

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

Département : Ecologie et génie de l'environnement

**Recherche des parasitoïdes associés aux pucerons de blé dur
(*Triticum durum* Desf) dans la ferme pilote BOUMAZA SAID
de la région de Guelma.**

Présenté par :

- **BOUAZIZ HADIL**
- **MENASERIA FERYAL**

Devant le jury composé de :

Mme. LAOUAR H
Mr. KHALADI O
Mme. OUCHTATI N

M.C.B., Université 8 mai 1945 Guelma
M.C.B., Université 8 mai 1945 Guelma
M.C.A., Université 8 mai 1945 Guelma

Président
Encadrant
Examinateur

JUIN 2023

REMERCIEMENT

Avant tout, Nous remercions ALLAH tout le puissant pour la volonté, la santé et la puissance qu'il nous a donné durant toutes les années d'études afin que nous puissions arriver là.

*Tout d'abord, nos sincères remerciements vont à madame **LAOUAR .H** .Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider notre jury. Nous vous remercions de votre enseignement et nous vous sommes très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail.*

*Nos remerciement s'adresse à Nos vifs remerciements sont destinés à Madame **OUCHTATI. N.** d'avoir bien voulu examiner et porter jugement à ce travail, pour ses orientations et ses conseils .ses remarques vont surement enrichir notre travail et lui donneront plus de valeurs.*

*Ce travail ne serait pas riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide de l'encadrement de Mr **KHALADI. O**, on lui remercie pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire*

*Nous tenant également nos sincères et profonds remerciements à Mme **BOUCHBOUTE L.** technicienne du laboratoire qui a mis à notre disposition les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*Sans oublier le personnel de la ferme pilote **BOUMAZA SAID** et spécialement la directrice qui nous a ouvert les portes de la ferme sans hésitation*

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Merci



Dédicace

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU
De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien
ce modeste travail.*

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A mon très cher père « FATAH »

et ma tendre mère « SIHAM »

A ma précieuse sœur « AHLAM » et « SOUFIA »

Et Mon Petit frère « AMINE »

Spécial dédicace à mon fiancé : « RIDHA »

*A ma meilleure amie « FERIEL » qui m'a donné amour et
vivacité.*

*A Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et
universitaire.*

A Toute ma famille

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime

HADIL BOUAZIZ





Dédicace

*Merci à Dieu avant tout, si ce n'était pas pour la grâce de Dieu, je n'aurais pas atteint ce stade. Je dédie cet ouvrage A ma maman qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études, Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance. A mon père, mes frères «**Radhouan et Housseem**», mes sœurs «**Linda**» et son mari, «**Zhor**» et son mari et ses enfants(**Ayen&AÇil**). Au plus cher à mon cœur et ma seconde moitié «**Abderrezzaq**», A Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

*A ma meilleure amie «**Hadil**» qui m'a donné amour et vivacité. A mes proches et mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès. A tous ceux que j'aime*

MENASSERIA FERIEL

RESUME:

Les céréales occupent une place essentielle dans le système agricole à l'échelle mondiale, notamment en Algérie, et afin de mieux comprendre les types d'insectes associés à cette culture et la menaçant constamment, nous avons suivi la diversité des pucerons et de leurs parasitoïdes présents au champ de blé dur situé dans la région de Guelma (La ferme pilote Boumaza Saïd, Belkhair), et cela durant la période de mars 2023 à mai 2023, où nous avons utilisé dans cette étude deux techniques d'inventaire : les cuvette jaunes et la collecte manuelle. A travers ces techniques utilisées, nous avons capturé les de pucerons suivantes: *Sitobion avenea*, *Sitobion fragariae*, *Metopolophium dirhodum*, *Aphis masturti*, où il y avait une forte infestation du *Metopolophium dirhodum* par rapport aux autres espèces. Concernant les parasitoïdes, nous avons constaté que le type *Aphidius* occupe une place prépondérante parmi les autres espèces : *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidus* sp2, *Diaretiella rapae*, *Aphidus matricarea* et *Aphidius colemanien*. Cette étude nous a permis également de trouvé un hypersparasitoïdes du genre *Alloxysta*.

Mots clés : Blé, Guelma, inventaire, pucerons, parasitoïdes.

الملخص :

تحتل الحبوب مكانة أساسية في النظام الزراعي على نطاق عالمي ، ومن أجل فهم أفضل لأنواع الحشرات المرتبطة بهذا المحصول والتي تهدده باستمرار ، فقد تابعنا تنوع حشرات المن وطفيلياتها الموجودة في حقل قمح صلب يقع في منطقة قالمة (مزرعة التجريبية بومعزة سعيد ، بلخير) وذلك خلال الفترة من مارس 2023 إلى مايو 2023. حيث استخدمنا في هذه الدراسة تقنيتان للحصر : الأحواض الصفراء والجمع اليدوي ، من خلال هذه التقنيات المستخدمة تمكنا من التقاط حشرات المن التالية *sitobion avenea*, *sitobion fragariae*, *Metopolophium dirhodum*, *aphis masturtii*، حيث كان هناك انتشار كبير لـ *Metopolophium dirhodum* مقارنة بالأنواع الأخرى فيما يتعلق بالطفيليات لاحظنا ان نوع *aphidius* يحتل مكانة مهيمنة بين الأنواع الأخرى: *lysiphlebus fabarum*, *aphidius sp2* و *Aphidius colemanien*, *Aphidus matricarea*, *Diaretella rapae*, سمحت لنا هذه الدراسة أيضا بالعثور على طفيليات مفرطة من جنس *Alloxysta*

الكلمات المفتاحية: قمح ، قالمة ، جرد ، حشرات المن ، طفيليات

SUMMARY:

Cereals occupy an essential place in the agricultural system on a global scale, particularly in Algeria, and in order to better understand the types of insects associated with this crop and constantly threatening it, we have followed the diversity of aphids and their parasitoids present in the durum wheat field located in the Guelma region (The pilot farm Boumaza Saïd, Belkhair), and this during the period from March 2023 to May 2023, where we used in this study two inventory techniques: yellow basins and manual collection. Through these techniques used, we captured the following aphids: *Sitobion avenae*, *Sitobion fragariae*, *Metopolophium dirhodum*, *Aphis masturtii*..., where there was a high infestation of *Metopolophium dirhodum* compared to other species. Concerning the parasitoids, we noted that the *Aphidius* type occupies a dominating place among the other species: *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidus sp2*, *Diaretiella rapae*, *Aphidus matricarea* and *Aphidius colemanien*. This study also allowed us to find a hypersparasitoids of the genus *Alloxysta*.

Keywords: wheat, guelma, inventory, aphids, parasitoids

TABLE DES MATIERES

| | |
|---------------------------------|------------|
| REMERCIEMENT | II |
| DEDICACE | III |
| DEDICACE | IV |
| RESUME | V |
| المخلص | VI |
| SUMMARY | VII |
| LISTE DES FIGURES | XI |
| LISTE DES TABLEAUX | XII |

INTRODUCTION GENERALE

| | |
|---|----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| 1- Rhopalosiphum padi..... | 2 |
| 2- Puceron des épis Sitobion avenae..... | 4 |
| 3- Metopolophium dirhodum..... | 5 |
| 4- Lutte biologique contre les pucerons..... | 6 |
| 5- Définition des parasitoïde..... | 6 |
| Chapitre I : Matériel Et Méthodes | 12 |
| I.1 Présentation de la région d'étude | 12 |
| I.1.1 Situation géographique de la wilaya de Guelma (Nord-Est)..... | 12 |
| I.1.2 Présentation de la parcelle d'étude..... | 13 |
| I.2 Données climatiques de la région d'étude..... | 14 |
| I.2.1 La température..... | 14 |
| I.2.2 Les précipitations..... | 15 |
| I.3 Synthèse climatique..... | 16 |
| I.3.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)..... | 16 |
| I.3.2 Étage bioclimatique (climagramme d'Emberger) | 17 |
| I.4 Méthodologie de travail..... | 18 |
| I.4.1 Échantillonnage sur terrain..... | 18 |
| I.4.2 Au laboratoire:..... | 21 |
| I.5 Exploitation des résultats..... | 22 |
| I.5.1 Abondance relative | 22 |

| | | |
|---|--|----|
| I.5.2 | Richesse totale (S)..... | 22 |
| I.5.3 | Indice de diversité spécifique de Shannon- Weaver H'..... | 22 |
| I.5.4 | Indice d'équitabilité de Piélou (E)..... | 23 |
| Chapitre II : | Résultats..... | 24 |
| II.1 | Résultats de l'inventaire global des pucerons et des parasitoïdes capturés par les cuvettes jaunes | 24 |
| II.1.1 | Abondances relatives des pucerons..... | 24 |
| II.1.2 | Évolution temporelle des effectifs des pucerons..... | 25 |
| II.1.3 | Diversité et équitabilité des pucerons capturés par pièges jaunes à eau..... | 26 |
| Indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité(E)..... | | 26 |
| II.2 | Abondance relative des parasitoïdes capturés par pièges jaunes..... | 27 |
| II.2.1 | Diversité et équitabilité des parasitoïdes capturées par pièges jaunes..... | 27 |
| Indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité (E)..... | | 27 |
| II.3 | Résultats de l'inventaire des pucerons et des parasitoïdes trouvés sur plants..... | 28 |
| II.3.1 | Espèces de pucerons trouvées sur feuilles et épis..... | 28 |
| II.4 | Parasitoïde émergés des momies..... | 29 |
| Discussion | | 30 |
| Conclusion | | 32 |
| Références Bibliographiques | | 34 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Femelle de <i>Rhopalosiphum padi</i> et ses larves ^[1] | 3 |
| Figure 2: Cycle de développement d'un puceron holocyclique diœcique. (Hullé <i>et al.</i> , 2012). | 3 |
| Figure 3: Individus de <i>S. avenae</i> sur feuille de céréales. ^[2] | 5 |
| Figure 4: Individus de <i>M. dirhodum</i> sur feuille de céréales (Turpeau <i>et al.</i> , 2011). | 6 |
| Figure 5: Cycle biologique d'un parasitoïde hyménoptère puceron (Turpeau <i>et al.</i> , 2018)..... | 8 |
| Figure 6: <i>Aphidius ervi</i> sous la loupe ^[3] | 9 |
| Figure 7: <i>Aphidius uzbekistanicus</i> sous la loupe ^[3] | 10 |
| Figure 8: <i>Aphidius rhopalosiphi</i> sous la loupe ^[3] | 10 |
| Figure 9: Situation géographique de la wilaya de Guelma (Abboudi et Sayah. 2019). | 12 |
| Figure 10: La Ferme pilote Boumaza Said-Guelma (photo personnelle, 2023)..... | 13 |
| Figure 11: Champ d'étude (blé dur) (photo personnelle, 2023). | 14 |
| Figure 12: Variation des températures maximales moyennes et minimales mensuelles de juin 2022- Avril 2023 dans la région de Guelma. | 15 |
| Figure 13: Variation des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) entre juin 2022 et avril 2023 dans la région de Guelma. | 16 |
| Figure 14: Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Guelma durant la période (juin 2022-Avril 2023)..... | 17 |
| Figure 15: Localisation de la région de Guelma dans le climagramme D'EMBERGER. | 18 |
| Figure 16: Cuvette jaune placés dans le site d'étude (photo personnelle, 2023)..... | 19 |
| Figure 17: Dispositif expérimental des pièges jaunes à eau appliqué dans la parcelle. | 20 |
| Figure 18: Technique de préparation d'échantillons dans un flacon (Photo personnelle, 2023). | 20 |
| Figure 19: Matériel utilisé pour trier et identifier les pucerons et les parasitoïdes (Photo personnelle, 2023)..... | 21 |
| Figure 20: Évolution temporelle des pucerons capturés par pièges jaunes. | 25 |
| Figure 21: Indice de diversité de Shannon et d'équitabilité appliquées aux résultats des pucerons capturés par pièges jaunes. | 26 |
| Figure 22: Indice de diversité de Shannon et d'équitabilité appliqués aux résultats des parasitoïdes capturés par cuvette jaune. | 27 |
| Figure 23: Pourcentage des pucerons trouvés sur les feuilles. | 28 |
| Figure 24: Pourcentage des pucerons trouvés sur épis. | 29 |

Liste de tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Température maximales moyennes et minimales mensuelles de la région de Guelma durant la campagne juin 2022 jusqu' à l'avril 2023 ^[4] | 15 |
| Tableau 2: Précipitations mensuelles dans la région de Guelma pendant la période de juin 2022 - avril 2023 ^[4] | 16 |
| Tableau 3: Abondances relatives de différentes espèces de pucerons capturés par cuvettes jaunes. | 24 |
| Tableau 4: Abondances relatives de différentes espèces de pucerons capturés par cuvettes jaunes.(la suite) | 25 |
| Tableau 5: Abondances relatives de différentes espèces de parasitoïdes capturés par cuvettes jaunes. | 27 |
| Tableau 6:Parasitoïdes émergés des momies (mars 2023 - mai 2023)..... | 29 |

INTRODUCTION GENERALE

Les céréales sont des plantes monocotylédones de la famille des graminées ou (Poacées). Ce sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'album en amylicé, réduit en farine, est utilisé dans l'alimentation humaine ou pour l'alimentation animale (sous forme de grains, de paille, de fourrage et d'ensilage), et joue un rôle capital dans le développement de l'humanité.(**Moule, 1971**). Ils constituent la base de l'alimentation dans beaucoup de pays, particulièrement dans les pays maghrébins.

En Algérie, la production céréalière est fortement dépendante des conditions climatiques. Elles occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (**Djermoun, 2009**).

La filière des céréales englobe des activités de production et des activités de transformation en semoulerie. La production céréalière nationale qui demeure largement déficitaire est loin de satisfaire la demande en croissance, d'où le recours au marché international pour s'approvisionner et combler l'écart entre la consommation et la production nationale. Cette dernière présente une importance économique et nutritionnelle. Cependant, les cultures de blé, d'orge et d'avoine sont souvent soumises à des stress abiotiques (sécheresse, gelée), (**Neffah-Baziz et al., 2020**), mais aussi biotiques comme les insectes qui en plus de leur action déprédatrice sont capables de transmettre des agents phytopathogènes aux plantes.

Les pertes dues à ces déprédateurs correspondent à 35% de la production mondiale en produits céréaliers. Les pucerons comptent parmi les ravageurs les plus dangereux des céréales vus leur capacité de se reproduire et de se diffuser en un temps très réduit. En plus, les espèces les plus répandues *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus 1758), *Rhopalosiphum maidis* (Fitch 1856), *Schizaphis graminum* (Rondani 1852) sont vectrices de plusieurs phytovirus (**Lakhdari et al., 2020**).

Les pucerons constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde, ils sont devenus des ravageurs majeurs des forêts, des cultures et des plantes ornementales. Ils sont surtout connus pour leur développement rapide et leur pouvoir de dispersion sur de longues distances. Grace à leur appareil buccal de type piqueur-suceur, ils sont capables de se

nourrir facilement à partir de la sève des plantes et transmettre un grand nombre de phytovirus. Ils provoquent ainsi beaucoup de dégâts, entre autres, la crispation des feuilles, la formation de galles, l'épuisement des plantes, la chute des feuilles, l'avortement des fleurs, la déformation des fruits et la transmission des virus. Leur cycle de développement nécessite dans la plupart des cas, une alternance entre des plantes naturelles et cultivées. (**Mohannad, 2011; Aggoun et Laamari, 2016**).

Les espèces de pucerons des céréales appartiennent à l'embranchement des arthropodes, classe des insectes, sous-classe des ptérygotes (insectes possédant des ailes au stade adulte), ordre des hémiptères (caractérisés par deux paires d'ailes, dont l'une est transformée en hémélytre, et d'un rostre articulé protégeant un stylet piqueur), famille des Aphididae et sous-famille des Aphididae (**Bouallègue, 2017**), qui comprend près de 4700 espèces réparties en dix familles (**Piffaretti, 2012**).

Ils constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs. Ils sont devenus des ravageurs majeurs des forêts, des cultures et des plantes ornementales. Ils sont surtout connus pour leur développement rapide et leur pouvoir de dispersion sur de longues distances. Grâce à leur appareil buccal de type piqueur-suceur, ils sont capables de se nourrir facilement à partir de la sève des plantes et transmettre un grand nombre de phytovirus (**Aggoun et Laamari, 2016**).

La reproduction des pucerons est à la fois sexuée et asexuée. Une seule femelle fondatrice (aptère) sur un hôte d'hiver (ou primaire) peut former par parthénogenèse plusieurs colonies aptères. La première colonie d'ailés permet le déplacement des pucerons d'un hôte primaire à un hôte secondaire (comme les céréales). *R. padi* et *Metopolophium dirhodum* (Walker 1849) font des migrations alors que *R. maidis* et *S. avenae* (Fabricius 1775) semblent plutôt rester à proximité des champs. La dispersion à travers un champ se poursuit durant tout l'été, par la création à la fois de pucerons aptères et ailés (il n'y a que des femelles durant tout l'été). À l'automne, les œufs sont pondus sur la plante hôte d'hiver qui varie d'une espèce à l'autre (**Goyer, 2014**).

1- *Rhopalosiphum padi*

Rhopalosiphum padi est vert foncé avec des taches rougeâtres autour des cornicules courtes. Son corps est globuleux, ses antennes sont plus courtes que son corps et ses cornicules et sa cauda sont pigmentées (Figure 1). Cette espèce est holocyclique diœcique.

L'hôte primaire est le merisier à grappes et les hôtes secondaires sont les poacées cultivées et sauvages. Elle a trois périodes de vol; la plus importante est celle de l'automne, lorsque les individus ailés colonisent les jeunes semis d'orge et de blé. Le vol de mai leur permet de migrer vers l'ensemble des poacées et les vols de juin et juillet vers le maïs. Cette espèce a tendance à mieux résister à la pluie car elle se cache de façon plus efficace dans les feuilles (Figure 02) (Otero Sancho, 2018).



Figure 1: Femelle de *Rhopalosiphum padi* et ses larves ^[1]

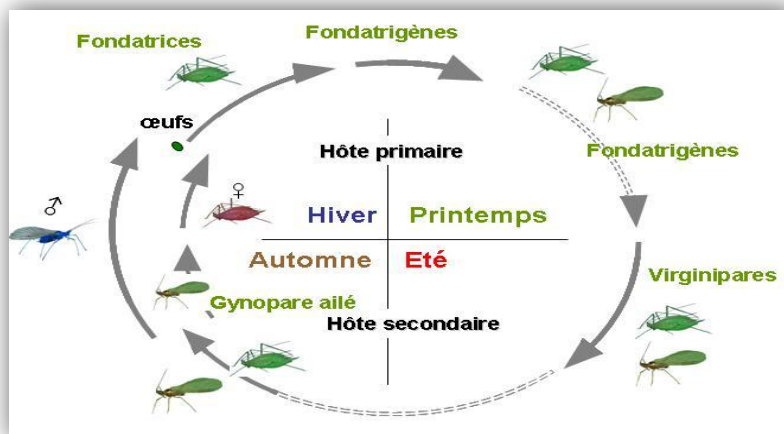


Figure 2: Cycle de développement d'un puceron holocyclique diœcique. (Hullé *et al.*, 2012).

Cette espèce est le principal puceron que l'on retrouve sur les jeunes céréales d'hiver. Il peut transmettre des virus persistants, comme ceux de la jaunisse nanisante de l'orge, et d'autres non-persistants comme celui de la mosaïque nanisante du maïs. Largement répandu dans le monde, il se trouve surtout dans les zones tempérées (**Pauget, 2011**).

2- Puceron des épis *Sitobion avenae*

Les dégâts causés par *S. avenae* sur les céréales au printemps sont dus à l'effet dépressif direct de la prise de nourriture du puceron. Comme presque tous les aphides. Il se nourrit en insérant son stylet dans les tubes criblés du phloème où il prélève la sève élaborée. Ces prélèvements des ressources de la plante en sucres et acides aminés entraînent un affaiblissement général de celle-ci, qui se traduit, dans le cas des céréales, par une baisse de la productivité en grains lorsque les populations atteignent plusieurs dizaines d'individus par talle.

Aux stades herbacés, *S. avenae* se nourrit sur les feuilles, puis se localise préférentiellement sur les épis dès leur émergence (Figure 3). Cette possibilité d'exploiter successivement des organes différents dont la physiologie active est décalée dans le temps permet à ce ravageur de se maintenir plus longtemps sur les céréales que la plupart des autres espèces de pucerons. De plus, le miellat rejeté par les pucerons est propice au développement de fumagines, champignons noirs dont la présence diminue le rendement photosynthétique de la plante. Outre ces dégâts directs, *S.avenae* peut transmettre des virus causant des maladies végétales en induisant une diminution de la production de grains, comme la jaunisse nanisante de l'orge (JNO). A l'automne, son rôle comme vecteur des virus de la JNO est néanmoins secondaire par rapport à celui de *Rhopalosiphum padi*. Il joue un rôle beaucoup plus important dans la transmission de ces derniers au maïs en fin de printemps (**Dedryver et al., 2008**).

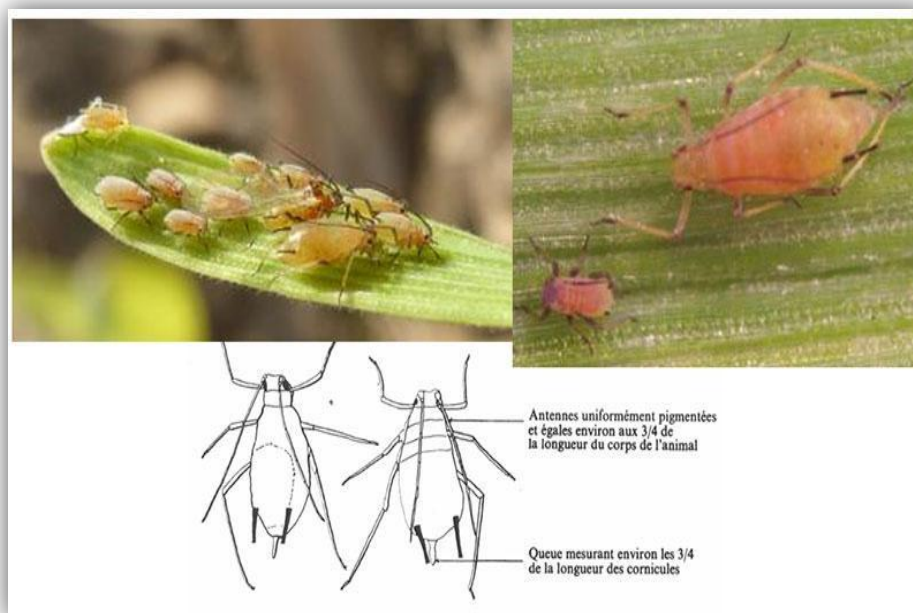


Figure 3: Individus de *S. avenae* sur feuille de céréales. [2]

3- *Metopolophium dirhodum*

C'est une espèce holocyclique dioecique. Le corps est allongé, vert clair avec une bande longitudinale plus foncée sur le dos et des cornicules longues et claires. La cauda est deux fois moins longue que les cornicules (Figure 04) (Otero Sancho, 2018). Durant la phase sexuelle, l'espèce est répandue sur églantiers et quelquefois rosiers, de l'automne au printemps, où elle hiverne à l'état d'œuf. Ensuite, après l'éclosion des œufs, les premières colonies apparaissent. Des individus ailes assurent la migration vers les poacées en mai et juin. Il s'agit de céréales comme le blé, l'orge, et de graminées prairiales. Sur les poacées, le puceron des céréales et du rosier se multiplie sur le feuillage et ne monte pas sur les épis. Il se trouve sur la face inférieure des feuilles (Turpeau *et al.*, 2011).

Les dégâts causés par cette espèce sont faibles car *M. dirhodum* est bien régulé par ses ennemis naturels, mais parfois, on observe des populations très abondantes, en particulier sur céréales (blé, maïs, avoine, orge) où elles sont responsables de dégâts directs. Sur ces cultures, des effectifs de l'ordre de 200 pucerons par plante au stade 6-8 feuilles sont considérés comme un seuil d'alerte. Ce puceron est également vecteur des virus de la jaunisse nanisante de l'orge BYDV (Turpeau *et al.*, 2011).



Figure 4: Individus de *M. dirhodum* sur feuille de céréales (Turpeau et al., 2011).

4- Lutte biologique contre les pucerons

Le concept de la lutte biologique sous sa forme « scientifique » contre les ravageurs est connu pratiquement depuis plus d'un siècle. Pendant cette période, des efforts considérables ont été réalisés pour développer cette méthode de la lutte contre les ravageurs, La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures « rongeurs, insectes, nématodes, maladies des plantes et mauvaises herbes ».

Elle se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels. Cette interaction se base alors sur trois éléments: le ravageur, l'auxiliaire et son habitat. Auxiliaire à la même signification qu'antagoniste ou ennemi naturel. Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des auxiliaires selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Lorsqu'on s'intéresse aux arthropodes ravageurs, on peut les subdiviser en quatre groupes: microorganismes, nématodes entomophages, prédateurs et parasitoïdes (Dib, 2010).

5- Définition des parasitoïde

De manière générale, un parasitoïde est un organisme parasite qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme appelé hôte mais qui tue obligatoirement l'hôte pendant ou à la

fin de ce développement. Les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des protistes, des bactéries et des virus mais la majorité sont des insectes. Au moins 87 000 insectes ont été répertoriés comme parasitoïdes appartenant à six ordres : Hymenoptera (au moins 50000 espèces) , Diptera (15000 espèces) , Coleoptera , Neuroptera , Lepidoptera , Trichoptera . Les proies des parasitoïdes sont presque exclusivement des insectes. Seuls quelques parasitoïdes très spécialisés, dont certains diptères, pondent leurs œufs sur des araignées, des chilopodes ou des vertébrés (**Suty. 2010**).

Les parasitoïdes des pucerons ou les *Aphidiinae* sont des endoparasitoïdes solitaires koinobiontes, ce qui signifie que les stades immatures de ces insectes se développent à l'intérieur de leur hôte en maintenant ce dernier vivant jusqu'à la fin du développement larvaire. Accouplée ou vierge, la femelle va chercher à pondre dans un puceron. La majorité des espèces présentent une parthénogénèse arrhénotoque, les œufs non fécondés, donc haploïdes, donnent des mâles, et les œufs fécondés diploïdes, donnent des femelles. En absence d'accouplement ou dans le cas d'une incompatibilité mâle / femelle, la descendance de la femelle sera donc entièrement composée de mâles. Une parthénogénèse thélytoque a été observés chez certaines espèces, par exemple au sein du genre *Lysiphlebus* (**Navasse, 2016**), la fin de leur développement, ils émergent et rentrent en phase adulte libre et sexuée. Ces parasitoïdes sont dits solitaires car un seul individu se développe dans chaque hôte.

Après la ponte de la femelle dans le puceron, l'œuf éclot et la larve parasitoïde se nourrit sur les tissus du puceron. Le puceron meurt au moment de la nymphose, ne laissant que la cuticule dans laquelle le parasitoïde tisse un cocon, ce que l'on appelle une momie. C'est à ce stade que les parasitoïdes sont généralement échantillonnés, car ces momies sont facilement observables et capturables. L'adulte émerge quelques jours plus tard. Les femelles adultes utilisent des ressources en carbohydrates, tel que du nectar de fleur ou du miellat de puceron, ce qui augmente leur longévité et fécondité et donc leur fitness (figure 5). (**Jeavons. 2020**)

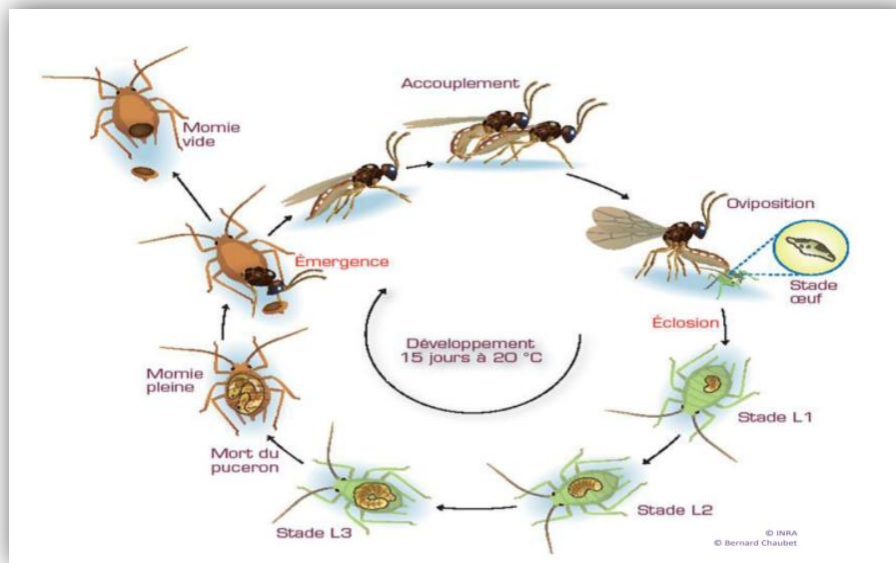


Figure 5: Cycle biologique d'un parasitoïde hyménoptère puceron (Turpeau et al., 2018).

Les pucerons de céréales sont également parasités par quelques espèces d'endoparasitoïdes *Aphelinidae* (Hymenoptera). Les parasitoïdes présentent un degré de spécialisation variable, avec des espèces « oligophages » (exploitant un nombre limité d'espèces hôtes) et « polyphages » (parasitoïdes plus généralistes ayant un spectre d'hôtes plus large). Quelques espèces de parasitoïdes comme *Aphidius ervi* (Haliday, 1834), *Aphidius avenae* (Haliday, 1834), *Aphidius rhopalosiphii* (de Stefani-Perez, 1902) et *Aphidius uzbekistanicus* (Luzhetskii, 1960) sont capables d'exploiter des pucerons présents au sein des parcelles de céréales et également des espèces de pucerons non ravageurs présentes sur des zones non cultivées du paysage (**Thiago. 2013**)

Aphidius ervi (Haliday, 1834) attaque une large gamme d'espèces hôtes : *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852), *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775), *S. fragariae* (Walker, 1848), *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878), et *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843). La couleur du corps de cette espèce est noir-brillant, la forme est effilée avec des pattes brunes et de longues antennes, la couleur du pétiole est noire, sa forme bosselée, Le nombre d'articles antennaire est de 20-21 pour le mâle, et de 18-19 pour la femelle (Figure 06) (**Ahmad Ismail, 2010**)

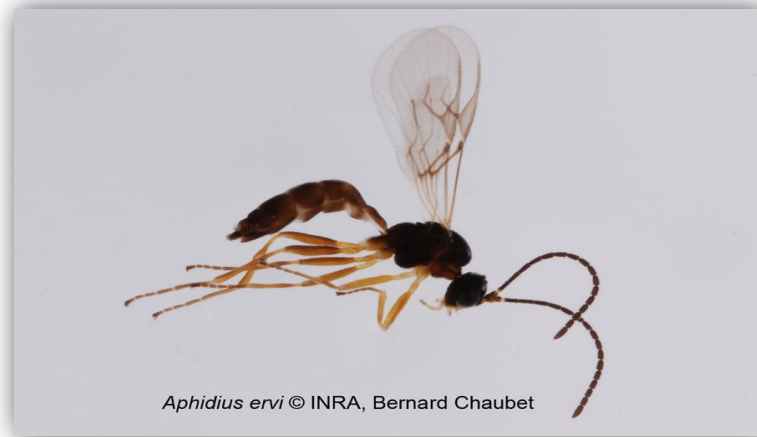


Figure 6: *Aphidius ervi* sous la loupe ^[3]

Chaque femelle de cette espèce pond environ 300 œufs fécondité pendant sa vie, dont la plupart sont pondus pendant les premiers jours. Lorsque la femelle a localisé un puceron, elle le palpe avec ses antennes afin de l'examiner. Si le puceron est acceptable, la femelle replie son abdomen sous son corps et perce le corps du puceron avec son ovipositeur. Une fois encore, si le puceron est acceptable, la femelle y dépose un œuf. L'œuf éclos rapidement et la larve commence son développement en se nourrissant de l'intérieur du puceron. Le puceron prend finalement une couleur pâle et forme une momie caractéristique de la pupaison de la larve. L'adulte émerge au bout de 5 à 10 jours, en découpant une ouverture circulaire sur la face supérieure de la momie (Cochard. 2019).

L'espèce *Aphidius uzbekistanicus* est déterminée comme étant l'espèce clé parmi un large éventail de parasitoïdes du puceron dans le contrôle des populations de pucerons des céréales. La gamme d'hôtes d'*Aphidius uzbekistanicus* se limitent principalement à *Sitobion avenae*, et dans une moindre mesure à *Metopolophium dirhodum* et *Schizaphis graminum* (Kos et al., 2011). La longueur de son corps est 4,2-4,7 mm. La tête transversal en vue dorsale; les antennes possèdent 16-17 segments densément recouverts de sertissements blanchâtres chez les femelles, le pétiote est allongé, et la couleur des jambes et des parties de la bouche brun foncé (Figure 07) (Choia et Kimb. 2018).



Figure 7: *Aphidius uzbekistanicus* sous la loupe ^[3]

Concernant l'espèce *Aphidius rhopalosiphi*, ce parasitoïde est un endoparasitoïde solitaire qui peut parasiter *Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi* (Navasse. 2016). Sa taille moyenne est de 2 à 3 mm avec une couleur noir. Les antennes sont longues chez la femelle (antenne de 16 à 17 articles). Les cellules des ailes sont de 5, 2 et 3 réunies ; cellule 1 ouverte (Figure 08) (Shirota *et al.*, 1983)

Dans le cas de *Sitobion avenae*, il parasité les stades jeunes avec plus de succès que les stades âgés, et les types verts plus fréquemment que les bruns. La mortalité était élevée dans le 1er et le 2ème stade. Le développement du parasite dure jusqu'à 9 jours dans les pucerons verts et 12 jours dans les bruns (Ankersmit *et al.*, 1986).



Figure 8: *Aphidius rhopalosiphi* sous la loupe ^[3]

Les parasitoïdes jouent un rôle essentiel dans la régulation des populations de ravageurs dans les systèmes agricoles, à condition d'être protégés des effets toxiques des pesticides. Ainsi, il est crucial d'avoir une connaissance approfondie de leur présence dans les milieux cultivés afin de garantir leur efficacité.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'évaluer la biodiversité des *Aphidiinae* dans un champ de blé de la région de Guelma. Nous utiliserons une méthodologie respectueuse de l'environnement, qui sera détaillée dans la section "Matériel et Méthode" du présent travail.

Chapitre I : Matériel Et Méthodes

I.1 Présentation de la région d'étude

I.1.1 Situation géographique de la wilaya de Guelma (Nord-Est)

La Wilaya de Guelma se situe au Nord- Est du pays et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa) (Figure 09). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. S'étendant sur plus de 3 686 km², Guelma constitue un axe stratégique (Abboudi et Sayah, 2019).

Elle est limitrophe des Wilayas suivantes :

- ❖ La Wilaya d'Annaba, au Nord : Avec son port et aéroport, ainsi qu'une base industrielle aussi importante, distante à quelques 60 Km.
- ❖ La wilaya de Skikda, au Nord-Ouest : Avec son port et sa base pétrochimique, est à moins de 80 Km.
- ❖ La wilaya de Constantine, à l'Ouest : Son aéroport, ses potentialités de capital de l'Est du pays est à une 100 de Km.
- ❖ La wilaya d'Oum-El-Bouaghi, au Sud : Porte des hauts plateaux, est à 120 Km.
- ❖ La wilaya de Souk-Ahras, à l'Est : Région frontalière à la Tunisie, est à 70 Km.
- ❖ La Wilaya d' El-Tarf, au Nord-Est : Wilaya agricole et touristique, port de pêche, frontalière à la Tunisie.



Figure 9: Situation géographique de la wilaya de Guelma (Abboudi et Sayah. 2019).

I.1.2 Présentation de la parcelle d'étude

Notre travail s'est déroulé dans la ferme pilote Boumaza said, qui se situe dans la wilaya de Guelma, commune Belkhir, dans un lieu-dit : Oued Zimba. Elle occupe une superficie totale de 861 ha dont 620 ha est une surface agricole utile et 241 ha de terres incultes. Elle exploite ses terres par les grandes cultures et l'arboriculture (Figure 10).



Figure 10: La Ferme pilote Boumaza Said-Guelma (photo personnelle, 2023).

Notre parcelle d'étude était semé le 15 /11/2022 par blé dur (*Triticum durum* Desf., 1798) de la variété *vitron (R1)*, de 15 ha de superficie (Figure 11). Elle est délimitée du côté Sud par un verger de poire et les autres côtés blé dur. Le 13/02/2023 a été traitée par des herbicides (Rapid,brumby, Cossack). Ses coordonnées géographiques sont : 36°25'12.6"N 7°28'42.4"E.



Figure 11: Champ d'étude (blé dur) (photo personnelle, 2023).

I.2 Données climatiques de la région d'étude

I.2.1 La température

La température est la variable pour laquelle les prédictions sont les plus fiables et dont l'impact sur les insectes a été le plus étudié. Il est cependant important de reconnaître que des modifications dans le régime d'autres facteurs climatiques, les populations d'insectes seront affectées par le changement climatique à la fois directement à travers des modifications des différents processus vitaux intrinsèques à chaque espèce, et indirectement à travers leurs interactions avec d'autres composantes biotiques et abiotiques de leur environnement **(Candau, 2008)**.

Les températures enregistrées dans la wilaya de Guelma au cours de la Période qui s'étale entre le mois de juin 2022 jusqu' au mois avril 2023 sont représenté dans le tableau suivant:

Tableau 1: Température maximales moyennes et minimales mensuelles de la région de Guelma durant la campagne juin 2022 jusqu' à l'avril 2023 ^[4]

| Année | 2022 | | | | | | | 2023 | | | |
|-------------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | juin | Juillet | Août | sep | oct | nov | déc | jan | fév | mars | avr |
| T.max.(°C) | 37,2 | 37,8 | 36,7 | 34,2 | 31,5 | 23,5 | 21,9 | 15,9 | 17,3 | 21,7 | 24 |
| T.min.(°C) | 17,5 | 19,8 | 19,8 | 19,8 | 13,4 | 10,5 | 8,3 | 4 | 4,8 | 5,8 | 8,4 |
| T.moy .(°C) | 27,3 | 28,8 | 28,3 | 26,9 | 22,4 | 17 | 15,1 | 10 | 11,1 | 13,7 | 16,2 |

T: température

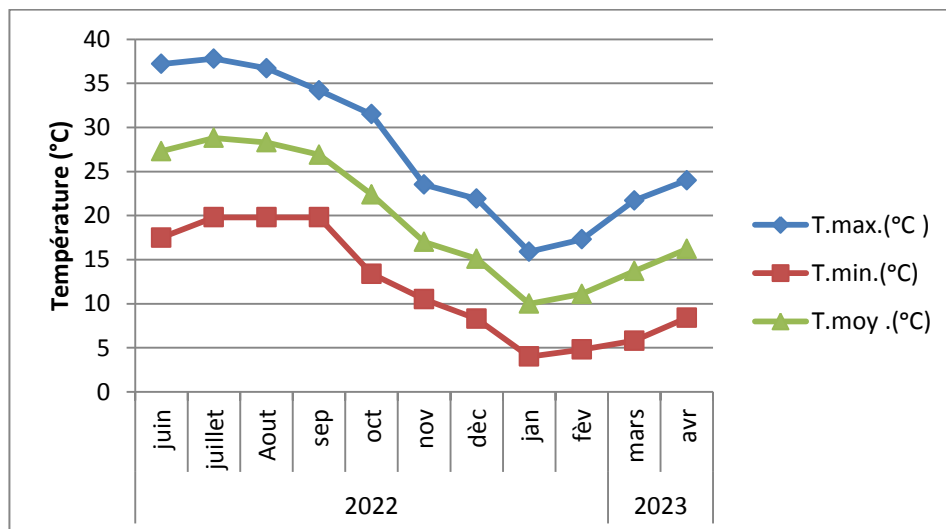


Figure 12: Variation des températures maximales moyennes et minimales mensuelles de juin 2022- Avril 2023 dans la région de Guelma.

D'après ces données (Figure 12) et (Tableau 1), on voit que le mois de juillet a enregistré la température moyenne mensuelle la plus élevée de 28,8 °C, en plus de cela le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 10 degrés Celsius.

I.2.2 Les précipitations

La pluie est considérée comme un facteur écologique très important. Elle a une influence importante sur la flore et sur la biologie des espèces animales (**Chouihet. 2019**). Les précipitations enregistrées durant la période juin 2022 jusqu'au avril 2023 sont mentionnées dans le tableau suivant:

Tableau 2: Précipitations mensuelles dans la région de Guelma pendant la période de juin 2022 - avril 2023 ^[4]

| Année | 2022 | | | | | | | 2023 | | | |
|-------|------|---------|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|-----|
| Mois | Juin | Juillet | Août | Sep | Oct | Nov | Déc | Jan | Fèv | Mars | Avr |
| p(mm) | 2 | 0,4 | 15 | 27,1 | 26,4 | 60 | 14 | 65 | 13 | 14,4 | 30 |

P : précipitation

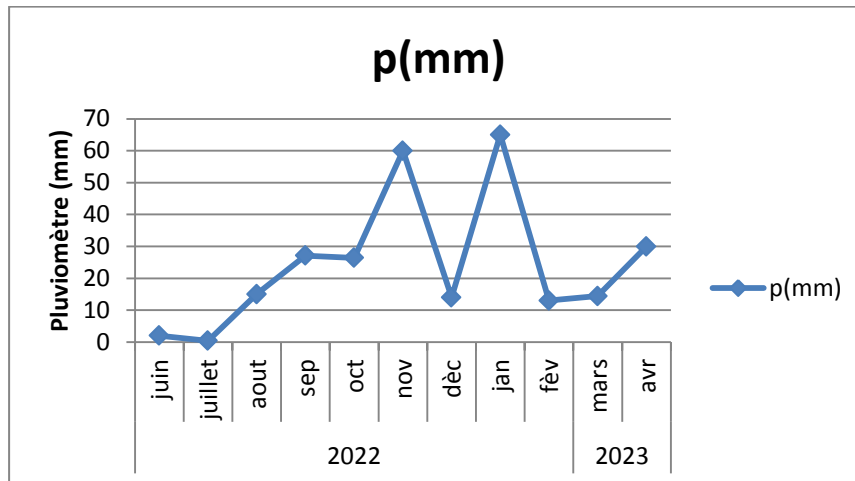


Figure 13: Variation des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) entre juin 2022 et avril 2023 dans la région de Guelma.

Les mois les plus arrosés sont novembre et janvier avec des précipitations mensuelles 60 mm et 65 mm, par contre les mois où les précipitations diminuent sont juin et juillet avec en moyenne de précipitations 2 mm et 0,4 mm respectivement (Figure 13) et (Tableau 2).

I.3 Synthèse climatique

Pour déterminer le climat d'une région d'étude, nous avons eu recours au diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et au climagramme d'Emberger. La classification écologique des climats est effectuée grâce à deux facteurs importants, soit la température et la précipitation.

I.3.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

Selon **Dajoz (1971)**, Gaussen considère qu'il y'a une sécheresse lorsque les précipitations mensuelles exprimées en millimètres sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius.

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен met en évidence la notion des saisons humides et sèches.(figure 14) présente les mois et en ordonnée les températures (T) et les précipitations (P) ayant une échelle double pour les premières telles que $P = 2 T$.

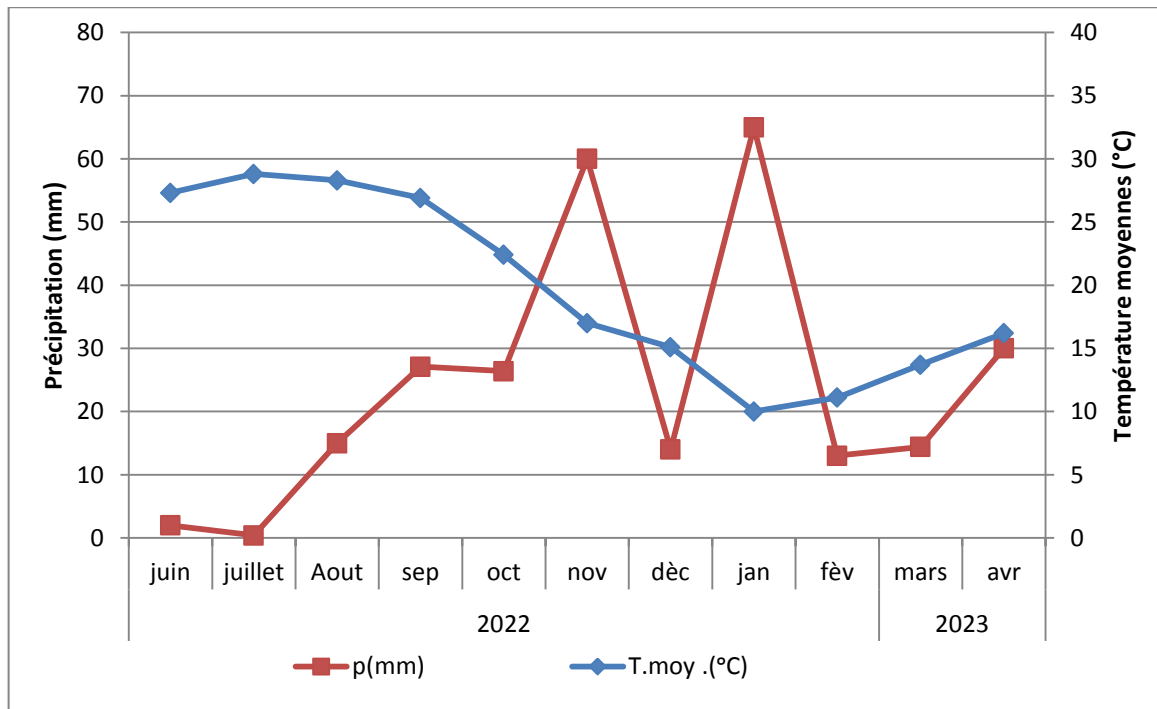


Figure 14: Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Guelma durant la période (juin 2022-Avril 2023).

I.3.2 Étage bioclimatique (climagramme d'Emberger)

Pour déterminer l'étage bioclimatique de la région de Guelma, il faut procéder au calcul du quotient pluviométrique d'Emberger «Q2» qui a été modifiée par Stewart (1969) et est comme suit:

$$Q2 = 3.43 (P/M-m)$$

- **P** est les précipitations annuelles en **mm**.
- **M** est la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- **m** est la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La figure (15) présente l'étage bioclimatique de région de Guelma durant la période juin 2022-Avril 2023, Le coefficient pluviométrique Q2 est calculé par la relation précédente comme suit :

$$\left. \begin{array}{l} P = 267.3 \text{ mm} \\ M = 37,8 \text{ }^\circ\text{C} \\ m = 4 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} \longrightarrow Q2 = 27.12$$

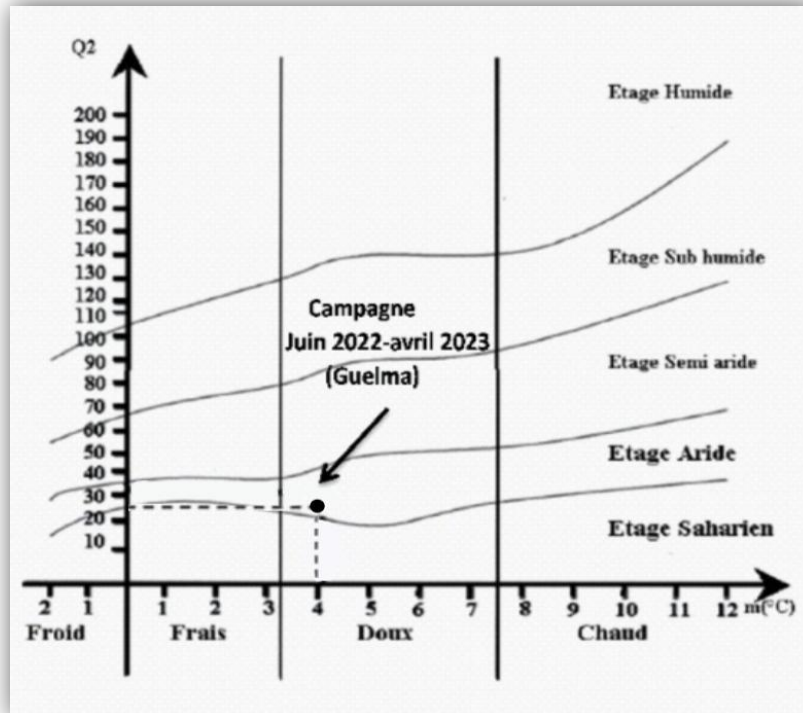


Figure 15: Localisation de la région de Guelma dans le climagramme D'EMBERGER.

L'analyse de ce climatogramme (Figure 15) montre que l'étage bioclimatique de la région de Guelma durant la période juin 2022-Avril 2023 était dans l'étage Aride à hiver doux.

I.4 Méthodologie de travail

I.4.1 Échantillonnage sur terrain

Le lieu d'étude est constitué de parcelle de blé, avec une superficie de 15 hectares. Le mode opératoire consiste à effectuer des prélèvements d'insectes une fois par semaine en allant du 21 mars 2023 jusqu'au 02 Mai 2023. Notre échantillonnage comporte deux étapes:

- Installation des cuvettes jaunes remplie d'eau additionnée d'un peu de liquide vaisselle pour mieux noyer les insectes.
- Prélèvement des épis et des feuilles qui contiennent des pucerons.

I.4.1.1 Capture des insectes par piégeage (cuvette jaune à eau) (Figure 16)

Ce type de piège est basé sur l'attraction visuelle des insectes héliophiles par les couleurs. Les insectes attirés tombent dans le piège rempli d'un liquide mouillant et conservateur, c'est très simple et peu coûteux (Nageleisen, 2009). Elle sont utilisés en entomologie faunistique des milieux agricoles car ils sont efficaces et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure (Polo Lozano *et al.*, 2013).



Figure 16: Cuvette jaune placés dans le site d'étude (photo personnelle, 2023).

Nous avons délimité une surface de un hectare où nous avons installé 15 cuvettes jaunes contenant de l'eau additionnée à un mouillant (détergent) en zigzag (répartit en 3 groupes de 5 pièges espacés de 20m), tout en évitant la bordure de la parcelle (Figure 17). Après chaque semaine, nous avons renouvelé ces pièges dans un autre hectare différent du premier. Le premier prélèvement a été effectué le 21 mars 2023 tandis que le dernier le 02 mai 2023.

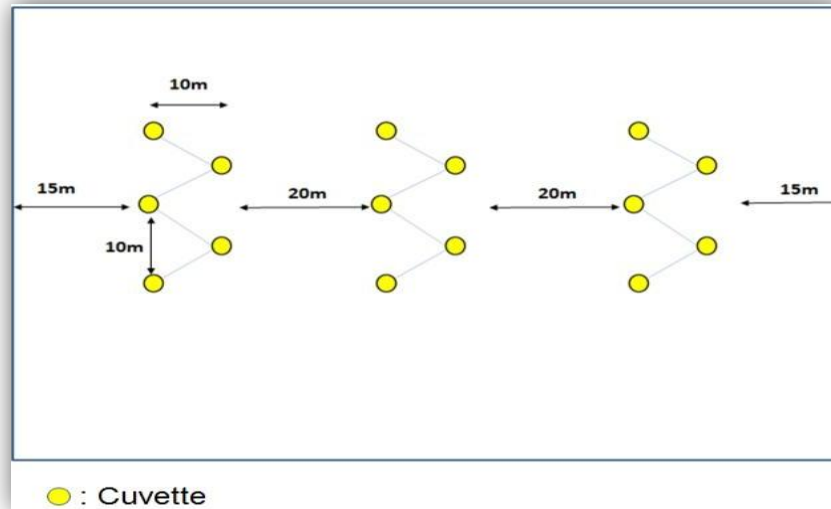


Figure 17: Dispositif expérimental des pièges jaunes à eau appliqué dans la parcelle.

Nous prélevons régulièrement des échantillons une fois par semaine à partir du 14 mars 2023 jusqu'à ce que le blé soit mûr et que les insectes disparaissent. Nous filtrons les pièges avec un morceau de tulle et nous mettons les échantillons dans un petit flacon qui contient de l'alcool 70° pour maintenir la morphologie de l'insecte (Figure 18).

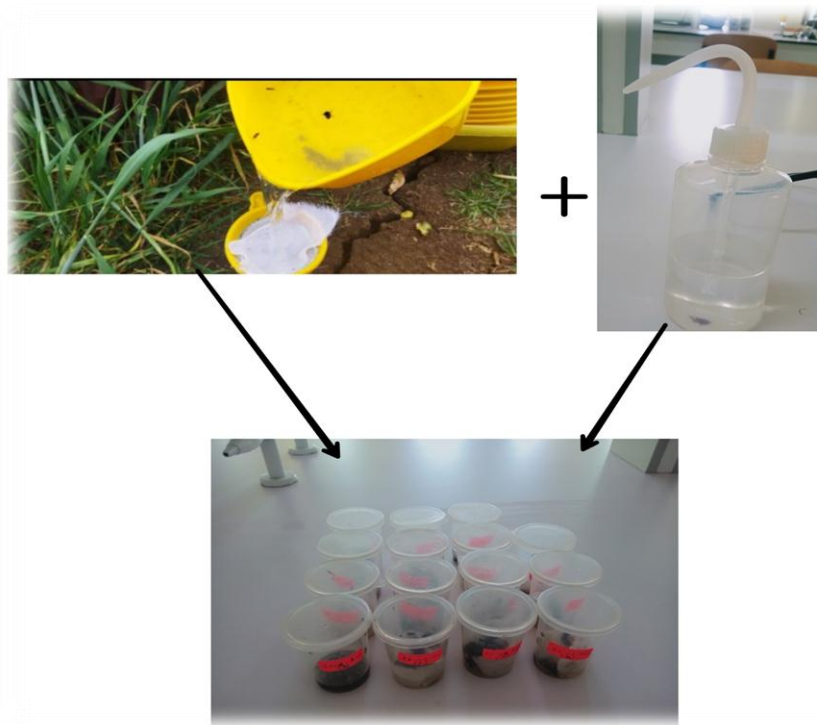


Figure 18: Technique de préparation d'échantillons dans un flacon (Photo personnelle, 2023).

I.4.1.2 Échantillonnage des épis et des feuilles qui contiennent des pucerons

Après l'apparition des pucerons sur champs, Nous avons procédé à un échantillonnage des feuilles ou des épis qui contiennent des pucerons, puis nous avons mis les échantillons dans un sac en plastique et l'amené au laboratoire pour vérifier s'il y aura des momies (pucerons parasités) entre les individus vivants ou non. La partie visitée de la parcelle est changée d'une sortie à l'autre.

I.4.2 Au laboratoire:

Les échantillons des cuvettes jaunes sont conservés au laboratoire. Ensuite sous la loupe binoculaire, nous avons séparé les pucerons et les parasitoïdes des autres insectes à l'aide d'un pinceau et nous les avons mis dans des tubes, par sortie, avec un peu d'alcool ajouté 70°, et aussi la séparation des momies et des pucerons des feuilles et des épis pour l'identification des espèces (Figure 19).



Figure 19: Matériel utilisé pour trier et identifier les pucerons et les parasitoïdes (Photo personnelle, 2023).

I.4.2.1 Identification des pucerons et des parasitoïdes

D'après **Leclant (1999)**, l'identification des pucerons basées sur des caractères morphologiques simples, tels que la forme, la couleur, la taille et la pigmentation; qui sont des caractères le plus souvent observables à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe (x10).

Pour identifier les pucerons, nous avons eu recours au **Turpeau *et al.*, (2011)**, **Nazari *et al.* (2012)** et aussi le site web site de l'**Inra**.

Pour identifier les parasitoïdes, nous avons utilisé les clés et les guides d'identification de **Starý *et al.* (2010)** et **Pintureau (2012)**.

I.5 Exploitation des résultats

I.5.1 Abondance relative

L'abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) prise en considération par rapport au nombre total des individus (N_0) toutes espèces confondues, Elle est exprimée par la formule suivante :

$$AR \% = n_i \times 100 / N_0$$

n_i : Nombre d'individus d'une espèce.

N_0 : Nombre total des individus.

I.5.2 Richesse totale (S)

La richesse totale (S) est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (**Ramade, 1994**).

I.5.3 Indice de diversité spécifique de Shannon- Weaver H'

D'après (**Dajoz, 1975**), cet indice mesure la diversité du peuplement d'un milieu étudié. Il est exprimé par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s [p_i * \ln p_i]$$

Avec :

$$P_i = n_i/N$$

H' est minimal quand il est égal à zéro, c'est-à-dire quand l'échantillon contient une seule espèce. Il est maximal lorsque tous les individus appartiennent à des espèces différentes, dans ce cas H' est égale à $\ln(S)$.

I.5.4 Indice d'équitabilité de Piélou (E)

L'équitabilité correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale ($H' \max$). Il est calculé par la formule suivante:

$$E = H' / H' \max$$

Avec : $H' \max = \ln S$

Donc $E = H' / \ln S$

- H' est la diversité spécifique.
- $H' \max$ est la diversité maximale.
- S est la richesse spécifique.

Les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1, Quand ;

- $0 < E < 0.5$: les effectifs des populations en présence sont en déséquilibre entre elles au sein d'un peuplement.
- $0.5 < E < 1$: il y a un équilibre entre les effectifs des différentes espèces composant cette population.

Chapitre II : Résultats

Dans ce chapitre, nous présentons les différents résultats des pucerons et des parasitoïdes trouvés dans notre champ de blé dur, dans la ferme pilote Boumaza said à Guelma.

II.1 Résultats de l'inventaire global des pucerons et des parasitoïdes capturés par les cuvettes jaunes

II.1.1 Abondances relatives des pucerons

Le dispositif d'échantillonnage appliqué dans la région d'étude pendant la période d'installation des cuvettes jaunes du 14 mars 2023 au 2 mai 2023, nous a permis de générer une liste comprenant 18 espèces de pucerons avec leurs abondances relatives enregistrées dans le tableau suivant (tableau 03).

Tableau 3: Abondances relatives de différentes espèces de pucerons capturés par cuvettes jaunes.

| Espèces des pucerons | Abondances relatives (%) |
|--|--------------------------|
| <i>Sitobion avenea</i> (Fabricius, 1775) | 14,11 |
| <i>Sitobion fragariae</i> (Walker, 1848) | 9,20 |
| <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758) | 4,90 |
| <i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849) | 39,26 |
| <i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763) | 1,84 |
| <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) | 0,61 |
| <i>Aphis spiraecola</i> (Patch, 1914) | 4,29 |
| <i>Aphis masturtii</i> (Kaltenbach, 1843) | 10,42 |
| <i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758) | 1,22 |
| <i>Myzaphis rosarum</i> (Kaltenbach, 1843) | 4,29 |
| <i>Aphis idaei</i> (van der Goot, 1912) | 0,61 |
| <i>Aphis pomi</i> (Geer, 1773) | 2,45 |
| <i>Aphis schneideri</i> (Börner, 1940) | 1,84 |

Tableau 4: Abondances relatives de différentes espèces de pucerons capturés par cuvettes jaunes.(la suite)

| Espèces des pucerons | Abondances relatives (%) |
|---|--------------------------|
| <i>Acyrtosiphon malvae</i> (Mosley, 1841) | 0,61 |
| <i>Neotoxoptera formosana</i> (Takahashi, 1921) | 0,61 |
| <i>Acyrtosiphon lactucae</i> (Passerini, 1860) | 1,22 |
| <i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758) | 1,22 |
| <i>Aphis craccivora</i> (Koch, 1854) | 1,22 |

II.1.2 Évolution temporelle des effectifs des pucerons

L'évolution temporelle de différentes espèces des pucerons capturés par cuvettes jaunes sont représentés dans la figure suivante:

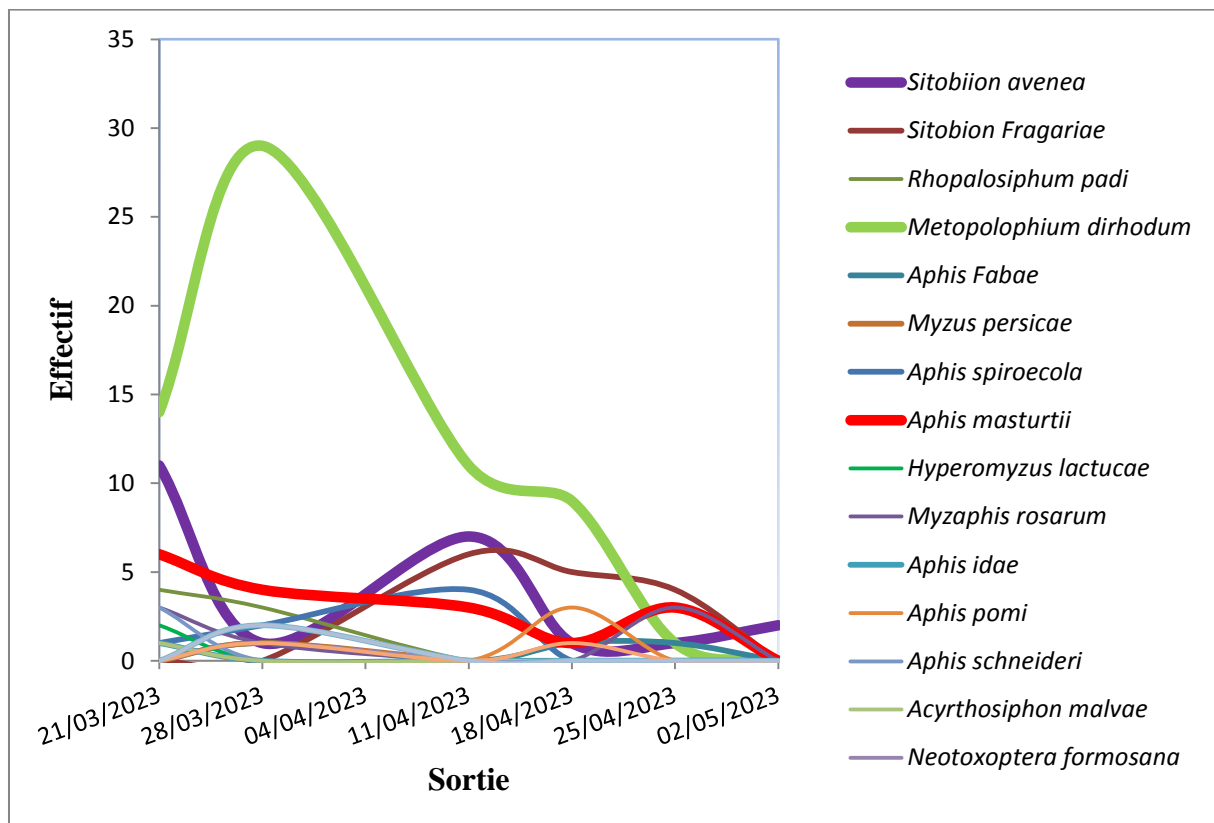


Figure 20: Évolution temporelle des pucerons capturés par pièges jaunes.

D'après la figure ci-dessus, nous remarquons une activité importante de l'espèce *Metopolophium dirhodum* lors de la deuxième sortie par rapport aux autres espèces, puis une diminution jusqu'à ce qu'elle disparaisse vers la fin du mois d'avril. En revanche, l'activité des autres espèces était faible, ne dépassant généralement pas 10 individus.

II.1.3 Diversité et équitabilité des pucerons capturés par pièges jaunes à eau

Indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité(E)

La valeur de l'indice de diversité de Shannon dans la ferme est 2,06 bits, qui n'est pas loin de sa valeur maximale (2,89 bits), c'est-à-dire que le nombre des espèces trouvées est presque maximal dans cette ferme. L'indice de l'équitabilité est proche de 1 avec une valeur de (0,7), c'est-à-dire que le nombre des individus trouvé dans ce champ est presque équitablement réparti entre les espèces (Figure 21).

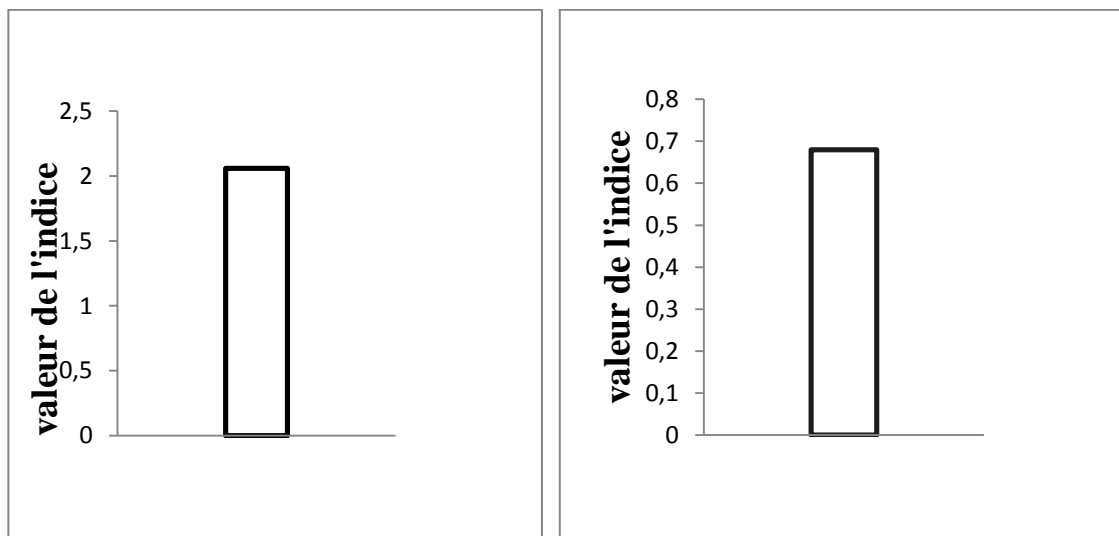


Figure 21: Indice de diversité de Shannon et d'équitabilité appliquées aux résultats des pucerons capturés par pièges jaunes.

II.2 Abondance relative des parasitoïdes capturés par pièges jaunes

Les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant:

Tableau 5: Abondances relatives de différentes espèces de parasitoïdes capturés par cuvettes jaunes.

| Espèces | Abondances relatives (%) |
|---|--------------------------|
| <i>Aphidius</i> sp1 | 80 |
| <i>Aphidius</i> sp2 | 5 |
| <i>Aphidius matricarea</i> (Haliday 1834) | 5 |
| <i>Lysiphlebus fabarum</i> (Marshall, 1896) | 5 |
| <i>Diaretiella rapae</i> (M'intosh, 1855) | 5 |

Le tableau ci-dessus montre que l'espèce *Aphidius* sp 1 est l'espèce la plus abondante.

II.2.1 Diversité et équitabilité des parasitoïdes capturées par pièges jaunes

Indice de Shannon-Weaver H' et de l'équitabilité (E)

La valeur de l'indice de diversité de Shannon est 0,77 bits, et sa valeur maximale est 1,6 bit. La valeur de l'indice d'équitabilité est 0,48 qui sont inférieure à 0,50, ce qui montre que les individus ne sont pas équitablement répartis entre les espèces capturées (Figure 22).

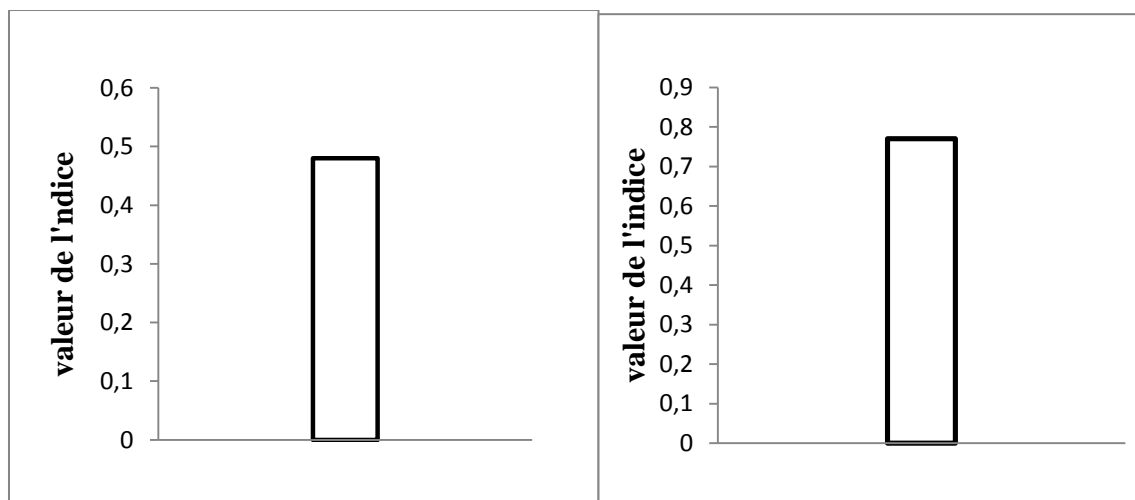


Figure 22: Indice de diversité de Shannon et d'équitabilité appliqués aux résultats des parasitoïdes capturés par cuvette jaune.

II.3 Résultats de l'inventaire des pucerons et des parasitoïdes trouvés sur plants

II.3.1 Espèces de pucerons trouvées sur feuilles et épis

Pendant la période d'échantillonnage dans le champ, nous avons trouvé par la méthode de collecte manuelle, 5 espèces de pucerons sur feuilles qui sont *Myzaphis rosarum* (Kaltenbach, 1843), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), *Aphis masturtii* (Kaltenbach, 1843), *Sitobion avenea* (Fabricius, 1775), *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1849), (Figure 23) et 2 espèces de pucerons sur épis qui sont *Sitobion avenea* (Fabricius, 1775), *Aphis masturtii* (Kaltenbach, 1843) (figure 24).

a- Pucerons des feuilles

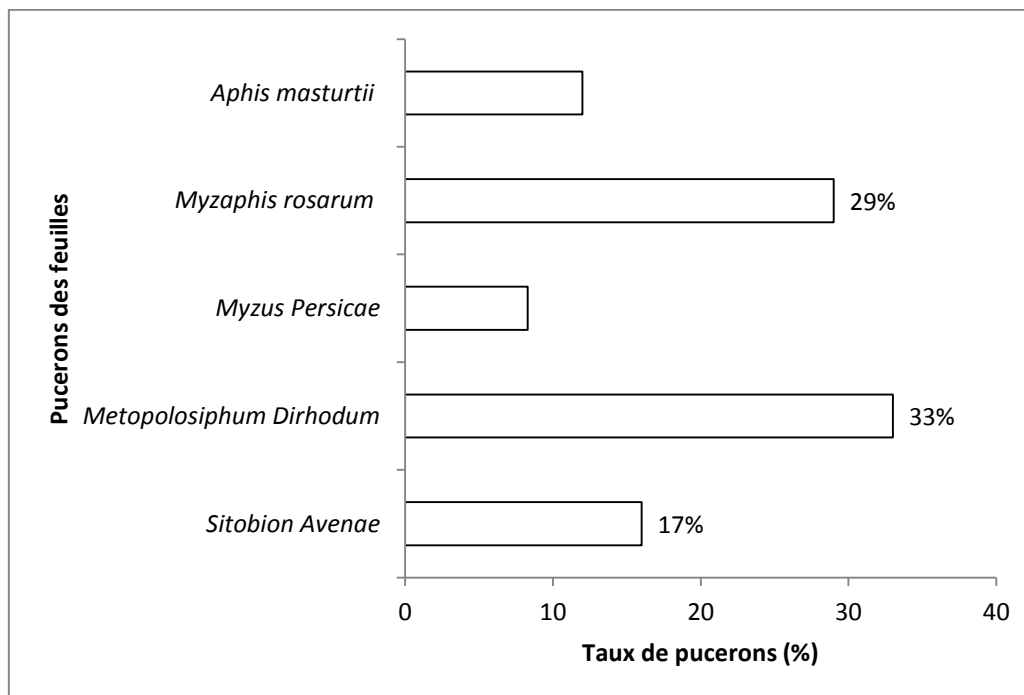


Figure 23: Pourcentage des pucerons trouvés sur les feuilles.

D'après la figure ci-dessus, nous remarquons que *Metopolophium dirhodum* est l'espèce la plus commune avec 33% des abondances relatives, suivi de l'espèce *Myzaphis rosarum* puis viennent les autres espèces.

b- Pucerons des épis

Les abondances relatives des pucerons trouvés sur épis sont représentées dans la figure suivante:

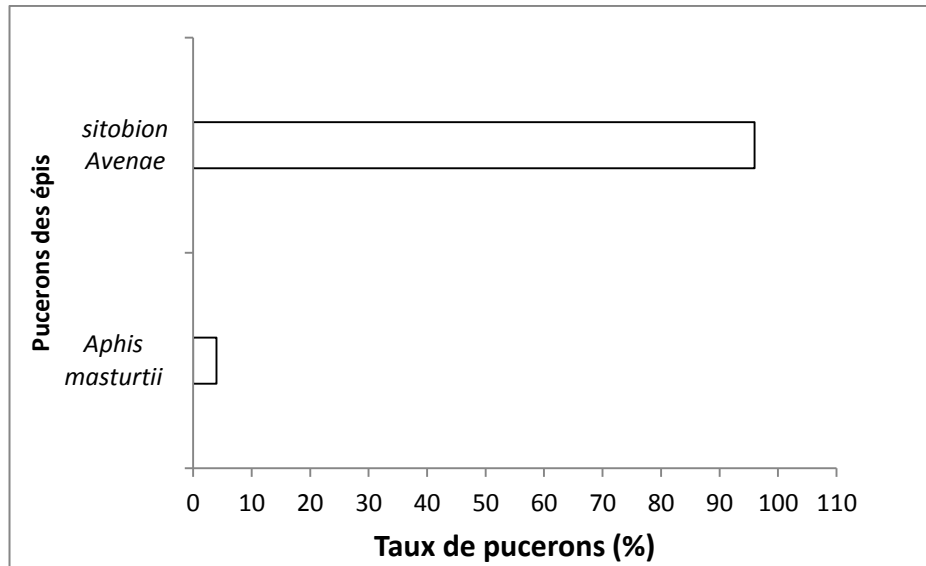


Figure 24: Pourcentage des pucerons trouvés sur épis.

D'après la figure ci-dessus, nous remarquons la présence de deux espèces de pucerons, là où *Sitobion avenea* était le plus abondant, estimé à 96%.

II.4 Parasitoïde émergés des momies

Les résultats des parasitoïdes émergés sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau 6: Parasitoïdes émergés des momies (mars 2023 - mai 2023).

| Ordre | Famille | Espèce |
|-------------|--------------------------------|--|
| Hymenoptera | <i>Braconidae (Aphidiinae)</i> | <i>Aphidius colemani</i> (Viereck, 1912) |
| | <i>Figitidae</i> | <i>Alloxysta sp.</i> |

Tout au long de notre période d'expérimentation, nous avons trouvé 25 pucerons momifiés. Dans la cinquième sortie, nous avons remarqué l'émergence de 3 individus des parasitoïdes seulement qui sont : un individu de *Aphidius colemani* (Viereck 1912) et deux individus et *Alloxysta sp.* Par conséquent, il reste 22 momies sans émergence.

Discussion

Notre étude qui a été menée dans un champ de blé dur à la ferme pilote Boumaza Saïd à la wilaya de Guelma, durant la période allant de mars 2023 jusqu'à la première semaine de mai 2023, nous a permis d'identifier de nombreuses espèces de pucerons et de parasitoïdes.

Les méthodes d'échantillonnages utilisées dans notre étude ont révélé la présence de 19 espèces de pucerons qui sont: *Sitobion avenae*, *Sitobion fragariae*, *Rhopalosiphum padi*, *Metopolophium dirhodum*, *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Aphis spiraecola*, *Aphis masturtii*, *Hyperomyzus lactucae*, *Myzaphis rosarum*, *Aphis idaei*, *Aphis pomi*, *Aphis schneideri*, *Acyrtosiphon malvae*, *Neotoxoptera formosana*, *Acyrtosiphon lactucae*, *Brachycaudus cardui*, *Aphis craccivora*.

En Algérie, **Lamaari et al. (2010)**, ont observé 47 espèces aphidiennes sur 85 espèces végétales dans l'est algérien.

A Blida, **Lakhal (2020)** a mentionné la présence de 10 espèces aphidiennes, les espèces *Aphis craccivora*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, se retrouvent à la fois dans le poirier et le pêcher; et l'espèce *Rhopalosiphum padi* est caractéristique des céréales.

Mouas et al., (2021) dans son étude à Médéa a trouvé un pourcentage considérable de puceron *Sitobion avenae*. sur les épis de blé dur.

Sekkat en 2015, a trouvé dans son étude au Maroc que *Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum maidis*, *Rhopalosiphum padi* et *Metopolophium dirhodum* s'attaquent aux feuilles et aux épis des céréales.

A Khenchela, **Benmalem et al. (2016)**, ont dressé, entre le mois de mars et mai, en milieu naturel, une liste de 8 espèces de parasitoïdes; il s'agit d'*Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae*, *Lysiphlebus fabarum*, *Praon volucre* (Haliday 1833) et *Aphelinus* spp.

Sadat et al. (2021) lors de son expérience dans la région Mitidja, a remarqué 17 espèces de parasitoïdes primaires sur différentes cultures et mauvaises herbes, Parmi eux *Aphidius matricariae* et *A.colemani* sur les grandes cultures.

En Mali, **Almouner et al. (2014)**, ont remarqué 19 espèces des pucerons Parmi les espèces de pucerons pour lesquels la pomme de terre fait partie du spectre d'hôtes, deux ont été observées, *M. persicae* et (Sulzer, 1776) et *A. gossypii* (Glover, 1877). Un taux faible du puceron des feuilles *R. padi* a été enregistré durant notre étude.

En France, **Dedryver et Tanguy (1984)**, ont noté au cours de son expérience que les populations de *R. padi*, soit ne s'établissent pas, soit se développent très peu sur les céréales au cours du printemps.

Les pièges jaunes à eau ont permis de capturer 5 espèces des parasitoïdes de pucerons des céréales sont: *Aphidius sp1*, *Aphidius sp2*, *Lysiphlebus fabarum*, *Diaretiella rapae* et *Aphidius matricariae* et deux espèces émergées des momies qui sont: *Aphidius coleman*, *Alloxysta* sp.

À l'Ouest de la France, **Rabasse et Dedryver (1993)** a trouvé 4 espèces du genre *Aphidius*, parmi eux *Aphidius matricariae* sur *R. padi*.

Luquet (2019) a mentionné également qu'en France existe une dizaine de genres de parasitoïdes des pucerons des céréales et des légumineuses, parmi eux *Diaeretiella rapae*.

Les parasitoïdes ont une relations très étroite entre parasitoïdes et leur hôte, l'adéquation entre les deux partenaires conditionne la réussite du développement parasitaire **Postic (2016)**.

Dans la deuxième sortie, il y a eu une évolution significative du nombre de l'espèce *Metopolophium dirhodum* suivie d'une augmentation du nombre de *Aphidius sp 1* dans une température moyenne 13,7°C et de faibles précipitations.

Conclusion

Notre travail a été réalisé pendant trois mois à partir du mois de mars 2023 jusqu'au mai 2023 dans la ferme pilote Boumaza saïd où l'étude a été menée sur les pucerons et leurs parasitoïdes dans un champ de blé dur.

Nous avons utilisé la méthode du piège jaune à eau, et bien qu'il s'agisse d'une méthode simple et facile, mais nous avons trouvé très difficultés de séparer les pucerons et les parasitoïdes aux autres insectes; car les cuvettes jaunes attirent un grand nombre d'insectes de différentes tailles, ce qui n'est pas facile lorsque l'étude porte sur des insectes plus petits. Nous avons également remarqué que de nombreux types de pucerons ont été capturés, pas seulement liés au blé, et cela est dû à la présence d'autres cultures à proximité du champ, notamment celles situées dans les bordures.

Dans notre champ, nous avons collecté 18 espèces de pucerons, les espèces les plus abondantes étaient *Metopolophium dirhodum* et de *sitobion avenae*. Les conditions climatiques sont très favorables durant le mois mars pour l'activité des pucerons, celle-ci se manifeste à travers l'apparition de l'espèce *Metopolophuim dirhodum* et d'autres espèces de pucerons inféodés aux céréales, comme *Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi*.

Chaque famille est inféodée une espèce de puceron, la suite des études sur l'activité des parasitoïdes des pucerons ont permis d'établir un premier inventaire des parasitoïdes inféodé aux céréales entre mars et mai avec un total de 6 espèces d'Hyménoptères qui est obtenu à partir des momies et des cuvettes jaunes.

Après l'identification et dénombrement de ces espèces, Le suivi des parasitoïdes dans notre champ nous a permis de dresser une liste composé de 5 espèces capturées par cuvettes et 2 espèces émergées des momies.

Perspective:

Il est à noter que les résultats obtenus durant une période de 50 jours sont faibles par rapport aux résultats des années précédentes.

Bien que le processus d'augmentation de la diffusion des parasitoïdes soit très simple, les agriculteurs et même les personnes expérimentées qui possèdent des fermes ne

considèrent pas l'importance de ces insectes. Il convient de maintenir une végétation abondante autour des champs et de ne pas les toucher avec des pesticides afin d'assurer une biodiversité des auxiliaires, dont les parasitoïdes, qui jouent un rôle majeur dans la lutte biologique naturelle contre les pucerons ou à divers ravageurs des cultures.

Références Bibliographiques

- Abboudi N et Sayah F. 2019. Le développement durable dans la wilaya de Guelma:réalités et perspectives Sustainable Development in Guelma: Reality and Prospects. *Economy and Environment Review*, 02, 01, p. 07-23.
- Ahmad Ismail M. 2010. Plasticité de la réponse à l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilisés en lutte biologique. Thèse de Doctorat en sciences biologiques. université de rennes 1 sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne, 153 p.
- Aggoun H et Laamari M. 2016. Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons -plantes) notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est – Algérien). *Nature & Technology*, 15, p. 02-08.
- Almouner A, Yattara A, Amadou K, Coulibaly et Francis F. 2014. Diversité et abondance des pucerons [Homoptera : Aphididae] et leur impact sur la dissémination des virus infectant la pomme de terre au Mali. *phytoprotection*, 94, 1, p. 1-7.
- Ankersmit G C, Bell H, Dijkman N, Mace S, Rietstra J et Schröder C. 1986. Incidence of parasitism by *Aphidius rhopalosiphi* in colour forms of the *aphid Sitobion avenae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 40, 3, p. 223-229.
- Benmalem Y, Bellal M M et Nouani A. 2016. Associations tri-trophiques (parasitoïdes -pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de khenchela (Est – Algérien). *Nature & Technology*, 15. P. 2-8.
- Bouallègue M. 2017. Plasticité des génomes des pucerons des céréales et de leur plante hôte : Recherche in silico et in vitro des éléments transposables des superfamilles Tc1-mariner-IS630 et piggyBac. Thèse de doctorat en Sciences biologique, l'université de Tunis el Manar et de l'université paris-saclay, 175p.
- Candau J. 2008. Impacts du changement climatique sur les insectes ravageurs des forêts méditerranéennes. *forêt méditerranéenne*, 02, p. 145-154.
- Cochard p. 2019. Effet de l'environnement lumineux sur les relations hôtes/parasitoïdes : cas de la guêpe parasitoïde *Aphidius ervi* et de son hôte principal le puceron du pois *Acyrtosiphon pisum*. Thèse de Doctorat en sciences biologique, l'université Laval, 126p.

- Choia S et Kimb H. 2018. Three new records of the subfamily Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) from Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 12, p. 1198–1202.
- Chouihet N. 2019. Biodiversité et bio-systématique des insectes dans différents biotopes dans la région du M'Zab (Ghardaïa). Thèse de Doctorat en sciences Biologie et Écologie en Zoologie Agro-forestière, École nationale supérieure agronomique- El Harrach- Alger. 297p.
- Dajoz R. 1971. Précis d'écologie. 2^e ed. Paris : Dunod, 434p.
- Dajoz R. 1975. Précis d'écologie. 3 ed. Paris : Dunod, 549p.
- Dedryver C et Tanguy S. 1984. Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. V. - Influence de la date de semis du blé d'hiver sur les modalités d'infestation des parcelles par *Rhopalosiphum padi* (L.), *Sitobion avenae* (F.) et *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) et sur le développement de leurs populations au printemps. *Agronomie*, 4, 8, p. 711-719.
- Dedryver C, Jahier O, Le gallic J, Rigolle p et Maxime T. 2008. Introduction de résistance au puceron des épis *Sitobion avenae* chez le blé dur. p. 104-109.
- Djermoun A. 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie*, 01, p. 45-53.
- Dib H. 2010. Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 239p.
- Goyer M. 2014. effet de l'aménagement en bandes alternées sur l'abondance et la dynamique des ennemis naturels dans le blé. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie, université du Québec à Montréal, 77p.
- Hullé M., Turpeau E., Chaubet B. Encyclop'Aphid. 2012- morphologie des pucerons. I.N.R.A. Disponible sur le site: (<https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Qu-est-ce-qu-un-puceron/Cycles-biologiques/Holocycle-dioecique-2>)
- Jeavons E. 2020. Stratégies de diversification végétale et interactions entre insectes bénéfiques floricoles : quels impacts sur les communautés d'ennemis naturels et de pollinisateurs et sur le contrôle biologique des phytophages ?. Thèse de doctorat en sciences Ecologique, Géosciences, Agronomie et Alimentation, université de rennes 1, 273p.

- kos K, Petrović A, Stary p et Kavallieratos N, 2011. l'identité des guêpes parasitoïdes du puceron des céréales *Aphidius uzbekistanicus*, *Aphidius rhopalosiphi* et *Aphidius avenaphis* (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) par examen du gène mitochondrial COI, de la morphométrie géométrique et de la morphologie. Annals of the Entomological Society of America, 104, 06, p. 1221-1232.
- Laamari M, Jousselin E et Cœur D'acier A. 2010. Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria : A fourteen-year investigation. Faunistic Entomology, 62, 2, p.73 - 87.
- Lakhal M, 2020, Evaluation de la diversité des prédateurs naturels des pucerons, en particulier les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) des différentes cultures dans les régions Alger et Blida, thèse de Doctorat en sciences agronomiques, école nationale supérieure agronomique El-HARRACH – ALGER, 251p.
- Lakhdari E, Mekhadmi N, Dehliz W, Legsair R, Mlik W, Benlamoudi F, Acheuk H et Hammi. 2020. Potentiel aphicide de *Rosmarinus officinalis* sur le puceron des céréales *Rhopalosiphum maidis*. Revue des Bioressources, 10, 02, p.61-73.
- Leclant F. 1999. Les pucerons des plantes cultivées. 1ère éd. paris: Quae, 97p.
- Luquet M. 2019. Relation entre diversité et exploitation de ressources : exemple des parasitoïdes *Aphidius* dans des associations de cultures. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université Bretagne Loire, 199p.
- Mohannad A. 2011. Plasticité de la réponse à l'exposition au froid chez *Aphidius ervi* dans le cadre des processus de stockage utilisés en lutte biologique. Thèse de doctorat en sciences Biologique, Bretagne, p 153.
- Mouas Y, Bouamra A, Boussad F, Benrebaha F, Chaouia C. 2021, Effet Aphicide De L'extrait Méthanolique D'origanum Floribondum Munby (lamiaceae) Vis Avis Du Puceron Des Céréales *Sitobion Avenae*. Fabricius, 1794 (aphididae), Agrobiologia, 11, 2, P. 2706-2714.
- Moule C. 1971. céréales. 2e éd. Paris: la maison rustique, 95p.
- Nageleisen L. 2009. L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. 19ème éd. paris: l'Office national des forêts, 138p.
- Navasse y. 2016. Spécialisation parasitaire chez les *Aphidiinae* : existe-t-il des parasitoïdes de pucerons généralistes ?. Thèse de doctorat en Biologie / écologie, université de rennes 1 sous le sceau de l'Université Bretagne Loire, 188p.

- Nazari y, Zamani A A, Masoumi S M, Rakhshani E, Petrovic-Obradovic O, Tomanovic S, Starý P et Tomanovic Z. 2012. Diversity and host associations of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in the farmlands of western Iran. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 52, 2, p.559-584.
- Neffah-Baziz F, Boussad F, Zenia S et Hamouche D. 2020. Activités des parasitoïdes des pucerons des céréales dans l'Algérois. *Agrobiologia*, 10, 1, p. 1861-1871.
- Otero sancho P. 2018. Prévoir les régulations naturelles des pucerons par les auxiliaires en grandes cultures Collectes et analyses de données en vue de l'amélioration d'un outil d'évaluation multicritère DEXi, Mémoire de stage, Agrocampus ouest, Agroparistech, 51p.
- Pauget J. 2011. Ravageurs d'automne. *Perspectives agricoles*, 382, p. 50-54.
- Piffaretti J. 2012. Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera: Aphididae) : mise en évidence de deux espèces sœurs aux cycles de vie contrastés. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques de l'évolution et écologie, Université Montpellier SupAgro France, 255p.
- Pintureau B. 2012. Les hyménoptères parasitoïdes oophages d'Europe. 6ème éd, Paris: Quae, 83p.
- Polo Lozano D, Bosquée E, Lopes T, Chen J, Deng Fa C, Liu Yong L, Fang-Qiang Z, Haubruge E, Bragard C et Francis F. 2013. Évaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 66, p. 27-37.
- Postic E. 2016. Caractérisation de pucerons et efficacité des parasitoïdes dans le cadre d'un programme de lutte biologique en culture de fraisier sous abri. Mémoire de stage. 18p.
- Rabasse J et Dedryver Ch. 1993. Biologie des pucerons des céréales dans l'Ouest de la France. III. Action des hyménoptères parasites sur les populations de *Sitobion avenae*, *Metopolophium dirhodum*. et *Rhopalosiphum padi* . *Agronomie*, 3, 8, p. 779-790.
- Ramade F. 1994. *Éléments d'écologie : écologie fondamentale*. 2ème Ed. Paris: science Internationale. 517 p.
- Sadat A, Bouhalissa Z, Saharaoui L et Daoudi-hacini S. 2021. Parasitoïdes DE Pucerons D'Algérie (hymenoptera, braconidae, aphidiinae). *Bull. Soc. zool. Fr*, 144, 3, p. 121-131.

- Sekkat A. 2015. Les pucerons du Maroc: abrégé bioécologique des espèces évoluant sur les cultures Aphids of Morocco: abridged bio-ecology of species evolving on crops. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, 7, p. 1-23.
- Shirota y, Carters N, Rabbinje R et Ankersmit G W. 1983. Biology of *Aphidius rhopalosiphi*, a parasitoid of cereal aphids. *Entomologia experimentalis et applicata*, 34, 1, p. 27-34.
- Starý P, Rakhshani E, Havelka J, Tomanović Ž, Kavallieratos N G et Sharkey M. 2010. Review and key to the world parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Greenideinae aphids (Hemiptera: Aphididae), including notes on invasive pest species. *Annals of the Entomological Society of America*, 103, 3, p. 307-321.
- Suty L. 2010. *La lutte biologique*. 1er éd, Paris: Quae, 323p
- Thiago A. 2013. *Evolution spatiotemporelle de la diversité et du fonctionnement d'une guildes de parasitoïdes*. Thèse de Doctorat en science Biologique, université de rennes 1 sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne, 126p.
- Turpeau E, Hullé M, Chaubet B et Dedryver C. 2011. *les pucerons des grandes cultures*. 6e éd. paris: marie-paule montmorency, 135p.
- Turpeau E. Hullé M. Et Chaubet B., 2018. *Encyclop'Aphid : l'encyclopédie des pucerons*. Disponible sur le site : (<https://www.cropscience.bayer.dz/fr-dz/cultures/problematique/insectes-pucerons.html>).

Site d'internet

- [1] <https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Especes/Pucerons/Rhopalosiphum/R.-padi?fbclid=IwAR1Tyi9-r7G4D6SMU2HOkZRn19UGFbCCiWqY1x3mMvsaOfh6k9kphC69X-Q>
- [2] https://www.arvalis.fr/infos-techniques/reconnaitre-les-especes-de-pucerons-qui-colonisent-les-cereales-paille?fbclid=IwAR0mfbKCgzV2BcgHiUKfEfqcBI6xH9--yG4KapwGd7O_0XFo_etbxW5eU6U
- [3] https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Especes/Parasitoides/Braconidae-Aphidiinae/Aphidius-ervi?fbclid=IwAR1RIZnGKQ1N8h1vY1RChWhj9bn-2n7YRsy5F_pF6_W40davoAAQi4kTWmI
- [4] www.infoclimat.fr