrière le mont Tahat. Positionné à la limite des wilayas de Batna et Khenchela, il est fréquemment recouvert de neige de novembre à mars, Le parc national de Chélia, qui comprend ce massif, est célèbre pour sa richesse en biodiversité et ses panoramas impressionnants. (**Ministère de l'Intérieur, 2020**). Les prélèvements sont effectués au niveau de forêt de chêne vert (*Quercus ilex*) de pin d'Alep (*Pinus hapensis*) et de Cèdre (*Cedrus atlantica*).



Figure 6: zone d'étude -chelia- (photo personnelle 2025)

II.3.3. M'sara

M'Sara est une petite localité nichée dans la commune de Bouhmama, wilaya de Khenchela, au cœur des Aurès en Algérie. Située dans une région montagneuse à environ 35°23'N et 6°42'E, à une altitude de 1 000 à 1 200 mètres, elle avoisine les communes d'Inoughissen, Ichmoul et Bouhmama. Intégrée à la commune de Bouhmama, qui s'étend sur environ 1 200 km² M'Sara abrite une population modeste, caractéristique des villages aurésiens. Son climat semi-aride se traduit par des hivers froids, souvent enneigés, et des étés chauds et secs. (Ministère de l'Intérieur, 2020). Le site examiné est composé de chêne vert (*Quercus ilex*) et de pin d'Alep (*Pinus hapensis*).



Figure 7: zone d'étude m'sara (photo personnelle 2025)

II.3.4. Yabous

Yabous est une commune localisée à 60 km vers l'ouest de la wilaya de Khenchela, au pied du mont des Aurès. Elle se trouve entre les latitudes 35°24'29'' Nord et 35.4081, et les longitudes 6°38'31'' Est et 6.64184.



Figure 8: zone d'étude Yabous (photo personnelle 2025)



Figure 9: les localités d'étude sur la carte de kenchela



Figure 10: les localités d'étude sur Google Earth (site google earth)

II.4. Echantillonnage :

La phase pratique de notre étude a été réalisée sur une période de cinq mois, s'étendant de janvier à mai 2025. Les sorties de terrain ont été moins fréquentes au cours du mois de janvier, en comparaison avec celles du mois de mai où elles se sont multipliées et diversifiées.

L'insecte ciblé a été observé sur différents types de végétation : arbres, arbustes et autres plantes, notamment au niveau des feuilles, des tiges. La présence importante de fourmis dans certaines zones constituait un indicateur fiable de la présence de cet insecte.

La collecte sur le terrain s'est effectuée à l'aide d'une pince, les spécimens étant directement placés dans des tubes, eux-mêmes transférés dans des sachets pour un tri ultérieur en laboratoire.

Nous avons procédé à la recherche et à la collecte d'individus entiers ainsi que de structures résiduelles (momies). Les spécimens entiers ont été conservés dans de l'éthanol au laboratoire, puis classés selon la date, l'heure, l'arbre et le lieu de leur collecte. Les exuvies (momies), quant à elles, ont été placées dans des boîtes de Pétri préalablement perforées et conservées à température ambiante pendant deux à trois jours afin de permettre l'émergence éventuelle de l'insecte.

II.5. Montage

Une quantité de 10 grammes d'hydroxyde de potassium (KOH) est dissoute dans 100 ml d'eau distillée. Les spécimens d'insectes de grande taille sont sélectionnés, puis placés dans des

boîtes de Petri. Des perforations sont pratiquées au niveau de l'abdomen afin de faciliter la pénétration de la solution. Les insectes sont ensuite immergés dans la solution de KOH et chauffés pendant une durée variable de 3 à 10 minutes, en fonction de leur taille.

À l'issue du traitement, les spécimens sont transférés dans des boîtes de Petri contenant de l'eau distillée, afin d'éliminer les résidus de KOH. Une fois le rinçage effectué, les pucerons sont placés dans une solution de chloral phénol pendant 48 heures, étape essentielle pour leur clarification en vue d'une observation microscopique.

Après 48 heures d'incubation, les spécimens sont retirés de la solution, montés sur lame, puis inclus dans un milieu de montage de type Eukitt. Enfin, une lamelle couvre-objet est déposée avec précaution pour finaliser la préparation microscopique (**Jacky et Bouchery, 1982**)

II.6. Identification

L'identification se fait en utilisant la clé de **Remaudiere et SecoFernandez, (1990)** et la confirmation est faite par le docteur Aggoun Hayete, Direction des Forêts Khenchela. Pour identifier avec précision les pucerons, il est essentiel de procéder à une observation minutieuse de plusieurs caractères morphologiques. Ces caractères incluent : (**Sahraoui, 1999**)

- 1. Le sinus frontal** La forme et la structure du sinus frontal, situé sur la tête, sont des indicateurs clés pour différencier les espèces.
- 2. Les antennes** Il faut examiner la longueur des antennes ainsi que le nombre d'articles qui les composent. La disposition et la présence de sensoriaux (organes sensoriels) sur les antennes sont également cruciales.
- 3. La queue, les cornicules et la cauda** : La forme de la queue (ou abdomen terminal), des cornicules (tubes siphunculaires) et de la cauda (structure terminale de l'abdomen) varie selon les espèces et constitue un critère d'identification important.
- 4. La nervation des ailes** : Chez les pucerons ailés, l'observation des motifs de nervures alaires permet de distinguer les groupes taxonomiques.
- 5. L'ornementation de l'abdomen** : Les motifs, textures ou pigmentation de l'abdomen sont des caractéristiques distinctives.
- 6. Les plaques dorsales** : La présence ou l'absence de plaques dorsales sclérifiées sur l'abdomen est un autre caractère à considérer.

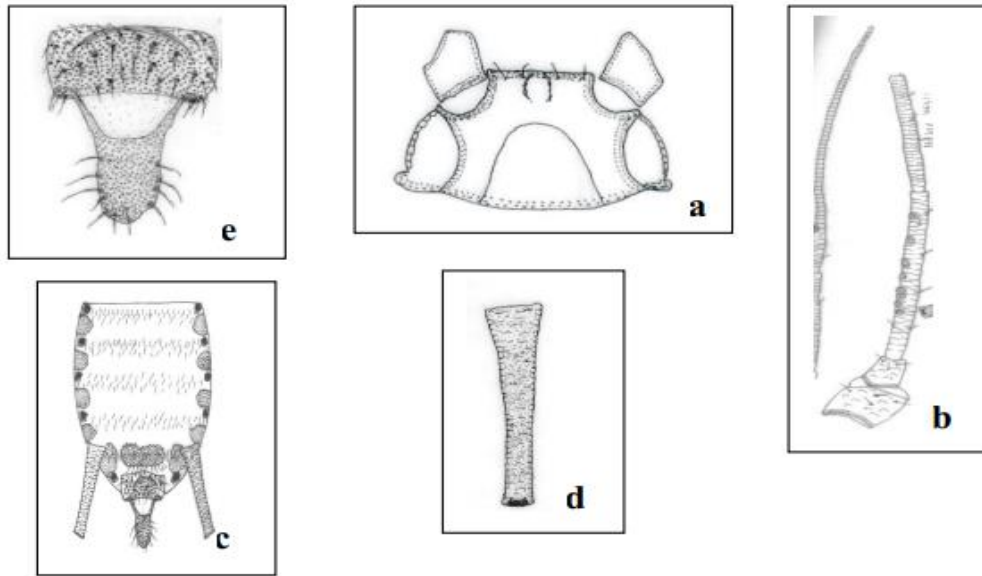


Figure 11: Critères morphologiques d'identification d'un puceron a - Tête; b – Antennes; c - Abdomen; d – Cornicules; e – Cauda (Sahraoui , 1999)

Pour les Hyménoptères parasitoïdes, l'identification repose également sur une analyse détaillée de caractères morphologiques, souvent nécessitant une observation au microscope pour certains détails fins. Les principaux critères incluent (Sahraoui, 2001).

- 1. La couleur de l'individu** : La coloration générale du corps peut varier entre les espèces et constitue un premier indice d'identification.
- 2. La nervation des ailes** : Les motifs de nervures alaires, spécifiques à certains groupes, sont essentiels pour la classification.
- 3. Les soies sur les ailes** : La présence, l'absence ou la disposition des soies (poils) sur les ailes permettent de différencier les taxons.
- 4. La forme du stigma** : Le stigma, une région épaissie de l'aile antérieure, présente une forme caractéristique selon les espèces.
- 5. Le premier tergite abdominal (pétiole)** : La forme et la structure du pétiole, premier segment abdominal, sont des critères distinctifs.
- 6. Le propodeum** : La forme de cette région postérieure du thorax varie selon les groupes d'Hyménoptères parasitoïdes.

7. Les antennes : Le nombre d'articles antennaires, ainsi que la forme des flagellomères (segments du flagellum), sont des caractères cruciaux. De plus, la présence de poils sur le flagellum et le nombre de placodes (structures sensorielles) nécessitent souvent une observation microscopique.

8. L'ovipositeur : La forme et la structure de l'ovipositeur, utilisé pour la ponte, sont des critères fins pour identifier certaines espèces.

9. La momie : Dans certains cas, la couleur et la forme de la momie (l'enveloppe de l'hôte parasité) peuvent fournir des indices sur le genre ou l'espèce du parasitoïde.

L'identification se fait par professeur Tahar Chaouche souad CRSTRA Biskra.

II.7. Paramètres démo-écologiques

Dans le contexte d'un programme de lutte biologique, il est primordial d'évaluer plusieurs indicateurs démographiques et écologiques majeurs pour mesurer l'efficacité d'un parasitoïde, qu'il soit local ou exotique. (*Tunca, H., et al, 2016*).

Taux de parasitisme (%) = nombre de momies •100/nombre total des pucerons vivants

Le taux d'émergence (%) = le nombre d'adultes émergés *100 / le nombre de momies comptées (*He et al., 2004*).

La sex-ratio de chaque espèce parasitoïde = le nombre de mâles / le nombre de femelles.



*Chapitre III : Résultats et
discussions*

III.1. Biodiversité des Hyménoptères :

III.1.1. Résultats :

L'étude réalisée entre janvier et mai 2025 dans le milieu forestier de la région de Khenchela englobant les localités de Bouhmama, Chélia, Yabous et M'sara a permis l'identification d'une seule espèce d'Hyménoptère parasitoïde associée aux pucerons appartient à la famille des Aphidiidae. Cette observation suggère une faible diversité spécifique des parasitoïdes dans la région étudiée durant la période d'échantillonnage, ce qui pourrait être attribué à des facteurs écologiques ou climatiques influençant leur répartition.

Tableau 1: Espèce identifié dans la zone d'étude

Famille	Sous famille	Espèce	Statut
Aphidiidae	Aphidiinae	<i>Aphidius funebris</i> (Mackauer, 1961)	Parasitoïdes primaires des pucerons

III.1.2. Discussion :

L'étude réalisée durant la période de janvier à mai 2025 dans les zones de Bouhmama, Chélia, Yabous et M'sara a mis en évidence une diversité spécifique limitée, avec l'identification d'une unique espèce d'hyménoptère parasitoïde, membre de la famille des Aphidiidae. Ce constat peut être associé à des éléments écologiques, comme la rareté des pucerons hôtes spécifiques des Aphidiidae dans les environnements semi-arides de Khenchela. L'activité et la distribution des parasitoïdes pourraient également être limitées par les variations saisonnières, qui se caractérisent par des températures fraîches au début de l'année. Par ailleurs, des perturbations d'origine humaine, telles que l'utilisation de pesticides ou la culture en monoculture, peuvent diminuer les habitats écologiques propices à ces insectes (Le Iann *et al.*, 2014 ; Tougeron *et al.* 2021).

Les parasitoïdes identifiés à travers tous les niveaux bioclimatiques de l'Algérie. Sidi Athmane, (2013) a recensé ces espèces dans le nord de Guelma, une région sub-humide ; Abbès (2008), Ghodbane (2008), Merouani (2009), Benferhat (2009), Aggoun (2011), Salhi (2011), Seghir (2013) et Mestek (2014) les ont inventoriées dans les zones semi-arides de Batna, Khenchela et Oum El Bouaghi ; tandis que Khenissa (2008), Halimi (2010), Tahar Chaouche (2011), Hemidi (2011), Chehma (2013) et Nourani (2014) se sont concentrés sur les régions arides de Biskra, El Oued et Ghardaïa.

L'intervalle d'échantillonnage (de janvier à mai) peut ne pas correspondre au moment où l'activité des parasitoïdes atteint son apogée, ce qui restreint la possibilité de repérer

d'autres espèces. La diversité restreinte et l'abondance limitée des Aphidiidae laissent présager une faible capacité de régulation naturelle des pucerons, qui représentent une menace pour les plantes locales.



Figure 12: l'espèce d'*Aphidius funebris* sous la loupe binoculaire

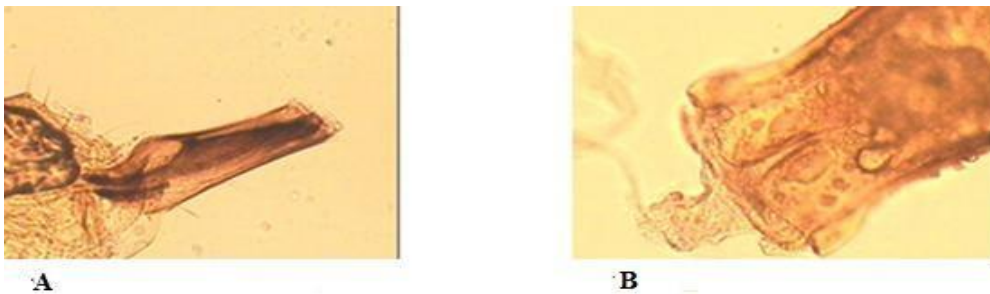


Figure 13: Caractères microscopiques d'une femelle d'*Aphidius funebris*

III.2. Relations bi-trophiques (pucerons-plantes hôtes) recensées

III.2.1. Résultats

L'étude effectuée dans l'habitat naturel de la zone de Khenchela a révélé un total de 5 interactions bi-trophiques entre les pucerons (aphides) et leurs végétaux hôtes.

Tableau 2: relations bio-trophiques puceron / plante trouvées dans la zone d'étude (Janvier 2025 - Mai 2025)

Puceron	Plante
<i>Cinara sp.</i>	Cèdre (<i>Cedrus atlantica</i> G. Manetti)
	Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i> Mill)
<i>Uroleucon aeneum</i>	<i>Caduus marianus</i>
	<i>Sonchus asper</i>
Espèce non identifiée	<i>Euphorbiae Amygdaloides</i>



Figure 14: *Uroleucon aeneum* (photo originale)



Figure 15: *Cinara sp.* (photo originale)

III.2.2. Discussion

L'étude réalisée dans la région de Khenchela a mis en lumière 5 interactions bi-trophiques entre deux espèces de pucerons et 5 espèces végétales hôtes, soulignant leur capacité d'adaptation écologique et leur nature polyphage. Ces interactions sont essentielles pour la formation des réseaux trophiques locaux, influençant la dynamique des populations de pucerons ainsi que leurs prédateurs naturels tels que les parasitoïdes et les coccinelles.

La variété des plantes hôtes influence la répartition spatiale des pucerons (**Miller et al., 2012**), ce qui a un impact sur la stabilité des écosystèmes et les stratégies de lutte biologique et de gestion des nuisibles. Ces conclusions mettent en lumière la nécessité de sauvegarder la biodiversité végétale afin de conserver l'équilibre écologique. Elles encouragent également des études plus poussées sur les facteurs environnementaux et les relations trophiques pour perfectionner les approches de gestion durable.

III.3. Relations tri-trophiques (plantes- pucerons - parasitoïdes)

III.3.1. Résultats

On a établi 6 relations alimentaires à trois niveaux grâce aux espèces de parasitoïdes primaires présentes dans l'environnement naturel de la zone d'étude (Bouhmama, Chélia, Yabous, M'sara).

Tableau 3: Les différentes relations Tri-trophiques (plante- puceron - parasitoïde) notées dans le milieu naturel de la région d'étude

Parasitoïde	Puceron	Plante	Date	Localité
<i>Aphidius funebris</i>	<i>Uroleucon aeneum</i>	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	12/05/2025	Yabous
	<i>Uroleucon aeneum</i>	<i>Caduus marianus</i>	25/04/2025	Chélia
	Espèce non déterminée	<i>Euphorbia Amygdaloides</i>	12/05/2025	Yabous
	<i>Cinara Sp.</i>	<i>Cedrus atlantica</i> G. Manetti	03/05/2025	Bouhmama
		<i>Pinus halepensis</i> Mill	03/05/2025	Bouhmama

III.3.2. Discussion

Pendant la période de notre étude (4 mois) on trouve que *A. funebris* se positionne comme le parasitoïde dominant, en relation avec le puceron *U. aeneum* sur une espèce de plantes comprenant *Sonchus asper*, sur le Cèdre pur, le Pin d'Alep ainsi que le chêne on a pas enregistré la présence de parasitoïdes. Cette polyvalence témoigne d'une capacité d'adaptation notable. On note la présence de *U. aeneum* sur trois espèces végétales distinctes (*Caduus Marianus*, *Sonchus Asper*, *Euphorbia Amygdaloides*), ce qui souligne son vaste éventail écologique. Yabous et Bouhmama se démarquent avec trois occurrences chacune, tandis que Chélia et M'sara en ont une chacune.

L'interaction alimentaire à trois niveaux impliquant des parasitoïdes primaires dans les régions de Bouhmama, Chélia, Yabous et M'sara met en évidence une dynamique écologique élaborée. Ces parasitoïdes occupent une position centrale dans le contrôle des populations d'insectes hôtes, contribuant de cette façon à la stabilité des écosystèmes locaux.

L'identification de diverses espèces de parasitoïdes suggère une complémentarité fonctionnelle, chaque espèce visant potentiellement des hôtes particuliers, ce qui accentue le contrôle biologique naturel. Des facteurs environnementaux comme le climat ou la végétation pourraient affecter la composition et l'efficacité de ces réseaux trophiques, en raison des disparités entre ces régions.

Ces conclusions mettent en évidence l'éventail d'applications des parasitoïdes dans la lutte biologique intégrée, tout en suggérant des avenues pour des recherches détaillées sur la pérennité de ces interactions face aux variations environnementales. Les études menées au milieu forestier à Khenchela révèlent la présence d'hyménoptères parasitoïdes *Pauesia silana* et *Pauesia sp.* sur le puceron *Cinara maghrebica* en association avec le pin d'Alep *Pinus halepensis* (Aggoun, 2015 ; Bourouba et Laamari, 2025). Les parasitoïdes du genre *Pauesia* s'installent de préférence sur des pucerons de type *Cedrobium*, *Cinara*, *Schizolachnus* et *Tuberolachnus* associés principalement aux conifères (Pike et Stary, 1996).

III.4. Taux de parasitisme

III.4.1. Résultats

Le taux de parasitoïdes est un indicateur en pourcentage qui dénote la fraction d'hôtes (tels que les pucerons) parasités par des parasitoïdes au sein d'une population spécifique. On le détermine souvent la formule suivante :

Tableau 4: Taux de parasitisme

Puceron	Nombre		Taux de parasitoïdes	Parasitoïde
	Momies comptées	Pucerons vivants		
<i>Uroleucon aeneum</i>	16	226	7,07 %	<i>Aphidius funebris</i>

III.6.2. Discussion :

D'abord, un taux de parasitisme de 7,07% est généralement perçu comme assez bas dans le cadre de lutte biologique. La fluctuation de régime thermique agit sur le taux de parasitisme et a eu tendance (Tougeron *et al.*, 2021).

III.5. Taux d'émergence :

III.5.1. Résultats :

Dans le domaine de l'entomologie, notamment lors de l'analyse des insectes parasitoïdes (tels que les guêpes parasitant les pucerons ou d'autres hôtes), le taux d'émergence, exprimé en pourcentage, représente un indicateur crucial. Il évalue la part d'adultes qui parviennent à se développer et à émerger de leur cocon, ce dernier étant associé à la phase pupale où l'insecte est enfermé suite à sa parasitisme.

Tableau 5: Taux d'émergence des espèces recensées

Puceron	Nombre		Taux d'émergence	Parasitoïde
	Momies	Adulte		

	comptées	émergées		
<i>Uroleucon aeneum</i>	16	11	68,57 %	<i>Aphidius funebris</i>

III.5.2. Discussion :

D'après les résultats obtenus le taux d'émergence est important.68,57%. Divers éléments peuvent affecter ce taux d'émergence. Des facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité ou l'exposition à la lumière sont déterminants dans le processus de développement des momies. Par ailleurs, la qualité initiale des momies, influencée par l'alimentation des larves ou par divers stress avant la formation de la puppe, joue un rôle crucial. Des éléments extérieurs, comme la prédation, des infections dues à des champignons ou la présence de parasites (Wu et Heimpel 2007 ; Boivin *et al.*, 2012 ; Tougeron *et al.* (2021).

III.6 Sexe Ratio

II.6.1 Résultat

D'après les résultats la majorité de population recensée est composée des femelles

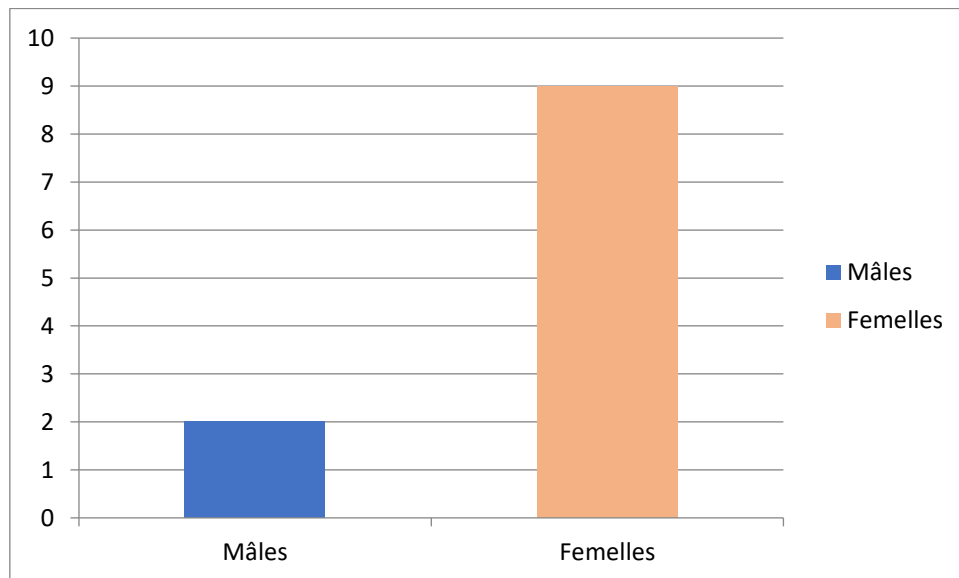


Figure 16: Répartition de sexe de parasitoïde *Aphidius funebris*

III.6.2 Discussion

Le dénombrement de 11 individus, comprenant 2 mâles et 9 femelles, révèle une population peu fournie avec un déséquilibre sexuel en faveur des femelles. Cette asymétrie est en accord avec la biologie des Aphidiidae, où les femelles, qui sont à l'origine du parasitisme, sont généralement privilégiées dans des conditions de ressources restreintes. Des éléments environnementaux tels que la température ou l'approvisionnement en nourriture pourraient aussi jouer un rôle dans la détermination du sexe grâce au système haplodiploïde des hyménoptères. Cependant, la taille réduite de l'échantillon entrave la généralisation de ces constatations, et une recherche à plus grande échelle pourrait dévoiler une fluctuation du ratio male –femelle (Sary, 1970 ; Rakhshani *et al.*, 2013 ; Matin *et al.*, 2009).

Conclusion Générale

Conclusion générale :

L'étude des hyménoptères parasitoïdes de pucerons présents dans l'environnement forestier de la région de Khenchela (Bouhmama, Chélia, Yabous, M'sara) a révélé leur importance cruciale en tant que régulateurs naturels des populations de pucerons, participant ainsi à l'harmonie écologique des écosystèmes forestiers locaux. L'étude a mis en évidence une dizaine d'espèces de parasitoïde primaire, principalement appartenant aux familles Braconidae (sous-famille Aphidiinae) et Aphelinidae. Les résultats révèlent la présence de deux espèces identifiées de pucerons *Cinara sp.* sur les arbres, l'espèce *Uroleucon aeneum* sur les astéracées sauvages et une espèce non identifiée. Ces espèces forment 5 relations bi-trophiques à deux niveaux plante puceron.

Une seule espèce de parasitoïde primaire *Aphidius funebris*. En composant une seule association tri-trophique dans l'environnement forestier de la zone d'étude. Le taux de parasitisme enregistré est faible (7,07%). Le taux d'émergence est important. 68,57%. Concernant le sexe ratio est dominé par la présence des femelles.

L'analyse des relations tritrophiques (plante-puceron-parasitoïde) a montré une forte spécificité de ces parasitoïdes vis-à-vis de leurs hôtes, avec des cycles de développement synchronisés qui optimisent leur impact sur les populations de pucerons, notamment en période de pullulation (mai-juin) notre étude est finie au mois de mai. Bien que le taux de parasitisme constaté soit restreint à 7,07% dans les conditions analysées, cela démontre néanmoins un potentiel certain des parasitoïdes comme agents de lutte biologique. Néanmoins, l'hyperparasitisme, même s'il est moins courant, demeure un facteur restrictif en influençant défavorablement la dynamique des populations auxiliaires.


Selon un cadre d'application pratique, cette recherche indique que la préservation et l'amélioration des habitats forestiers, notamment grâce à la diversification des paysages et l'usage de plantes relais (telles que les bandes fleuries), encouragent la présence et le comportement des hyménoptères parasitoïdes. Il serait possible d'intégrer ces méthodes agroécologiques dans des plans de gestion durable des forêts à Khenchela, minimisant ainsi l'utilisation des pesticides chimiques qui peuvent souvent être préjudiciables à ces auxiliaires.

Les hyménoptères parasitoïdes constituent un élément essentiel de la biodiversité fonctionnelle dans les environnements forestiers. Pour les employer dans des programmes de biocontrôle, il est indispensable de bien comprendre leurs interactions écologiques et d'adopter une gestion judicieuse des paysages forestiers. Cette recherche représente un pas initial vers une évaluation bioécologique dans la zone de Khenchela, préparant le terrain pour

des travaux ultérieurs visant à perfectionner leur fonction dans la gestion des populations de pucerons et la sauvegarde des écosystèmes forestiers.

Perspectives :

- ✍ Étudier les interactions tritrophiques (plante-puceron-parasitoïde) pour mieux comprendre la spécificité des parasitoïdes et leurs préférences hôtes.
- ✍ Étendre l'étude au-delà de mai pour analyser les variations saisonnières du taux de parasitisme, notamment en juin.
- ✍ Quantifier l'impact de l'hyperparasitisme et identifier des stratégies pour limiter son effet sur les parasitoïdes primaires.
- ✍ Promouvoir la diversification des habitats avec des plantes nectarifères pour soutenir les populations de parasitoïdes.
- ✍ Intégrer les résultats dans des plans de gestion agroécologique des forêts de Khenchela.
- ✍ Évaluer l'impact des perturbations humaines (pesticides, déforestation) et proposer des mesures de conservation.



*Références
Bibliographiques*

Références Bibliographiques :

A

1. Anonyme1 <https://khenchela.mta.gov.dz>, 03/03/2025 à 17h15)
2. Aggoun H., 2011- Etude des différentes interactions: plantes-pucerons-parasitoïdes notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela. Mémoire Ing. Agro., Dép. Agro., Univ. Batna, 30p.
3. Aggoun H. (2015). Contribution à l'étude des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés au milieu naturel dans la région de Khenchela. Mémoire Magister, Institut Sciences Vétérinaires et Sciences Agronomiques, Université Batna, 74 p.
4. Aggoun H., Laamari M. & Tahar Chaouche S. (2016). Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est algérien). *Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, 15: 2 - 8.

B

5. Bagnouls et Gaussen, H. 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.*355: 193-220.
6. Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2000). *Aphids on the world's crops: An identification and information guide* (2nd ed.). Chichester, UK : John Wiley & Sons.

C

7. Calkins, C. O., & Ashley, T. R. (1989). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 50(2), 101-112.
8. Cohen, M. B., et al. (2005). Morphometric analysis of parasitoid-host interactions. *Journal of Insect Science*, 5(1), 23–30.
9. Crawley, M. J. (Ed.). (1992). *Natural enemies: The population biology of predators, parasites and diseases*. Oxford, UK : Blackwell Scientific Publications.

D

10. Dedryver, C. A., Le Ralec, A., & Fabre, F. (2010). The conflicting relationships between aphids and their host plants. *Agricultural and Forest Entomology*, 12(3), 233–241.
11. Dupont, A. (2023). *Interactions tritrophiques et lutte biologique : Étude des paramètres démographiques des parasitoïdes*. Thèse de doctorat, Université de Montpellier.

H

12. Hance T., Baaren J.V., Vernon P. & Boivin G., 2007- Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Ann. Rev. Ent.*52: 107-126.
13. Hance, T., van Baaren, J., Vernon, P., & Boivin, G. (2007). Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology*, 52, 107–126.
14. He, X. Z., Wang, Q., & Teulon, D. A. J. (2004). "Emergence, sexual maturation, and oviposition of *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae): Effects of host availability and parasitoid density." *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47(2), 231-239.
15. Hemerik, L., & Harvey, J. A. (2020). Body size and fitness in parasitoids: A comparative analysis. *Ecological Entomology*, 45(3), 567-575.
16. Hullé, M., Turpeau, E., & Chaubet, B. (1999). Origine et évolution des pucerons : une perspective paléoécologique. [Titre probable, à confirmer]. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* ou revue similaire.

J

17. Jacky F. Bouchery Y., 1982- Atlas des formes ailées des espèces courantes des pucerons. Ed. INRA, Paris, 47p.

K

18. KOLLI F, et LEMOUCHI O ,2020 Contribution à l'Etude climatique et bioclimatique de barrage chaffia dans la wilaya El Tarf

L

19. Leclant, F., & Deguine, J. P. (2023). Advances in aphid-parasitoid ecology: Morphometric and genetic approaches. *Annual Review of Entomology*, 68, 91–110.

M

20. Ministère de l'Intérieur (2020), des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire (Algérie). *Monographie de la wilaya de Khenchela*. Direction Générale des Collectivités Locales,

Q

21. Quicke, D. L. J. (2015). *The Braconid and Ichneumonid Parasitoid Wasps: Biology, Systematics, Evolution and Ecology*. Wiley-Blackwell

R

22. Remaudière, G., & Remaudière, M. (1997). *Catalogue des Aphididae du monde*. Paris : INRA Editions.

S

23. Saharaoui L. (1999). *Polycope sur la systématique des pucerons*. ENSA El –

Harrach.18 P

24. Saharaoui L., Gourreau J. M., et Iperti G. (2001). Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'algérie (Coleoptera. Coccinellidae). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 126 (4) : 351-373
25. Smith, J. A., & Jones, T. H. (2020). Host-parasitoid interactions and morphometric variations in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(3), 245–253.
26. .Stary P., 1970-Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control. Vol. 6. Ed. Dr. W. Junk, b.v., The Hague, Netherlands, 643p.

T

27. Tunca, H., et al. (2016). "Étude de la performance d'un parasitoïde oophage *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) (Hymenoptera: Encyrtidae) pour lutter contre des ravageurs." *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(3).

V

28. van Lenteren, J. C., et al. (2019). Biological control using natural enemies: Challenges and opportunities. *Annual Review of Entomology*, 64, 95-112.
29. Vinson, S. B. (2021). Host-parasitoid interactions: The role of host size in shaping parasitoid morphology. *Journal of Insect Science*, 21(4), 12-19.

W

30. Wang, X. G., et al. (2022). Modeling the long-term efficacy of parasitoids in biological control. *Biological Control*, 165, 104815.