



جمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique Et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش- الجزائر

École Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach Alger

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

Département : Zoologie agricole et forestière

Spécialité : Protection des végétaux, Bio-agresseurs animaux

Thème

Bio-écologie des aphides des cultures maraichères

(Pomme de terre, Poivron) à Staoueli

Présentée par : Mlle. Dahmani Lydia

Soutenu le : 17 /01 / 2024

Membres du jury

Président :	M. Doumandji Salaheddine	Professeur, E.N.S.A.
Directrice de thèse :	Mme Berraï Hassiba	Maitre de conférences A, E.N.S.A.
Examinatrices :	Mme Daoudi-Hacini Samia	Professeur, E.N.S.A.
	Mme Benoufella-Kitous Karima	Professeur, U.M.M.O.T.
	Mme Mohammedi-Boubekka Nabila	Maitre de conférences A, Univ. de Bouira

Année universitaire : 2022-2023

Dédicaces

*A ma chère mère «Houria» et à mon père «Hocine»
Que dieu les garde pour moi,
Qui ont toujours sacrifiés pour ma réussite, qui m'ont énormément
encouragés.*

A ma grande sœur «Nassima», et à son mari Farid

Et

À mon petit neveu «Ilyane Rabah», ma source de joie

À

Mon cher frère «Frahét»

Et

Ma chère et ma petite sœur «Kami»

À

*Toute ma famille et Mes ami(e) s
Merci pour votre amour inconditionnel*

À

Tous les Doctorants

Et

Tous les chercheurs

Lydia

Remerciements

En premier lieu nous rendons grâce à ALLAH le tout-puissant, le maître des cieux et des terres, de nous avoir accordé le courage, la santé ainsi que les moyens pour réaliser notre projet dans de bonnes conditions.

Je tiens tout d'abord, à exprimer ma profonde gratitude et ma sincère reconnaissance à ma directrice de thèse Mme Berrai Hassiba, Maître de conférences Classe A à l'École Nationale Supérieure Agronomique, qui m'a donné l'opportunité d'effectuer ce travail, pour m'avoir donné l'occasion de bénéficier de son expérience ainsi que de ses recommandations très précieuses et ses encouragements.

Je présente mes remerciements les plus distingués et mon profond respect à M. Doumandji Salaheddine, Professeur à l'École Nationale Supérieure Agronomique, pour ses conseils et son aide durant les déterminations des échantillons et pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

Toute ma gratitude et ma reconnaissance vont à Mme Daoudi-Hacini Samia, Professeur à l'École Nationale Supérieure Agronomique, pour ses encouragements et son soutien et de m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier profondément Mme Benoufella-Kitous Karima, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et Mme Mohammedi-Boubekka Nabila Maître de conférences Classe A à l'université de Bouira, qui ont bien voulu consacrer leurs temps pour lire et examiner ce travail.

Mes sincères remerciements à Dr. Sahraoui Lounes, pour son suivi et son aide précieuse notamment pour l'identification des insectes.

Je remercie toute l'équipe de l'ITCMI pour leur collaboration en mettant à notre disposition tous les équipements et les documents nécessaires pour la réalisation de la partie expérimentale de ce travail. Plus particulièrement, Mme Amirouche et M. Adel.

Mes sincères remerciements vont à ma famille pour leur soutien constant dans la poursuite de mes études, ainsi que M. Boughatane S. et M. Darias M., pour leurs recommandations judicieuses et leurs motivations.

Ma reconnaissance va à mes enseignants de l'École Nationale Supérieure Agronomique et à mes camarades de promotion. Sans oublier mes ami(e)s Ghiles, Farouk, Hadjer, Aicha, kheira Sara, Achouak, Dalel, Khadidja, Sabrina, qui m'ont apporté leur soutien au moment où j'en avais besoin, merci mes chers amis car sans votre aide mon travail n'aurait pas vu le jour.

Tous mes remerciements sont adressés à tous ceux qui ont, de près ou de loin, participé à la réalisation de ce travail.

Liste des abréviations

A.F.C. : Analyse factorielle des correspondances

ANOVA : Analyse de la Variance

F.A.O. : Food and Agriculture Organization

I.T.C.M.I. : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

N.P.K. : Azote, Phosphore et Potassium

Liste des figures

Figure 1. Caractères morphologiques d'un puceron (Turpeau et al., 2011)	5
Figure 2. Différents types d'antennes chez les pucerons (Leclant, 1999).....	6
Figure 3. Diverses formes des sinus frontaux des pucerons (Leclant, 1999).....	7
Figure 4. Diverses formes des pattes et d'ailes de pucerons (Leclant, 1999)	8
Figure 5. Cycle biologique de type monoecique (Leclant, 1999 modifié).....	10
Figure 6. Cycle biologique des pucerons, type holocyclique dioecique	11
Figure 7. Colonie des pucerons (Original)	12
Figure 8. Parcelle de la pomme de terre (Original)	18
Figure 9. Cycle végétatif de la pomme de terre (Rosselle et al., 1996)	19
Figure 10. Production mondiale de la pomme de terre (2015- 2021) (F.A.O., 2023).....	20
Figure 11. Superficie de la production mondiale de la pomme de terre	20
Figure 12. Production nationale de la pomme de terre (2015- 2021).....	21
Figure 13. Superficie de la production de pomme de terre en Algérie (2015- 2021)	22
Figure 14. Cycle végétatif du poivron (Original).....	28
Figure 15. Production mondiale du poivron (2015- 2021) (F.A.O., 2023).....	29
Figure 16. Superficie mondiale dédiée aux cultures des poivrons (2015- 2021).....	30
Figure 17. Production Locale du poivron (2015-2021) (F.A.O., 2023).....	31
Figure 18. Superficie dédiée à la production de poivron en Algérie (2015-2021).....	31
Figure 19. Position géographique de la région d'étude I.T.C.M.I. de Staoueli	36
Figure 20. Sites expérimentaux (Original)	37
Figure 21. Emplacement des pièges au niveau de la serre de poivron (Original).....	40
Figure 22. Abondance relative des ordres recensés dans la parcelle.....	48
Figure 23. Abondance relative des ordres inventoriés dans la parcelle	49
Figure 24. Abondance relative des familles regroupées par ordres notés dans la parcelle de pomme de terre en 2021	51

Figure 25. Abondance relative des familles regroupées par ordres taxonomiques sur pomme de terre en 2022	53
Figure 26. Richesse spécifique dans la parcelle de pomme de terre	55
Figure 27. Indice de diversité de Shannon sur la pomme de terre	56
Figure 28. Indice d'Equitabilité sur la pomme de terre	57
Figure 29. Abondance relative des statuts trophiques des insectes capturés.....	58
Figure 30. Abondance relative des insectes capturés dans la parcelle de pomme de terre selon leurs statuts trophiques et le cycle végétatif en 2021	59
Figure 31. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et le cycle végétatif de la pomme de terre en 2022	60
Figure 32. Évolution des populations des insectes capturés	62
Figure 33. Évolution des populations des insectes capturés	63
Figure 34. Abondance relatives des ordres taxonomiques de ravageurs phytophages capturés dans la parcelle de pomme de terre	64
Figure 35. Abondance relative des tribus et genres des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2021	67
Figure 36. Abondance relative des tribus et genres des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2022	67
Figure 37. Évolution de la population des aphides capturés	68
Figure 38. Évolution de la population des aphides capturés	69
Figure 39. Abondance relative des ordres notés dans la serre de poivron en 2021.....	72
Figure 40. Abondance relative des ordres notés dans la serre de poivron en 2022.....	73
Figure 41. Abondance relative des familles regroupées par ordres sur poivron en 2021	75
Figure 42. Abondance relative des familles regroupées par ordres sur poivron en 2022	77
Figure 43. Richesse spécifique sur le poivron sous serre.....	79
Figure 44. Indice de diversité de Shannon sur poivron sous serre.....	80
Figure 45. Indice d'Equitabilité sur poivron sous serre.....	80
Figure 46. Abondance relative des statuts trophiques des insectes.....	81
Figure 47. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2021.....	83

Figure 48. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2022.....	84
Figure 49. Évolution des populations des insectes capturés dans la serre de poivron en 2021	86
Figure 50. Évolution des populations des insectes capturés dans la serre de poivron en 2022	88
Figure 51. Abondance relatives des ordres des ravageurs phytophages	89
Figure 52. Abondance relative des Tribus et les Genres des aphides recensés sur le poivron sous abri serre en 2021	92
Figure 53. Abondance relative des Tribus et les Genres des aphides capturés dans la serre de poivron en 2022.....	92
Figure 54. Évolution de la population des aphides capturés dans la serre de poivron en 2021	93
Figure 55. Évolution de la population des aphides capturés dans la serre de poivron en 2022	94
Figure 56. Répartition des familles d'insectes capturés dans les deux cultures	97
Figure 58. <i>Aphis craccivora</i> (Original)	99
Figure 59. <i>Aphis fabae</i> (Original)	100
Figure 60. <i>Aphis Frangulae</i> (Original)	101
Figure 61. <i>Aphis gossypii</i> (Original)	102
Figure 62. <i>Aphis nasturtii</i> (Original).....	103
Figure 63. <i>Aulacorthum solani</i> (Original).....	104
Figure 64. <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Original).....	105
Figure 65. <i>Rhopalosiphum padi</i> (Original)	106
Figure 66. <i>Brachycaudus cardui</i> (Original)	107
Figure 67. <i>Brachycaudus helichrysi</i> (Original).....	108
Figure 68. <i>Brevicoryne Brassicae</i> (Original)	109
Figure 69. <i>Hyperomyzus Lactuacae</i> (Original)	110
Figure 70. <i>Lipaphis erysimi</i> (Original).....	111
Figure 71. <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Original)	112
Figure 72. <i>Goura viciae</i> (Original).....	113
Figure 73. <i>Myzus persicae</i> (Original).....	114
Figure 74. <i>Ureleucon sonchi</i> (Original)	115

Figure 75. <i>Wahlgreniella nervata</i> (Original)	116
Figure 57. <i>Acyrtosiphum pisum</i> (Original).....	117
Figure 76. <i>Sipha maydis</i> (Original)	118
Figure 77. Adulte d' <i>Aphidius matricariae</i> (Gr × 40)(Original).....	119
Figure 78. Adulte d' <i>Aphidius ervi</i> (Gr × 40)(Original)	120
Figure 79. Adulte de <i>Diaeretiella rapae</i> (Gr × 40)(Original)	121
Figure 80. Adulte de <i>Lysiphlebus</i> (Gr × 40)(Original).....	121
Figure 81. Adulte de <i>Praon volucre</i> (Gr × 40)(Original).....	122
Figure 82. Adulte <i>Aphedrus plagiator</i> (Gr × 40)(Original).....	122

Liste des tableaux

Tableau 1. Synthèse des besoins en eau de la pomme de terre	23
Tableau 2. Exigences en éléments nutritifs de la pomme de terre	24
Tableau 3. Synthèse des maladies cryptogamiques de la pomme de terre.....	25
Tableau 4. Synthèse sur les maladies bactériennes de la pomme de terre	25
Tableau 5. Maladies virales de la pomme de terre	26
Tableau 6. Principaux ravageurs de la pomme de terre	26
Tableau 7. Besoin de poivron et de piment en eaux	32
Tableau 8. Synthèse des maladies et des bio-agresseurs de poivron	34
Tableau 9. Températures moyennes en (°C.) de la région de Staoueli (2021-2022)	37
Tableau 10. Test des moyennes des richesses.....	54
Tableau 11. Aphidofaune recensée dans les parcelles de pomme de terre	65
Tableau 12. Prédateurs des pucerons capturés dans les parcelles de pomme de terre	70
Tableau 13. Parasitoïdes des pucerons capturés dans les parcelles de pomme de terre.....	71
Tableau 14. Test de moyen des richesses.....	78
Tableau 15. Aphidofaune recensée sur le poivron	90
Tableau 16. Prédateurs des pucerons capturés dans la serre de poivron.....	95
Tableau 17. Parasitoïdes des pucerons capturés dans la serre de poivron	96
Tableau 18. Pourcentage de Contribution des cultures selon les axes factorielles	96

Liste des annexes

Annexe 1. Diversité entomologique répertoriée dans la parcelle de pomme de terre en 2021.....	153
Annexe 2. Diversité entomologique répertoriée dans la parcelle de pomme de terre en 2022.....	157
Annexe 3. Diversité entomologique répertoriée sur le poivron sous serre en 2021	159
Annexe 4. Diversité entomologique répertoriée sur le poivron sous serre en 2022	162

Table de matières

Dédicaces

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Introduction 1

PARTIE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. Synthèse bibliographique sur les aphides

1. Position systématique des aphides	5
2. Critères morphologiques d'identification	5
2.1. Tête	6
2.2. Thorax	7
2.3. Abdomen	8
3. Comportement biologique	8
3.1. Stade de développement	8
3.2. Cycle de développement	9
3.2.1. Holocycliques	9
3.2.2. Anholocyclique	11
3.3. Comportement alimentaire	11
4. Dégâts des pucerons	12
4.1. Dégâts directs	12
4.1.1. Détournement de sève	12
4.1.2. Sécrétions salivaires	12
4.1.3. Altérations morphologiques	13

4.2. Dégâts indirects.....	13
4.2.1. Transmission des phytovirus.....	13
4.2.2. Sécrétion du miellat.....	13
5. Lutte contre les aphides.....	14
5.1. Lutte préventive.....	14
5.2. Lutte curative.....	15
5.2.1. Lutte biologique.....	15
5.2.2. Lutte chimique.....	16
6. Résistance des pucerons aux insecticides.....	16
Chapitre II. Synthèse bibliographique sur les plantes hôtes	
I. Pomme de terre <i>Solanum tuberosum esculentum</i> Linné, 1753	
1. Caractéristiques botaniques de la pomme de terre.....	17
1.1. Système racinaire.....	17
1.2. Système aérien.....	17
2. Cycle végétatif.....	18
3. Importance économique.....	19
3.1. Dans le monde.....	19
3.2. En Algérie.....	21
4. Exigences de la pomme de terre.....	22
4.1. Exigences édaphiques.....	22
4.2. Exigences climatiques.....	22
4.3. Exigences nutritionnelles.....	23
4.3.1. Eau.....	23
4.3.2. Eléments nutritifs.....	23
5. Maladies et bio-agresseurs de la pomme de terre.....	24
5.1. Maladies cryptogamiques.....	24
5.2. Maladies bactériennes.....	25

5.3. Maladies virales	25
5.4. Bio-agresseurs	26
II. Poivron <i>Capsicum annum</i> Linné, 1753	
1. Caractéristiques botaniques du poivron	27
1.1. Système racinaire	27
1.2. Système aérien	27
2. Cycle végétatif du poivron	28
3. Importance économique	29
3.1. Dans le monde.....	29
3.2. En Algérie	30
4. Exigences du poivron	32
4.1. Exigences édaphiques	32
4.2. Exigences climatiques.....	32
4.3. Exigences nutritionnelles	32
4.3.1. Eau.....	32
4.3.2. Eléments nutritifs	33
5. Maladies et bio-agresseurs de poivron	33
PARTIE II. EXPERIMENTALE	
Chapitre III. Matériel & Méthodes	
I. Choix de la station.....	36
II. Étude de l'entomophone et la bioécologie des aphides.....	37
1. Modèle biologique végétal	37
1.1. Préparation du sol et la plantation.....	38
1.2. Suivi des cultures	38
1.2.1. Irrigation.....	38
1.2.2. Fertilisation.....	38
1.2.3. Entretien de la culture	39

2. Méthodes d'échantillonnage appliquées sur terrain.....	39
2.1. Pièges colorées (Assiettes jaunes)	39
2.2. Pots Barber	41
3. Méthodes appliquées au laboratoire	42
3.1. Identification des espèces capturées	42
3.1.1. Montage et identification des aphides	42
3.1.2. Montage et identification des parasitoïdes hyménoptères.....	43
4. Exploitation des résultats	43
4.1. Indices écologiques de composition	43
4.1.1. Richesse totale et moyenne	44
4.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives (A.R. %)	44
4.2. Indices écologiques de structure.....	45
4.2.1. Indice de diversité de Shannon.....	45
4.2.2. Equitabilité	45
4.3. Méthodes statistiques	46
4.3.1. Analyse factorielle des correspondances.....	46

Chapitre IV. Résultats et discussion

A. Étude de l'entomofaune associées et la bioécologie des aphides	47
I. Cas de la pomme de terre	47
1. Diversité entomofaunistique	47
2. Indices écologiques	47
2.1. Abondance relative	47
2.1.1. Abondance relative des ordres taxonomiques	47
2.1.2. Abondance relative des familles appartenant aux ordres les plus abondants.....	49
2.2. Richesse spécifique (S)	54
2.3. Indice de diversité de Shannon (H')	55
2.4. Indice d'équitabilité	56

3. Statut trophique	57
4. Relation statut trophique - stade phénologique de la pomme de terre	58
5. Évolution des espèces capturées selon les stades phénologiques de la pomme de terre.....	61
6. Analyse de la population des ravageurs	64
7. Bioécologie des Aphides	65
7.1. Analyse de la population d'aphides	65
7.2. Abondance relative des tribus et genres d'aphides capturés	65
7.3. Évolution de la population d'aphides capturés.....	68
7.4. Entomofaune utile	70
7.4.1. Prédateurs	70
7.4.2. Parasitoïdes Hymenoptera	70
II. Cas de Poivron	72
1. Diversité entomofaunistique	72
2. Indices écologiques	72
2.1. Abondance relative	72
2.1.1. Abondance relative des ordres taxonomiques	72
2.1.2. Abondance relative des familles appartenant aux ordres les plus abondants.....	73
2.2. La richesse spécifique (S)	78
2.3. Indice de diversité de Shannon (H')	79
2.4. Indice d'équitabilité (E)	80
3. Statut trophique	81
4. Relation Statut trophique - stade phénologique de poivron	81
5. Évolution des espèces capturées selon les stades phénologiques de poivron	85
6. Analyse de la population des ravageurs	88
7. Bioécologie des Aphides	89
7.1. Analyse de la population des aphides	89
7.2. Abondance relative des tribus et genres d'aphides capturés	90

7.3. Évolution de la population d'aphides capturées	93
7.4. Entomofaune utile	95
7.4.1. Prédateurs	95
7.4.2. Parasitoides Hyménoptera	95
III. Analyse factorielle des correspondances	96
B. Systématique	98
I. Systématique des Aphididae.....	98
1. Tribu Aphidini.....	98
2. Tribu Macrosiphini.....	107
3. Tribu Atheroidini.....	118
II. Parasites primaires	119
Discussion	123
Références bibliographiques	141
Résumé	165
Article	

Introduction

The word 'Introduction' is written in a black, handwritten-style font. To the left of the 'I' is a green aphid. To the right of the 'o' is another green aphid. To the right of the 'n' is a red ladybug with black spots. The insects are positioned as if they are interacting with or surrounding the text. A thin black horizontal line is located below the text.

Les cultures maraîchères occupent une place importante dans l'économie du pays pour le consommateur et le producteur. Elles constituent une des priorités des politiques et programmes de production agricole. En effet, les légumes sont des produits à haute valeur nutritive et commerciale et contribuent à l'amélioration de la ration et de l'équilibre alimentaire des les cultures maraichères ont connu une évolution appréciable sur le plan des superficies plantées, des rendements enregistrés mais aussi des variations de production. De 2000 à 2019, la superficie plantée a presque doublé passant de 27 493 000 ha à 53 319 000 ha. Toutefois, l'évolution est beaucoup plus importante sur le plan de la production que celui spatiale. En effet, la production est passée de 3,8 millions de tonnes en 2000 à 14,7 millions de tonnes en 2019 (**F.A.O., 2019**). La politique agricole menée en Algérie a permis la mise en place d'un environnement favorable pour l'investissement agricole surtout en agriculture saharienne en développant la filière d'irrigation, les équipements agricoles et le stockage sous froids, qui ont participé à l'amélioration des rendements (**Oumata et al., 2008; Cemali et Benazzouz, 2019; Salhi et al., 2021**).

La famille des Solanaceae est riche car elle comprend plus de 85 genres repartis en 4 000 espèces. Elle représente l'une des familles les plus importantes pour les productions potagères et maraîchères, industrielles, ornementales ou à différents autres usages (**Marchou et al., 2008; Lou et al., 2010; Muszynska, 2014**).

En ce qui concerne la pomme de terre, c'est l'une des plus importantes espèces de la famille des Solanacées occupant le quatrième rang après le riz, le maïs et le blé, et l'un des majeurs produits dans la composition de la ration alimentaire et de l'équilibre nutritionnel de l'homme (**Delaplace et Fauconnier, 2004; Nyabyenda, 2005; Pelletier et al., 2011; Amrar, 2013**). La pomme de terre, aliment polyvalent, à apport énergétique important, est considérée comme une source d'amidon et des micronutriments en particulier la Vitamine C, B, le fer, les sels minéraux tel que le Potassium, le Phosphore et le Magnésium, les antioxydants et les fibres alimentaires, essentielles au métabolisme, et aussi sa teneur en protéines (**F.A.O., 2008**). La pomme de terre occupe une place de choix avec une production représentant 1/3 de la production totale des légumes en Algérie (**Salhi et al., 2021**). Sa production a connu une remarquable évolution au cours de ces dernières années. Cet essor de la production est marqué par une amélioration des rendements en 2021 où l'Algérie a connu une production de 3,4 millions de tonnes (**F.A.O., 2023**). La wilaya d'El Oued est devenue le pôle de production de la pomme de terre (**Oumata et al., 2008**).

Derrière ce produit stratégique, nous retrouvons le poivron, le genre *Capsicum* qui comprend une trentaine d'espèces où *C. annuum* est la plus cultivée (**Carrizo-Garcia et al., 2013; Hill et al., 2013**). Originaire de Mésoamérique, la culture s'est répandue dans le reste du monde à partir du milieu du XV^e siècle (**Halikowski, 2015**). Il est aujourd'hui consommé dans de nombreuses régions, cuit, en poudre, séché, en pâte ou utilisé comme plante médicinale. Le poivron se situe parmi les végétaux les mieux pourvus en fibres, carotène, flavonoïdes et contient de divers éléments nutritifs comme en la vitamine A, B et C, ainsi que le Potassium et les sels minéraux (**Erard, 2002**).

La production de poivron a connu une croissance des rendements significative entre 2015 et 2020, avec une production totale d'environ 717659 tonnes, soit une augmentation de 22,4% (**F.A.O., 2023**). La wilaya de Biskra a réussi à s'imposer comme la première wilaya produisant les cultures maraichères sous serre durant toute l'année notamment le poivron (**Salhi et al., 2021**).

Comme toutes les plantes, les facteurs biotiques et abiotiques peuvent nuire aux Solanacées durant leur cycle végétatif, notamment les groupes d'insectes bio-agresseurs, principalement les aleurodes, les thrips, les mineuses et les aphides (**Ryckewaert et Rhino, 2017**). Ces derniers colonisent la plupart des végétaux et constituent l'un des groupes d'insectes les plus nuisibles dans les régions tempérées où ils occasionnent des dégâts directs et indirects remarquables et souvent conséquents (**Dedryver, 2010**). Les pucerons sont des insectes opophages qui se nourrissent essentiellement de sève, ce qui entraîne un affaiblissement des plantes-hôtes, provoquant ainsi un ralentissement de la croissance, une réduction du poids des grains ou de fruits, une mauvaise fructification voire même un avortement des fruits (**Lambert, 2005; Dedryver, 2010**). De plus, la sécrétion du miellat favorise le développement des champignons, notamment la fumagine, qui entraîne également la réduction du taux photosynthétique et de la respiration (**Singh et Singh, 2021**). Plusieurs auteurs dans le monde tels que **Brault et al. (2007)**, **Turpeau et al. (2011)**, **Torres-Quintero et al. (2013)** et **Bosquee et al. (2018)** signalent que les aphides sont des vecteurs de Phytovirus.

Remaudiere et Remaudiere (1997), **Blackman et Eastop (2006)** et **Turpeau et al. (2011)** soulèvent l'importance économique des dégâts causés par les aphides et leur diversité en espèces, soit 4700 espèces décrites dans le monde dont environ 450 espèces identifiées sur des plantes cultivées.

Ainsi, de nombreuses études ont été menées sur l'aphidofaune des cultures maraichères dans le monde. Il s'agit notamment des travaux de **Francis et al. (2003)** en Belgique, de **Lopes et al. (2012)**, de **Lozano et al. (2013)** et de **Bosquée et al. (2014)** en Chine. Il est à citer sur le continent africain, les travaux de **Almouner et al. (2014)** au Mali, de **Sekkat (2015)** au Maroc, de **Tendeng et al. (2017)** au Sénégal et de **Bello et al. (2018)** au Bénin.

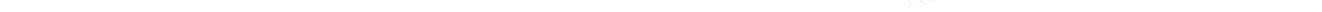
En Algérie, parmi les études réalisées sur la biodiversité des pucerons des cultures maraichères, sont à citer les travaux de **Guenaoui et Ait Chaabane (1991)**, **Laamari et Akkal (2002)**, **Laamari et al. (2010; 2013)**, **Benoufella-Kitous et al. (2014; 2015; 2019)**, **Aroun (2015)**, **Bouabida et al. (2020)**, **Ait Amar et al. (2020; 2021; 2022)**, **Bouabida (2021)**, **Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021)**, **Sadaat (2021)** et **Ait Amar (2022)**.

La présente étude est une approche écosystémologique réalisée par un inventaire de l'entomofaune d'un écosystème agricole, l'un en plein champs et l'autre sous abri serre. Il s'agit d'abord, de comprendre la bio-écologie des insectes plus particulièrement les aphides de deux cultures maraichères, soit la pomme de terre et le poivron. Ceci permettra de mieux comprendre les interactions de l'entomofaune associée à ces cultures, de la phénologie des plantes cultivées prises en considération et de la dynamique des populations d'insectes présents dans le cortège entomofaunistique afin d'aboutir à une gestion durable des agroécosystèmes agricoles.

Ainsi, deux objectifs sont visés à travers cette étude. Il s'agit d'une part de mettre en évidence l'influence des conditions climatiques, du cycle phénologique des plantes cultivées, de la compétition interspécifique des aphides sur les fluctuations des populations de ces derniers.

Le présent travail s'articule autour de deux grandes parties. La première partie est une synthèse bibliographique renfermant deux chapitres à savoir celui des généralités sur les aphides et sur les plantes hôtes (Pomme de terre et poivron). La deuxième partie expérimentale renferme deux chapitres, à savoir matériel et méthodes où les différentes méthodes employées sur le terrain et au laboratoire ainsi que les techniques utilisées pour l'exploitation des résultats sont exposées dans le premier chapitre. Le deuxième chapitre contient les résultats obtenus à savoir l'étude de l'entomofaune associée et la bioécologie des aphides, la systématique des Aphides et de leurs parasitoïdes ainsi que l'essai de lutte contre les Aphides. A la fin de ce chapitre, une discussion de ces résultats avec des travaux antérieurs est intégrée. Une conclusion générale accompagnée de perspectives termine cette étude.

Synthèses bibliographiques



Chapitre I. Synthèse bibliographique sur les aphides

1. Position systématique des aphides

Les aphides appartiennent à la classe des Insectes, à l'ordre des Hémiptères, au sous-ordre des Sternorrhynches et à la famille des Aphididae (Remaudière et al., 1997; Hullé et al., 1999; Turpeau-Ait Ighil et al., 2011; Blackman et Eastop, 2017). Cette famille constitue de loin, la famille la plus importante en espèces et a une grande importance en agriculture en raison des dégâts qu'elles occasionnent lors de leurs fréquentes pullulations (Dajoz, 2010). Elle est d'autant plus redoutable qu'elle regroupe un nombre élevé d'espèces, soit près de 4700 espèces recensées dans le monde, dont environ 450 retrouvées sur des plantes cultivées (Remaudière & Remaudière, 1997 ; Blackman & Eastop, 2000 ; Hulle et al., 2012).

2. Critères morphologiques d'identification

Selon Piffaretti (2012) et Singh et Singh (2021), les pucerons généralement appelés Aphides, constituent un groupe important d'insectes suceurs de sève, infestant une large gamme de plantes hôtes. Ils mesurent entre 0,5 à 8 mm de long. Leur surface peut être brillante, mate ou recouverte d'excrétion cireuse. La cuticule peut être pigmentée ou non (selon le stade de développement ou l'espèce) (Figure 1).

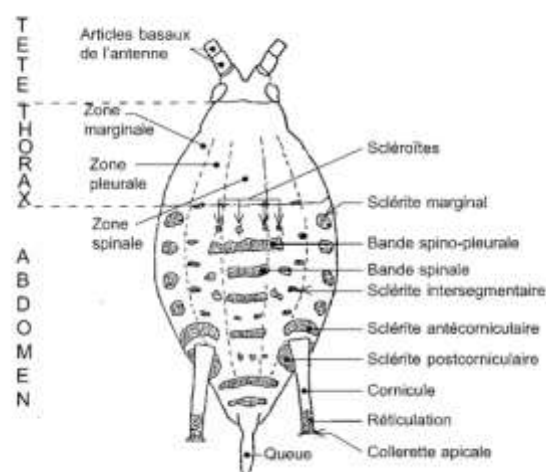


Figure 1. Caractères morphologiques d'un puceron (Turpeau et al., 2011)

2.1. Tête

Les adultes des pucerons ont généralement deux yeux composés volumineux avec à leur base un tubercule oculaire de trois ommatidies. A cela, s'ajoutent également trois ocelles frontaux (**Hulle et al., 1998 ; Turpeau et al., 2011**). D'après **Hulle et al. (1999)**, les pucerons possèdent deux antennes composées de six articles, quelquefois trois, quatre ou cinq dont le dernier comprend une partie plus renflée (**Figure 2**). L'extrémité appelée le fouet est plus fine, souvent plus longue. Ces antennes sont insérées directement sur le front ou sur des protubérances ; appelées tubercules frontaux. Certains articles possèdent des rhinaires (des organes olfactifs). Le nombre et la localisation des rhinaires, la longueur des antennes et la longueur du fouet sont des critères d'identification de l'espèce.

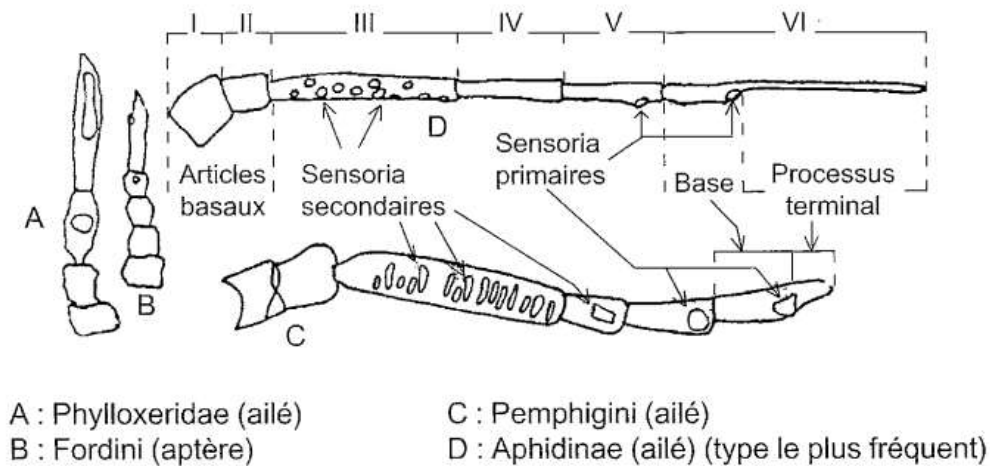


Figure 2. Différents types d'antennes chez les pucerons (**Leclant, 1999**)

Selon **Leclant (1999)**, le sinus frontal est de forme variable, situé entre les points d'insertion des antennes où la partie du vertex présente un critère taxonomique important (**Figure 3**).

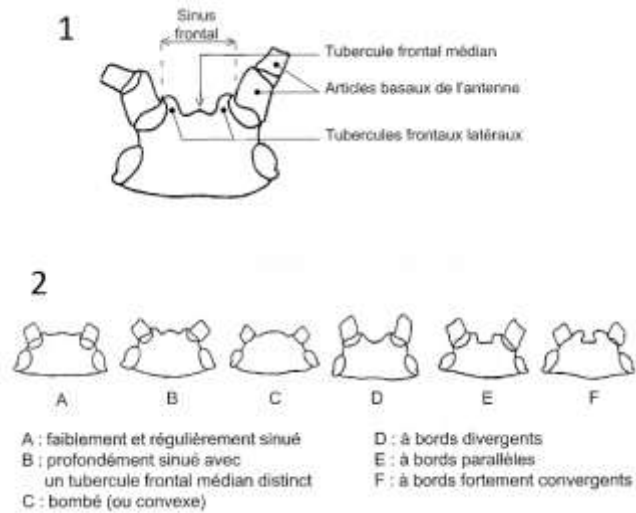


Figure 3. Diverses formes des sinus frontaux des pucerons (**Leclant, 1999**)

Forbes (1969) mentionne que chez les aphides, la face inférieure de la tête possède un rostre segmenté de quatre articles ; il correspond à la lèvre inférieure ; une paire de stylets mandibulaires externes et une paire de stylets maxillaires internes. Placés entre les deux stylets externes, les stylets maxillaires forment deux canaux : un canal alimentaire antérieur et un canal salivaire postérieur.

2.2. Thorax

Il est composé de trois segments (prothorax, mésothorax et métathorax) et porte les trois paires de pattes qui se terminent par des tarsi à deux articles (**Hulle et al., 1998; Turpeau et al., 2011**)(Figure 4).

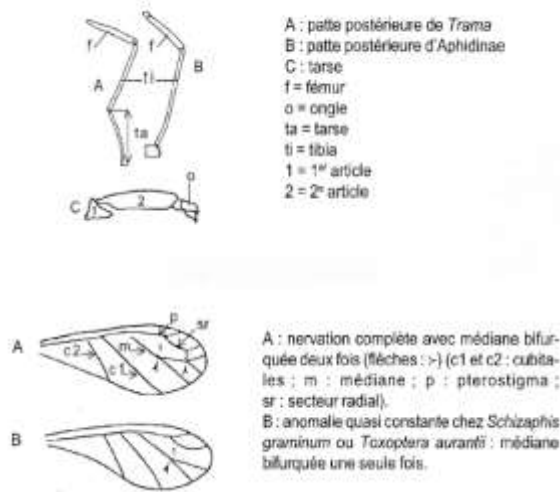


Figure 4. Diverses formes des pattes et d'ailes de pucerons (Leclant, 1999)

2.3. Abdomen

D'après Turpeau et al. (2011), l'abdomen comporte dix segments difficiles à différencier. Le cinquième ou le sixième porte une paire de cornicules dont leur longueur, la forme et la couleur sont variables d'une espèce à une autre. Les aphides secrètent des phéromones d'alarme en cas d'attaque grâce à leurs cornicules.

Selon Gratwick (1992) et Hulle (1999), les pucerons portent aussi sur le dixième segment abdominal une queue appelée cauda ainsi que des taches nommées plaque annale. Ils représentent des critères importants d'identification des espèces.

3. Comportement biologique

3.1. Stade de développement

Les aphides passent par quatre stades larvaires avant d'atteindre le stade adulte qui est soit aptère ou ailé. Le passage par ces stades successifs est effectué en se débarrassant de l'exosquelette par le phénomène de mue (Godin et Boivin, 2002).

Les quatre stades larvaires se distinguent essentiellement par la taille et le développement des

appendices ; nombre d'articles antennaires, cornicules et cauda (**Leclant, 2000**). Chez les futurs ailés, les ébauches alaires n'apparaissent qu'à partir du 3^{ème} stade. La cauda des stades larvaires n'est pas ou peu différenciée de l'abdomen, contrairement au stade adulte où elle est bien individualisée. C'est un critère de reconnaissance des adultes aptères. Du stade larve au stade adulte, il faut huit à dix jours selon les conditions climatiques. Un adulte vit de 10 à 120 jours avec une moyenne de 50 à 60 jours. Il pond entre 40 à 60 larves. Les larves de pucerons ont le même mode de vie que les adultes et provoquent les mêmes types de dégâts (**Turpeau et al., 2011**).

Selon **Leclant (2000)** et **Simon et al. (2010)**, les pucerons sont parmi les rares espèces d'insectes qui peuvent changer leurs modes de reproduction en fonction de la saison. A partir de l'éclosion des œufs d'hiver au printemps jusqu'à la fin d'été, plus d'une douzaine de générations parthénogénétiques peuvent se succéder. Les femelles sont vivipares, donnant naissance directement des femelles génétiquement identiques ; c'est la reproduction asexuée. Une fois par an, au début d'automne, les pucerons donnent naissance à des individus génétiquement identiques mais sexués, des femelles dites ovipares s'accouplent avec les mâles des aphides et les femelles fécondées pondent des œufs d'hiver.

3.2. Cycle de développement

Les pucerons possèdent un cycle de développement variable et complexe. **Leclant (1999)** et **Turpeau et al. (2011)** distinguent deux principaux cycles :

3.2.1. Holocycliques

D'après **Hulle (1999)**, la plupart des pucerons présentent au cours de leur cycle évolutif une génération sexuée, alternant avec une ou plusieurs générations asexuées parthénogénétiques. Au cours de l'année qui, souvent recouvre un cycle évolutif complet, plusieurs générations polymorphes apparaissent. De l'œuf d'hiver naît une fondatrice femelle généralement aptère. Au cours de la période printanière, elle est très féconde et engendre des fondatrices aptères et parfois ailées. Selon les plantes hôtes, on distingue deux types :

☞ **Type monoecique** : **Leclant (1999)** et **Turpeau et al. (2011)** notent que ce type de cycle regroupe les pucerons qui se développent sur la même plante hôte que celui sur lequel la fondatrice a évolué (la première génération après l'éclosion des œufs). Les fondatrigenes ailées peuvent coloniser au cours de vols de dissémination durant l'été d'autres plantes de la même ou d'espèce apparentée sur lesquelles elles donnent naissance à de nouvelles colonies. La dernière génération de la reproduction parthénogénétique est appelée les sexupares, qui donnent naissance à des individus sexués mâles et femelles, ils appartiennent à la saison d'automne, et s'accouplent par la suite pour donner les générations sexuées et les œufs d'hiver. La figure suivante synthétise les différents stades de cycle holocyclie monoecique.



Figure 5. Cycle biologique de type monoecique (**Leclant, 1999 modifié**)

☞ **Type dioecique** : C'est le cas des fondatrigenes qui ne peuvent pas accomplir tout leur cycle de développement sur la même plante hôte où elles sont nées ou sur les plantes d'espèces voisines ou apparentées (**Leclant, 1999 ; Turpeau et al., 2011**). Elles migrent donc vers des espèces végétales différentes. Les individus vivant sur l'hôte secondaire (le deuxième type de plante colonisée) sont appelés virginogènes et sont aptères ou ailés. Ces derniers donnent naissance à des sexupares et souvent des mâles ailés. Par la suite, les sexupares à leur tour donneront naissance à des individus sexués.

La **figure 6** illustre les deux types de cycle holocyclique dioecique.

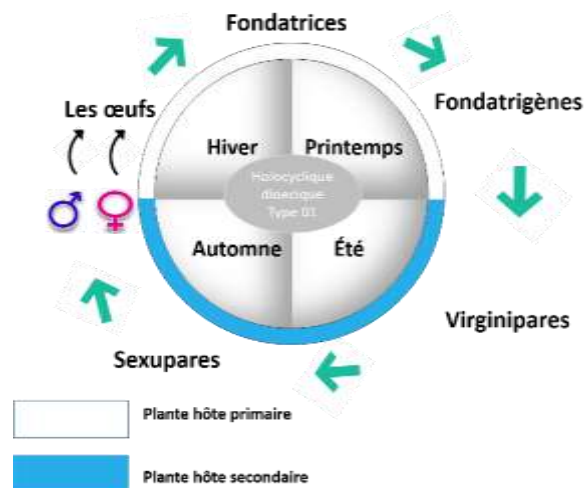


Figure 6. Cycle biologique des pucerons, type holocyclique dioecique
(Leclant, 1999 modifié)

3.2.2. Anholocyclique

Ce type de cycle est incomplet. Les pucerons abandonnent la phase sexuée, perdent la possibilité de s'accoupler et se reproduisent donc pendant toute l'année par parthénogenèse (Leclant, 1999).

3.3. Comportement alimentaire

Les pucerons colonisent les parties aériennes et sub-aériennes des plantes. Les colonies de pucerons se retrouvent sur la face inférieure des feuilles, sur les jeunes pousses et les bourgeons terminaux (Singh et Singh, 2021) (Figure 7). Ils ont des pièces buccales de type piqueur-suceur qui leur permettent de se nourrir du phloème de la plante (Goggin et al., 2012). Guerrieri et Digilio (2008) notent que les pucerons insèrent leur stylet dans l'épiderme des cellules végétales et injectent de la salive par le canal salivaire pour dissoudre la sève, tant dis que le canal alimentaire permet d'absorber la sève dissoute.



Figure 7. Colonie des pucerons (**Original**)

4. Dégâts des pucerons

4.1. Dégâts directs

Les pucerons possèdent un appareil buccal piqueur et se nourrissent de la sève élaborée des plantes. Les dégâts sont en fonction du nombre d'aphides présents, de leur stade, de la durée de leur présence et de la sensibilité de la plante hôte.

4.1.1. Détournement de sève

Dedryver (2007) a indiqué que l'effet du détournement des quantités de sève élaborée au profit des pucerons se manifeste selon le stade phénologique de la plante au moment où les pucerons s'y multiplient. Ceci va se traduire par une moindre croissance, une mauvaise fructification, production de grains ou des fruits plus petits ou bosselés. Lorsque les colonies des aphides sont très nombreuses cela provoque un dessèchement précoce des organes.

4.1.2. Sécrétions salivaires

Dedryver (2007) et **Turpeau al. (2011)** confirment que lorsque les pucerons effectuent une piqûre alimentaire, ils injectent deux types de salives : l'une liquide et l'autre plus visqueuse dans les tissus de la plante. Elles contiennent des composés chimiques qui interagissent avec les cellules végétales, ce qui entraîne des perturbations dans le processus de

multiplication cellulaire et des proliférations de tissus végétaux. Ces dernières provoquent des déformations, décoloration foliaire ou dessèchement de jeunes pousses.

4.1.3. Altérations morphologiques

La production de gales résulte d'une prolifération anormale et d'une expansion des cellules des tissus vasculaires. De plus, les chloroses et les nécroses sont apparues (**Goggin et al., 2002**). Finalement, l'activité de succion et le prélèvement de sève entraînent un manque de vigueur de la plante, une réduction de sa croissance pouvant entraîner sa mort et une réduction significative du rendement à la récolte (**Singh et Singh, 2021**).

4.2. Dégâts indirects

4.2.1. Transmission des phytovirus

Les pucerons, en se déplaçant d'une plante à une autre, créent des contacts indirects entre des végétaux distants. Ainsi, les virus exploitent cette caractéristique puisqu'ils sont incapables de se déplacer d'un hôte à une autre de façon autonome et utilisent l'action itinérante pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

Les phytovirus inoculés par les pucerons circulent dans les vaisseaux conducteurs de la sève. En se multipliant, les cellules végétales réagissent en produisant la callose qui en durcissant (bouche) les vaisseaux du phloème, ce qui empêche la circulation de la sève, d'où l'accumulation de l'amidon dans les feuilles (**Brault et al., 2007; Turpeau et al., 2011**). Il en résulte la réduction de poids du végétal et sa teneur en chlorophylle, un mauvais remplissage et la déformation du grain et des fruits ainsi qu'une faible croissance racinaire.

4.2.2. Sécrétion du miellat

Le miellat rejeté recouvre les stomates ce qui cause des dérèglements des processus physiologiques comme la respiration cellulaire, la transpiration et la photosynthèse (**Goggin et al., 2002**). En outre, le miellat permet le développement de la fumagine, un

champignon de couleur noirâtre (*Capnodium* sp.) qui se développe sur les feuilles et entraîne également la réduction du taux photosynthétique, de la respiration et réduit ainsi la valeur commerciale des fruits ou des légumes atteints (**Rose et al., 1997; Hulle et al., 1998; Singh et Singh, 2021**).

5. Lutte contre les aphides

Selon **Leclant (1999)** et **Dedryver (2007)**, la différence de relation entre la taille des populations de pucerons et leur nuisibilité est selon qu'il s'agisse de dégâts directs qui sont proportionnels à la population de puceron, ou qu'il s'agisse de dégâts indirects (dégâts viraux) essentiellement en fonction du nombre de plantes infestées par les pucerons et beaucoup moins de nombre de pucerons sur la plante. Ce qui différencie la méthode de lutte qui sera utilisée.

Dans le premier cas, on cherche à protéger les stades sensibles de la plante, en empêchant les populations d'atteindre le seuil d'intervention. Dans le second cas, on s'attèlera à limiter au maximum l'introduction de virus dans une parcelle indemne par les pucerons ailés qui y atterrissent, puis leur dissémination par des pucerons ailés qui y atterrissent.

5.1. Lutte préventive

D'après **Lambert (2005)**, la lutte préventive contre les pucerons consiste à gérer l'environnement avant la mise en place de la culture. Elle vise à créer des conditions limitant l'intensité de la colonisation des aphides. Elle regroupe l'ensemble des travaux d'entretien des champs et des serres, essentiellement le labour, le désherbage dans le but de supprimer les foyers réservoirs des aphides pour réduire les risques. De préférence, ces pratiques culturales se réalisent avant le printemps.

Selon **Vincent et al. (2000)**, en modifiant la date de semis soit par un semi retardé ou précoce, cela permettra d'échapper à une phase d'attaque des aphides. Ainsi, les pucerons colonisateurs peuvent être détournés de la culture à protéger en leur proposant une plante hôte alternative plus attrayante. Cette stratégie est plus efficace si la plante piège est un hôte de mauvaise qualité pour le développement des populations des pucerons (**Plantegenest et al., 2007**). **Hulle et al.**

(2012) signalent que le choix variétal est un facteur important dans le cadre de la lutte contre les maladies virales transmises par les espèces de pucerons. Ce procédé consiste à rechercher des variétés résistantes et tolérantes aux attaques des pucerons.

5.2. Lutte curative

5.2.1. Lutte biologique

Sullivan (2008) signale que la lutte biologique se base sur l'utilisation des ennemis naturels des aphides afin de réduire leurs seuils d'attaques, soit en introduisant des espèces ou en favorisant la multiplication et la propagation de ces ennemis naturels. Selon **Turpeau et al. (2011)**, les antagonistes naturels des pucerons sont essentiellement des insectes. **Dixon (2000)** et **Michels et Burd (2007)** signalent que les larves et les adultes des coccinelles sont prédateurs par excellence des pucerons. **Sadeghi et Gilbert (2000)** affirment que les larves de la famille des Syrphidae (Diptères) ont un régime alimentaire aphidiphage, **Sahraoui (2017)** note qu'en Algérie, il existe environ 24 espèces prédatrices des coccinelles.

Les Hyménoptères parasitoïdes des pucerons appartiennent principalement à la famille des Braconidae et des Aphelinidae (**Mackauer et Starý, 1967**). Selon **Sadaat et al. (2019)**, les espèces des parasitoïdes les plus répandues sont *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae* ...

Il existe aussi des agents entomopathogènes qui peuvent être utilisés dans le cadre de la lutte biologique contre les pucerons.

Il faut noter aussi que, certaines substances naturelles agissent en tant que bioinsecticide telles que les endotoxines Cry, insecticides produits par la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt), qui ont toutefois montré une faible efficacité contre les pucerons (**Chougule et al., 2013**). En revanche, l'efficacité aphicide de certaines neurotoxines de scorpions et d'araignées a été démontrée dans la gestion des pucerons (**Chougule et Bonning, 2012**).

5.2.2.Lutte chimique

Dedryver (2007) mentionne qu'avant la guerre mondiale, le seul produit utilisé contre les pucerons est la nicotine vendue sous forme de sulfate qui agit par contact mais qui est très toxique. Mais après la guerre, plusieurs produits sont apparus sur les marchés mondiaux (les organophosphorés, carbamates, pyréthrinoides) et depuis plus d'une vingtaine d'années, les produits chimiques systémiques sont apparus et développés principalement les chloronicotiniles.

6. Résistance des pucerons aux insecticides

Vanlerberghe et al. (2007) notent que la résistance aux insecticides a plusieurs types de mécanismes Les plus fréquents sont d'origine physiologique et surtout biochimique :

- ☞ L'augmentation de l'activité enzymatique des systèmes de séquestration et de détoxification des insectes ; puisque les insecticides lorsqu'ils pénètrent les aphides, perturbent le fonctionnement de protéines et d'enzymes cibles au niveau cellulaire.
- ☞ Modifications soit des enzymes d'Acétylcholinestérase (AChE); dans le cas où les insecticides organophosphorés agissent sur le système nerveux dont ils inhibent l'activation de AChE, ou canal Na⁺, située sur la membrane plasmique des cellules nerveuses en ce qui concerne les produits chimiques qui se fixent sur eux et perturbent la transmission nerveuse, ceci provoque *knock down* qui se traduit par une paralysie et la mort, ou la modification des récepteurs de l'acide gamma-aminobutyrique (GABA) .

Cette résistance se manifeste par la capacité d'une population d'insectes à survivre à l'exposition d'un insecticide.

Vanlerberghe et al. (2007) conseillent aussi que pour une meilleure gestion de la résistance des aphides aux insecticides, il faut appliquer une lutte chimique raisonnée sur des seuils d'intervention et d'utiliser en alternance ou en mosaïque des produits sélectifs ayant des structures et des modes d'action différents.

Chapitre II. Synthèse bibliographique sur les plantes hôtes

I. Pomme de terre *Solanum tuberosum esculentum* Linné, 1753

En 1596, le botaniste suisse Gaspard Bauhin a été le premier à décrire la pomme de terre dans le domaine de la botanique, il l'a classé dans le genre *Solanum* et l'a nommé *Solanum tuberosum esculentum*. C'est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, originaire d'Amérique du Sud (Huaman, 1986 ; Hawkes, 1990; Rousselle et al., 1996).

1. Caractéristiques botaniques de la pomme de terre

1.1. Système racinaire

La partie souterraine de la plante revêt une importance primordiale, car il contient les tubercules ; les fruits. Le tubercule de la pomme de terre n'est pas une portion de racine, par contre c'est une tige souterraine, il est constitué de courts entre-nœuds tapissés, porte des bourgeons situés dans de petites dépressions, ces bourgeons se développant ensuite pour donner naissance aux germes et aux futures tiges aériennes. (Rousselle et al., 1996 ; Soltner, 2016).

1.2. Système aérien

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges de type herbacées dressées qui portent des feuilles composées (Rousselle et al., 1992). Les inflorescences sont des cimes axillaires, les fleurs sont autogames, ce qui signifie qu'elles ne contiennent pas de nectar. Généralement les fleurs sont souvent stériles, la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (Rousselle et al., 1992; Soltner, 2016)(Figure 8).



Figure 8. Parcelle de la pomme de terre (**Original**)

2. Cycle végétatif

Le cycle de croissance de la pomme de terre est relativement court, s'étendant sur une période de trois à quatre mois selon la variété et les conditions climatiques (Martin, 2004). Il comprend plusieurs phases principales, à savoir la germination, la levée, la tubérisation, le grossissement des tubercules, l'arrêt de la croissance et la sénescence (Rosselle et al., 1996; Strui, 2007; Mappa, 2010)(Figure 9).

Pendant la germination, les bourgeons issus du tubercule mère s'allongent lentement et se ramifient latéralement, ce qui entraîne une perte progressive de la dominance apicale. La plante dépend des réserves présentes dans le tubercule mère pendant la germination. A la levée, Les bourgeons continuent à croître au-dessus du sol, se transformant en tiges feuillées, ce qui permet à la plante de devenir autotrophe. Les bourgeons situés en-dessous du sol donnent naissance à des stolons et à des racines. Pendant la tubérisation, les stolons arrêtent de s'allonger et forment de petits renflements à leurs extrémités, qui correspondent aux débuts des tubercules. Au grossissement des tubercules, les cellules des tubercules augmentent de volume et accumulent de l'eau et de l'amidon dans leur cytoplasme. La croissance aérienne de la plante diminue progressivement pendant le grossissement des tubercules. Au cours de la phase de l'arrêt de croissance, les parties aériennes de la plante cessent de croître, tandis que le grossissement des

tubercules se poursuit. La sénescence est la phase finale du cycle de développement de la pomme de terre. Elle se caractérise par le jaunissement progressif des feuilles, qui commence à la base de la plante et remonte vers le haut, donc un dessèchement complet de la partie aérienne de la plante ainsi que de l'achèvement du grossissement des tubercules. Ces derniers entrent en période de dormance. Ils ne peuvent germer qu'après une évolution physiologique interne, marquant ainsi le début d'un nouveau cycle végétatif.

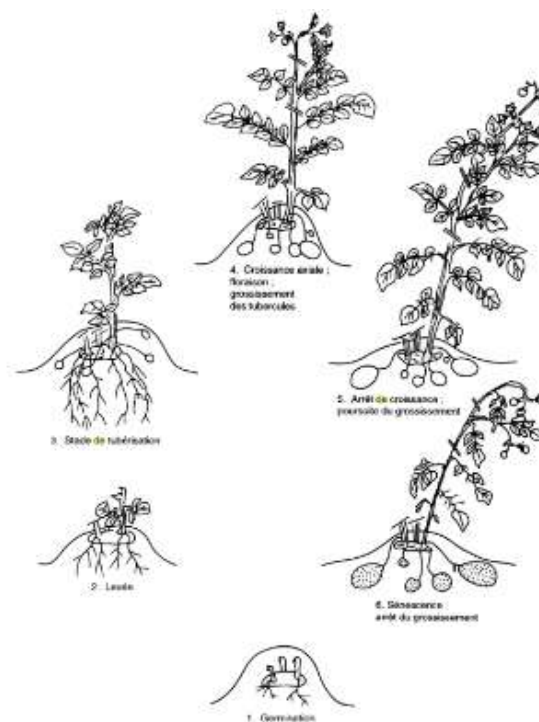


Figure 9. Cycle végétatif de la pomme de terre (Rosselle et al., 1996)

3. Importance économique

3.1. Dans le monde

Selon les données de la **F.A.O. (2023)**, la production mondiale de pommes de terre a connu une croissance remarquable entre 2015 et 2021. Cependant, en 2016, une chute brutale de la production a été enregistrée, entraînant une baisse jusqu'au 354 millions de tonnes. Par la suite, on observe une augmentation de 5,7% du rendement mondial vers la fin de l'année 2021 (**Figure 10**). La production de pommes de terre occupe une place significative dans l'agriculture mondiale, étant donné qu'elle est cultivée dans de nombreux pays à travers le monde. Les

principaux pays producteurs de pommes de terre sont la Chine, l'Inde, la Russie, les États-Unis et l'Allemagne.

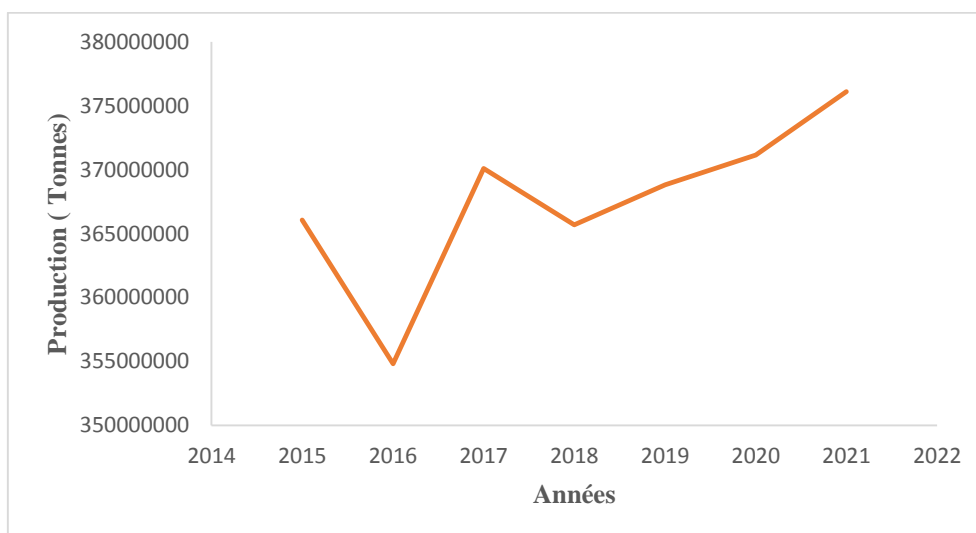


Figure 10. Production mondiale de la pomme de terre (2015- 2021) (F.A.O., 2023)

De 2015 jusqu'au 2019, la superficie de la production de pomme de terre se diminue de 8,75%, les deux ans suivants une augmentation remarquable d'ordre de 9,10 % de la superficie de production de cette culture (Figure 11).

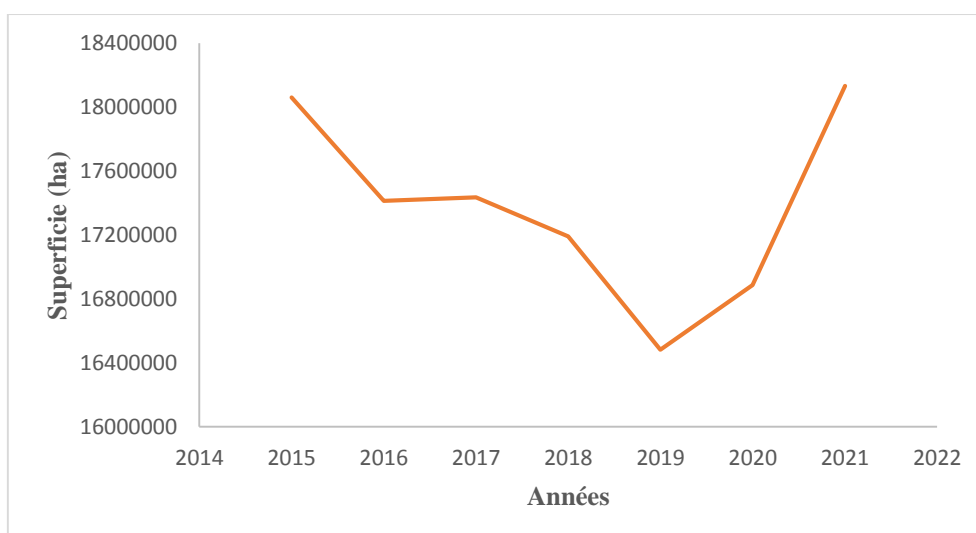


Figure 11. Superficie de la production mondiale de la pomme de terre (2015-2021) (F.A.O., 2023)

3.2. En Algérie

D'après les données de la **F.A.O. (2023)**, la production de pommes de terre a connu des fluctuations d'une année à l'autre entre 2015 et 2021, montrant une absence de stabilité. En 2019, la production de la pomme de terre a atteint un niveau maximale soit 5 millions de tonne, par contre, la production a reconnu une chute en 2018 (3,6millions tonnes), et en 2021 (3,4 millions de tonnes) (**Figure 12**).La pomme de terre est l'un des principaux légumes-racines cultivés dans en Algérie en raison de sa popularité et de sa polyvalence culinaire. Cependant, cette production a été influencée par divers facteurs tels que les conditions météorologiques, les maladies affectant la culture et les fluctuations des prix des intrants agricoles.

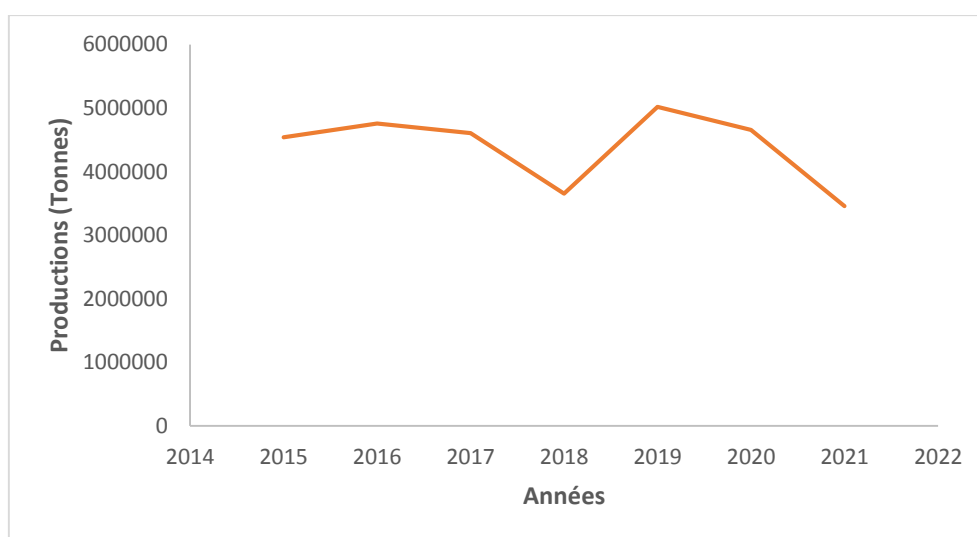


Figure 12. Production nationale de la pomme de terre (2015- 2021)

(**F.A.O., 2023**)

En outre, la culture de la pomme de terre a connu une instabilité de sa superficie cultivée, avec une diminution notable, en particulier en 2019, la superficie cultivée était de 157 864 hectares, ce qui correspond à une production maximale cette année -là. Cependant, en 2021, la superficie cultivée a atteint son minimum, tout comme la production (**Figure 13**).

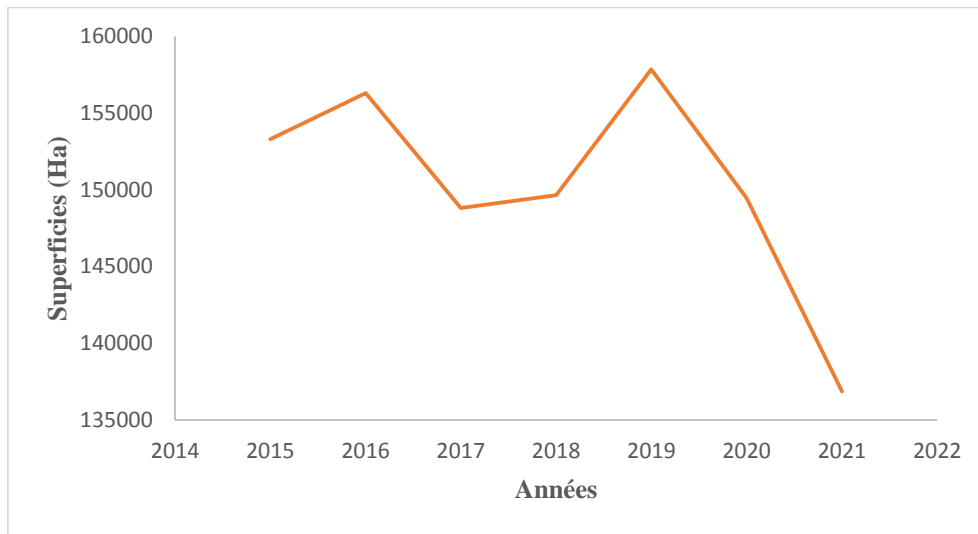


Figure 13. Superficie de la production de pomme de terre en Algérie (2015- 2021)
(F.A.O., 2023)

4. Exigences de la pomme de terre

4.1. Exigences édaphiques

La pomme de terre est une culture peu exigeante en termes de type de sol. Elle peut être cultivée dans différents types de sols, qu'ils ne soient pas trop pierreux et à condition qu'ils bénéficient d'une irrigation adéquate. Cependant, les sols profonds, fertiles et bien drainés, tels que les sols sablonneux ou sablo-limoneux, permettent des rendements optimaux pour la pomme de terre, un pH neutre, légèrement acide du sol favorise également le développement parfait et sain des tubercules de pomme de terre (Polese, 2006).

4.2. Exigences climatiques

La température est un facteur déterminant de type de croissance de la pomme de terre, les hautes températures stimulent la croissance des tiges, ce qui réduit la taille des tubercules, en revanche, les basses températures favorisent davantage la croissance des tubercules. La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules sont d'environ de 18°C. le

jour et 12°C. la nuit. Les jours courts ont effet positif sur la formation de tubercules (**Rousselle et al., 1996**).

4.3. Exigences nutritionnelles

4.3.1.Eau

Selon les expériences de l' **I.T.C.M.I. (2015)**, les besoin en eaux de la pomme de terre varie en fonction de son stade végétatif et de la période de la plantation (**Tableau 1**). Une irrigation adéquate assure une croissance saine et de qualité des tubercules. Au début de cycle végétatif de la plante, la consommation en eaux est faible, cependant au cours de la formation des tubercules, les besoins en eau sont très élevés afin de maintenir une humidité optimale dans le sol, favorisant le développement des tubercules, lors de la maturation (après 50 à 60 jours à compter de la date de plantation), les besoins en eaux est très minimes.

Tableau 1. Synthèse des besoins en eau de la pomme de terre

Type de culture	Besoin en eaux
Culture de la saison	4 000 à 5 000 m ³ /Ha
Culture arrière-saison	3 000 à 4 000 m ³ /Ha
Culture de primeur	2 000 à 3 000 m ³ /Ha

I.T.C.M.I. (2015)

4.3.2.Eléments nutritifs

La pomme de terre nécessite des apports nutritifs équilibrés pour assurer une croissance et un rendement optimal. Notamment l'azote qui joue un rôle crucial dans le développement et la production des protéines et de l'amidon, il favorise la formation et la croissance des tubercules. En plus de l'azote, la culture de la pomme de terre requiert des quantités adéquates de phosphore et de potassium. La plante a besoin de calcium, de magnésium et de soufre pour maintenir sa santé (**Rousselle et al., 1996**)(**Tableau 2**).

Tableau 2. Exigences en éléments nutritifs de la pomme de terre

Types d'éléments nutritifs	Éléments nutritifs	Quantités (kg/ha)
Éléments majeurs	Azote	3 – 4
	Acide phosphorique	0,8 – 1,7
	Potassium	4,1- 8,5
Éléments secondaires	Magnésium	15 – 30
	Calcium	40 – 50
	Soufre	10 – 25
Oligo-éléments	Fer	0,1
	Cuivre	0,06
	Zinc	0,08 – 0,15
	Manganèse	0,05
	Bor	0,08 – 0,12

I.T.C.M.I. (2015)

Selon **I.T.C.M.I. (2015)**, il est conseillé d'utiliser des fumiers organiques de bovins ou de moutons (environ 15 à 20 tonnes par hectare) ou des fientes de volaille (15 à 20 tonnes par hectare) lors de la plantation de la pomme de terre. Pendant le cycle de croissance de la plante, des engrais minéraux sont également utilisés, avec des quantités recommandées et des apports équilibrés d'environ 80 à 100 unités d'azote, 100 à 120 unités de phosphore et 200 à 240 unités de potassium par hectare.

5. Maladies et bio-agresseurs de la pomme de terre

5.1. Maladies cryptogamiques

Les maladies fongiques représentent l'un des principaux défis auxquels la production de la pomme de terre est confrontée. Ces maladies sont causées par différents types de champignons qui attaquent les différentes parties de la plante, entraînant des pertes

importantes de rendement et de qualité (Christine, 2000 ; Soltner, 2016 ; Platt, 2008) (Tableau 3).

Tableau 3. Synthèse des maladies cryptogamiques de la pomme de terre

Maladies	Agent causal
Les gales	<i>Spongospora subterranea</i> (Wallr.) <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.)
Alternariose	<i>Alternaria solani</i> Sorauer
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>
Oïdium	<i>Golovinomyces cichoracearum</i>
Pourriture sèche	<i>Fusarium</i> sp.
Rhizoctone brun	<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn

5.2. Maladies bactériennes

Selon Latour et al. (2006) et Hingrat et al. (2012), les maladies bactériennes de la pomme de terre sont des problèmes graves qui peuvent entraîner d'importantes pertes de récolte. Plusieurs types de bactéries peuvent infecter les plantes de pommes de terre et causer des maladies (Tableau 4).

Tableau 4. Synthèse sur les maladies bactériennes de la pomme de terre

Maladies	Agent causal
Jambe noire, pourriture molle	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>Atrosepticum</i>
Flétrissement bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i>
Pourriture annulaire	<i>Clavibacter michiganensis</i>
Gale commune	<i>Streptomyces scabiei</i>

5.3. Maladies virales

Selon Soltner (2016) les maladies virales constituent une menace majeure pour la culture de la pomme de terre. Plusieurs virus peuvent infecter les plants de pomme de terre,

entraînant des pertes de rendement considérables et des dommages économiques importants (Tableau 5).

Tableau 5. Maladies virales de la pomme de terre

Maladies	Agent causal	Vecteurs
Potato leafroll virus	PLRV	
Potato virus Y et A	PVY ^O et PVA	
Potato virus X	PVX	
Potato virus M	PVM	

5.4. Bio-agresseurs

Selon Christine (2000), Dahlin (2019), Vaerenbergh et Jonghe (2022), les nématodes et les insectes peuvent causer des dommages importants aux cultures de pommes de terre (Tableau 6).

Tableau 6. Principaux ravageurs de la pomme de terre

Classe	Ravageur	Agent causal
Nématodes	Nématode à kyste	<i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber)
		<i>Globodera pallida</i> (Stone) Mulvey & Stone
	Nématode à galles	<i>Meloidogyne chitwoodi</i> Goldenet <i>al.</i> , 1980
		<i>M. incognita</i> (Kofoid & White, 1919)
		<i>M. javanica</i> (Treub, 1885) Chitwood, 1949
Nématodes des racines	<i>Pratylenchus penetrans</i> (Cobb, 1917)	
Insectes	Chrysomilidae	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>
		<i>Epitrix cucumeris</i>
	Cicadelidae	<i>Empoasca fabae</i>
	Lépidoptère	<i>Phthorimaea operculella</i>
	Aphididae	<i>Aphis nasturtii</i>

II. Poivron *Capsicum annuum* Linné, 1753

Le poivron *Capsicum annuum* est une espèce de la famille des Solanaceae. C'est un piment à gros fruits à chair épaisse, à une saveur douce et parfumée, il est exempt de capsaïcine qui donne aux aliments leur goût piquant (Segnou et al., 2012; Fernando et al., 2016; Eric et al., 2020). C'est une plante annuelle vivace présente sur tous les continents, originaire d'Amérique du sud et centrale. Introduite en Europe à la fin de 15^{ème} siècle puis s'est diffusée dans le monde entier, de l'Afrique à l'Océanie et à l'Asie. C'est une culture très rentable mais très sensible à l'attaque de nombreux ravageurs.

1. Caractéristiques botaniques du poivron

1.1. Système racinaire

Le système racinaire est relativement superficiel et dense, s'enfonce dans le sol à une profondeur de 30 à 60 cm avec une distribution hétérogène pour la croissance horizontale des racines, atteignant 30 à 50 cm de part et d'autre du pivot (Erard, 2002 ; Pèron, 2006).

1.2. Système aérien

Il se caractérise par une tige ligneuse à la base et monopodiale puis sympodiale, après l'émission de 8 à 12 feuilles, le méristème apical se transforme en bouton floral (Pèron, 2006). Le poivron a des feuilles simples pétiolées, de forme lancéolée, limbe à un bord lisse ou légèrement dentelé, d'une couleur verte brillante (Erard, 2002). Selon Pèron (2006), les fleurs de poivron sont solitaires à des corolles blanchâtres soudées à la base. Elles sont formées de cinq pétales. L'androcée est représenté souvent avec cinq étamines libres et la déhiscence longitudinale, le gynécée est à 3 ou 4 loges carpellaires à placentation. D'après Erard (2002), le poivron porte des fruits sous forme de baies constitué d'un péricarpe charnu et d'un placenta superficiel auquel sont implantées les graines qui sont plates, lisses et petites, riches en huile. La forme, la couleur et la taille de fruit change avec la maturation et aussi selon les variétés.

2. Cycle végétatif du poivron

Selon **Kolev (1976)** et **I.T.C.M.I. (2022)**, le cycle végétatif du poivron ou *Capsicum annuum*, est une séquence de phases de développement qui permet à la plante de croître, de fleurir et de produire des fruits. Tout commence par la germination des graines de poivron (**Stade 0**), qui nécessitent des conditions de chaleur et d'humidité pour éclore. Une fois que les graines ont germé, les plantules émergent de terre et commencent à développer leurs premières feuilles (**Stade 1**).

Au fur et à mesure que la plante de poivron grandit, elle entre dans une phase végétative où elle développe un système racinaire robuste et produit de nouvelles feuilles et des branches. Cette phase est cruciale pour la croissance de la plante, car elle lui permet d'absorber les nutriments du sol et de se renforcer structurellement (**Stade 2**).

Cependant après 28 jours de deuxième stade, le poivron passe à la phase de floraison. De petites fleurs jaunes ou blanches apparaissent à l'aisselle des feuilles et nécessitent une pollinisation pour se transformer en fruits (**Stade 3**).

Alors que les fruits se développent, ils subissent un processus de maturation. La période de maturation varie, mais elle peut durer de plusieurs semaines à quelques mois. Le cycle végétatif du poivron se termine avec la récolte des fruits, mais il est important de noter que certaines variétés peuvent continuer à produire des fruits pendant une longue période (**Figure 14**).



Figure 14. Cycle végétatif du poivron (**Original**)

3. Importance économique

3.1. Dans le monde

La production de poivrons à travers le monde fluctue en fonction des conditions climatiques propres à chaque région et des préférences culinaires des pays. Selon les données de la **F.A.O. (2023)**, les poivrons sont cultivés dans diverses régions du globe, telles que l'Europe, l'Amérique du Nord, l'Amérique centrale, l'Asie et l'Afrique. Parmi les principaux pays producteurs de poivrons, on retrouve la Chine, l'Inde, le Mexique, la Turquie, l'Espagne et les États-Unis.

La production mondiale de poivron durant 2015 jusqu'à 2021 a connu une croissance remarquable, avec une augmentation de 8% sur une période de sept ans afin de répondre aux besoins de consommateurs (**Figure 15**).

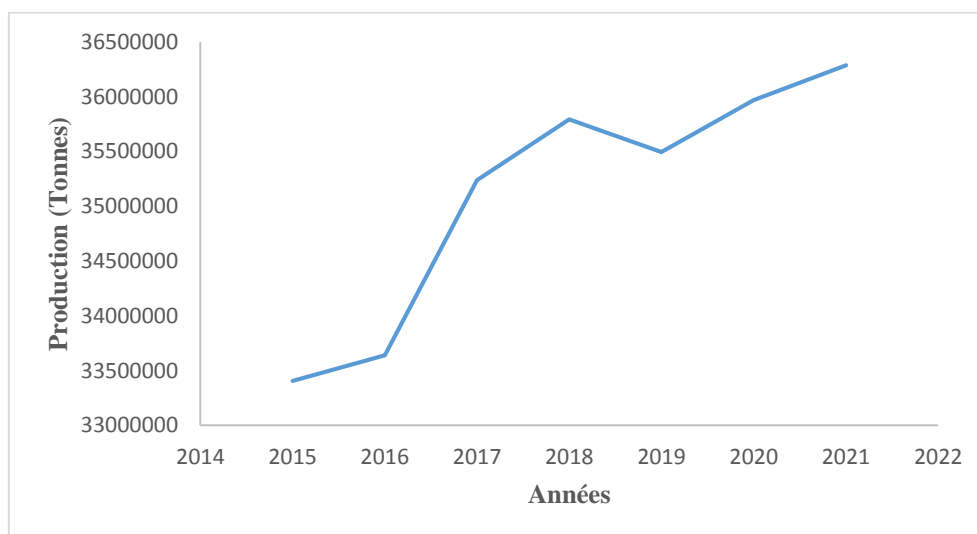


Figure 15. Production mondiale du poivron (2015- 2021) (**F.A.O., 2023**)

La superficie dédiée à cette culture durant ces sept ans a également augmenté à fin de 2021 soit une augmentation de la superficie d'ordre de 165 094 ha ; un taux de 8% d'augmentation. En 2019, la superficie de cette culture est diminuée à cause de l'état sanitaire (COVID-19) (**Figure 16**). En raison de la demande intensive, de plus, l'améliorations techniques et des méthodes de culture plus efficaces ont également permis d'augmenter les rendements, et la gestion adéquate des ennemis naturelles de la culture.

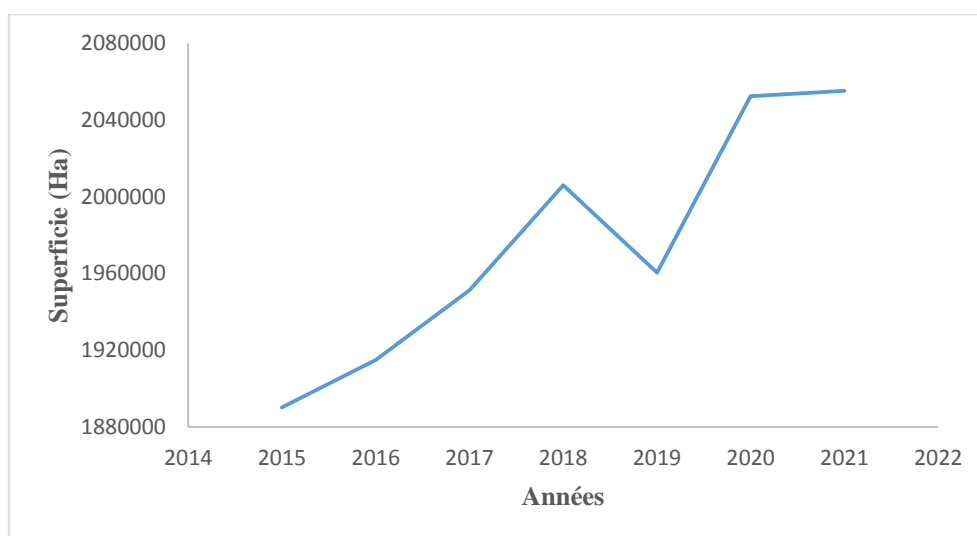


Figure 16. Superficie mondiale dédiée aux cultures des poivrons (2015- 2021)
(F.A.O., 2023)

3.2. En Algérie

En Algérie, le climat méditerranéen offre des conditions favorables à la culture des poivrons. Les agriculteurs algériens exploitent diverses techniques pour cultiver le poivron, allant de la culture en plein champ à la culture sous serre. La méthode de culture sous serre permet un meilleur contrôle des paramètres environnementaux tels que la température et l'humidité, ce qui peut entraîner une augmentation du rendement et de la qualité des poivrons. De plus, les poivrons peuvent être cultivés tout au long de l'année grâce à cette méthode (Salhi et al., 2021).

Selon les données de la F.A.O. (2023), la production de poivrons a connu une croissance significative de rendement entre 2015 et 2020, avec une augmentation totale d'environ 717 659 tonnes, soit une augmentation de 22,35%. Cependant, en 2021, une baisse importante de la production a été observée, la production atteignant 351 832 tonnes, soit une diminution équivalente à 51% de la production nationale de l'année 2020 (Figure 17).

La diminution de la production de poivron en Algérie peut être liée à la réduction de la superficie dédiée à cette culture, ainsi qu'aux conditions météorologiques défavorables, notamment une pluviométrie insuffisante due à des périodes de sécheresse 2021.

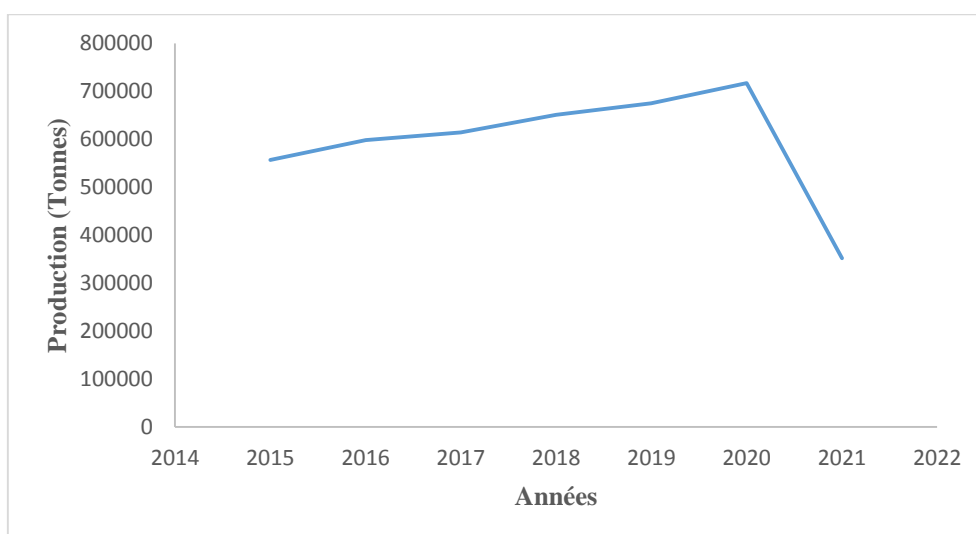


Figure 17. Production Locale du poivron (2015-2021) (F.A.O., 2023)

La superficie réservée à la production du poivron a reconnu une diminution remarquable durant 2015 allant au 2021, soit 51,4% de diminution des superficies réservées à la culture de poivron de l'année 2015 (**Figure 18**). Cela est dû la maîtrise des agriculteurs les techniques culturelles et de production de poivron comme la fertilisation et la gestion des bio-agresseurs, aussi influencé par le changement des politiques agricoles, soit certains agriculteurs se tournant davantage vers l'arboriculture au détriment du maraîchage.

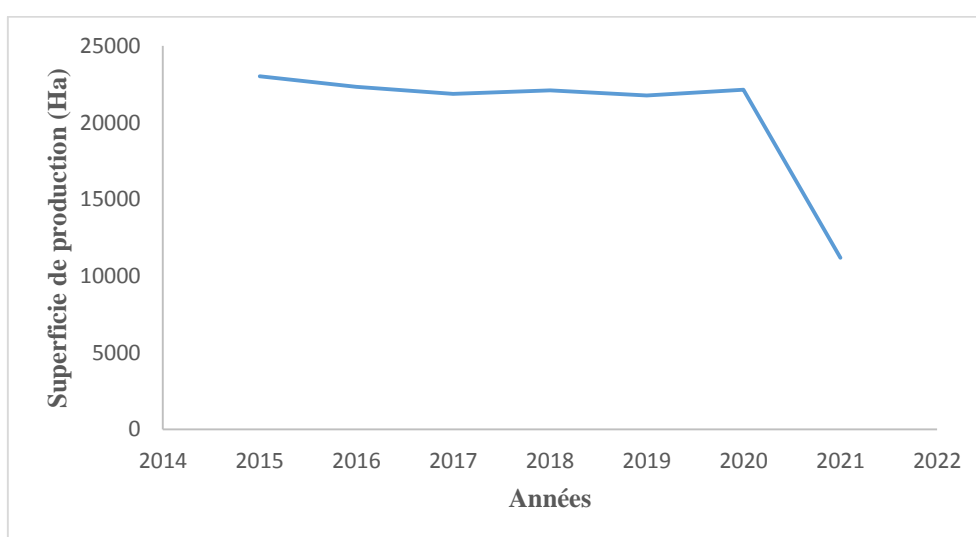


Figure 18. Superficie dédiée à la production de poivron en Algérie (2015-2021) (F.A.O., 2023)

4. Exigences du poivron

4.1. Exigences édaphiques

Selon **Erard (2002)**, **Pèron (2002)**, **Elattir et al. (2003)** et **I.T.C.M.I. (2015)**, le poivron représente des exigences plus particulières que les autres espèces de la famille des solanacées. Les sols les plus favorables pour cette culture sont ceux qui présentent une texture légère, une profondeur suffisante et une richesse en matières organiques. Ces sols doivent également être souples, bien aérés et bien drainés, favorisant ainsi une bonne rétention en eau pour la plante. De plus, il convient de noter que le poivron n'est pas sensible à un pH acide.

4.2. Exigences climatiques

Le poivron est une espèce thermophile, plus exigeant en température, des températures moyennes inférieures à 18°C. contrarient la croissance de la plante. La température optimale de la germination se situe entre 25 et 28°C. (Levée en 8/10 jours). Les premières phases du développement de la plante de poivron sont très lentes (**Guet, 2005**).

I.T.C.M.I. (2015) signale que poivron, les plantes sont exigeantes à la lumière, elle influence sur le stade végétatif de la plante surtout la floraison.

4.3. Exigences nutritionnelles

4.3.1. Eau

Selon **I.T.C.M.I. (2015)**, les besoins de poivron en eau dépendent des variétés, et selon me stade végétatif (**Tableau 7**).

Tableau 7. Besoin de poivron et de piment en eaux

Stade végétatif	Fréquence des irrigations		Observations
	Sol léger	Sol lourd	

De la plantation à la floraison de 1 ^{ère} fourchette	5 à 6 jours	7 à 8 jours	Cette phase de développement correspond à une faible consommation d'eau
Floraison grossissement des fruits	3 à 4 jours	3 à 4 jours	Irrigation régulière et abondante consommation d'eau maximum
Maturation	3 à 4 jours	3 à 4 jours	Irrigation régulière

I.T.C.M.I. (2015)

4.3.2.Eléments nutritifs

Selon **I.T.C.M.I. (2015)**, la quantité d'engrais apportée au poivron dépend de plusieurs facteurs, tels que le type de sol, les conditions climatiques mais aussi la variété cultivée et les pratiques culturelles spécifiques. En général, les poivrons sont des plantes gourmandes en éléments nutritifs, et ils bénéficient d'une alimentation régulière en engrais pour favoriser une croissance saine et une production abondante, on admet que une production de 50 à 70 tonnes de poivron de requiert environ de 200 unités d'Azote, 200 unités de Phosphore, 300 Potasse et 75 unités de Magnésium. Il est recommandé de commencer par une application d'engrais équilibré au moment de la plantation, puis de fournir des suppléments d'engrais toutes les deux à trois semaines pendant la saison de croissance. Un équilibre approprié dans la quantité d'engrais apportée au poivron est crucial pour soutenir sa croissance vigoureuse et maximiser la production de fruits de haute qualité.

5. Maladies et bio-agresseurs de poivron

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux maladies et aux bio-agresseurs du poivron. Il s'agit notamment des travaux de **Brino et al. (2001)**, **I.T.C.M.I. (2015)**, **Sadaat et al. (2019)** et **kheddami et al. (2022)**. Le **tableau 8** représente une synthèse des maladies et des bio-agresseurs de poivrons signalé.

Tableau 8.Synthèse des maladies et des bio-agresseurs de poivron

Maladies Fongiques		
Maladies	Agent causal	Symptômes
Mildiou	<i>Phytophthora Capsici</i> L.	Il se manifeste par des taches brunes sur les tiges et les feuilles.
Oidium	<i>Leveillula taurica</i>	Il se présente par feutrage blanc sur les feuilles
Ercosporiose	<i>Cercospora capsici</i>	Taches arrondies, ocelles blancs crème, bordes de brun rouge sur les feuilles.
Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Flétrissement des feuilles, brunissement des vaisseaux et pourriture des racines.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Il se manifeste par les petites taches noir, est entouré parfois d'un halo jaune provoque le dessèchement des feuilles, elle provoque sur les fruits des taches noires bien déterminées
Anthracnose	<i>Colletotrichum capsici</i>	Il est caractérisé par des larges nécroses sèches, grises à brun clair sur les fruits
La Pourriture grise	<i>Botrytis Cinerea</i>	Les fruits atteints se recouvrent d'une moisissure grise
Maladies bactériennes		
Flétrissement bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Elle provoque un flétrissement irréversible, d'abord unilatérale puis généralisés, et le brunissement des vaisseaux et des tissus contigus, chancre ouverts sur les pétioles.
Moucheture bactérienne	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv <i>Vesicatoria</i>	Apparition de petites formations véreuses sur les feuilles et les fruits.
Chancre bactérien	<i>Corynebacterium michiganense</i>	Se un flétrissement sans jaunissement, suivi d'un dessèchement rapide.
Galle bactérienne	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	Apparition des pustules noires, il peut aboutir à un jaunissement généralisé puis à un dessèchement des feuilles. Les symptômes sur fruits sont des plages noires craquelées
Ravageurs		
Acariens	<i>Tetranychus urticae</i> <i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Ils provoquent un jaunissement et le dessèchement des feuilles. Montrent de petites lésions mouchetées.
Nématodes	Nématodes à galles	La chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la senescence précoce et la chute de rendements
Insectes	Thrips	Les feuilles se deviennent argentées ou nacrées. Peut causer la cicatrisation et la déformation des fruits, la transmission du virus
	Aleurodes	Une maturité précoce et une coloration régulière des fruits de poivron. Chlorose, jaunisse des feuilles et dessèchement. Déformation des fruits.
	Pucerons	Arrêt de croissance avec déformation et recroquevillement des feuilles, Le miellat sécrété favorise le développement du champignon de la fumagine

Partie



Expérimentale



Chapitre III. Matériel & Méthodes

I. Choix de la station

Pour la présente étude, la station choisie est l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielle (I.T.C.M.I.) de Staoueli. Elle est située sur la vaste plaine du Sahel algérois ($36^{\circ}45'21''\text{N}$; $2^{\circ}53'25''\text{E}$) de la wilaya d'Alger, à une altitude de 36 m (Google earth, 2023) (Figure 19).

La station d'étude appartient à la région de la Mitidja qui se caractérise par un hiver humide, un été sec et chaud. Le site est entouré de forêts domaniales (Forêt de Bouchaoui, Forêt de Sidi fredj) et repose sur un sol argilo-argileux à pH neutre et à faible teneur en matière organique (0,57%), avec un calcaire total de 2,25% (I.T.C.M.I., 2022).

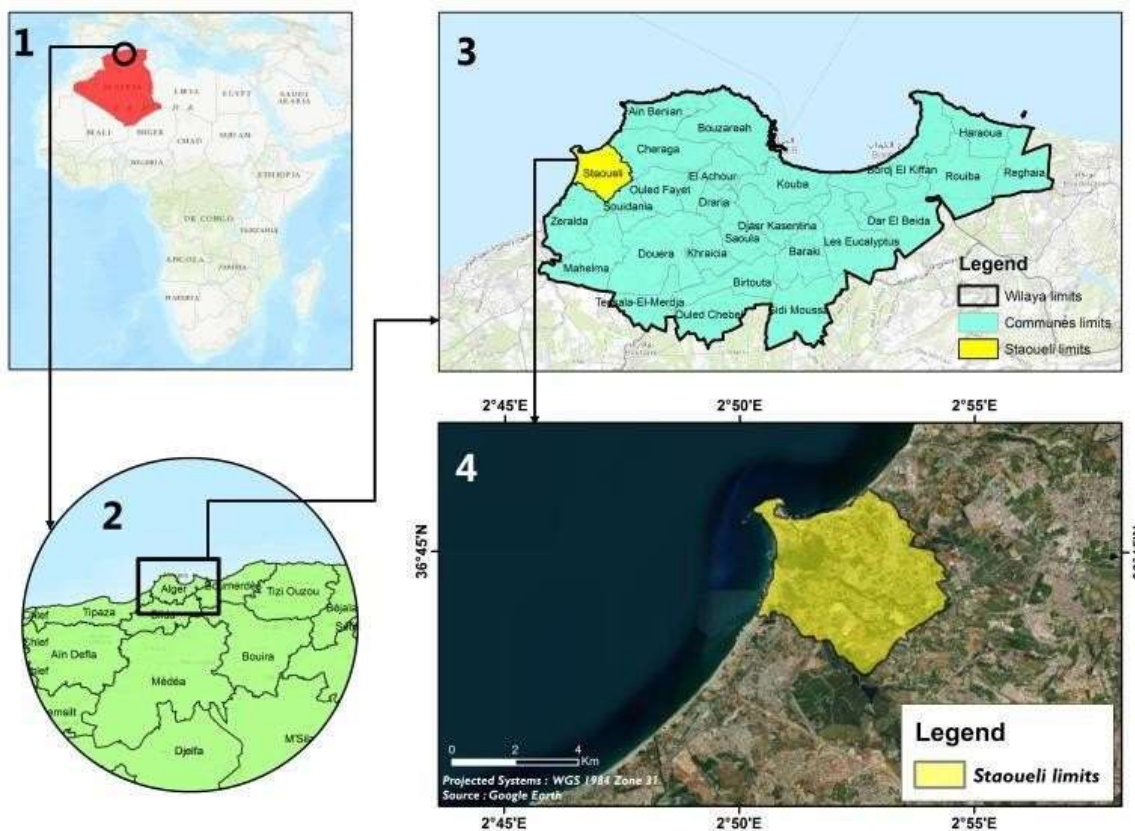


Figure 19. Position géographique de la région d'étude I.T.C.M.I. de Staoueli (Google earth, 2023, modifié)

Au cours de l'étude effectuée durant les deux ans (2021-2022), les températures de la région d'étude sont relevées pour chaque mois au cours des deux ans (2021-2022)(Tutiempo, 2023)(Tableau 9).

Tableau 9. Températures moyennes en (°C.) de la région de Staoueli (2021-2022)

Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy. Annuelle
2021	15,2	17,1	15,6	18,0	20,4	23,6	26,5	26,9	26,3	21,7	16,7	15,7	20,3
2022	13,1	15,0	16,6	17,0	21,5	24,9	26,1	27,3	26,8	24,5	19,9	18,6	20,9

(Tutiempo, 2023)

II. Étude de l'entomophone et la bioécologie des aphides

1. Modèle biologique végétal

Les deux modèles biologiques végétaux choisis sont le poivron et la pomme de terre (**Figure 20**). La mise en place de ces cultures a suivi plusieurs étapes, en 2021 une superficie de 350 m² est cultivée par la pomme de terre tandis qu'en 2022, elle s'est étendue à 500 m², la superficie de la serre plantée en 2021 est de 250 m² et 500 m² en 2022.



Figure 20. Sites expérimentaux (Original)

A. Champs de pomme de terre B. Serre de poivron

1.1. Préparation du sol et la plantation

La profondeur du travail de sol est comprise entre 25 à 30 cm, puis le sol est nivelé à l'aide de cover-crop. Le poivron est installé sous une serre, les billons sont confectionnés avant la plantation dans le sens de la longueur de la serre, avec un espacement de 1 m entre chacun. Chaque billon à un système d'irrigation goutte à goutte installé dessus, et ils sont ensuite recouverts de plastique d'aménagement paysager.

La variété utilisée est **Estefan**, et les plants repiqués ont entre 5 et 6 feuilles, lors de la plantation les plants sont placés avec un espacement de 0,40 m. Par contre la pomme de terre est installée en plain champs, la distance entre les billons est de 1m, et entre les tubercules c'est 0,30 m. La variété utilisée est **Spunta**.

1.2. Suivi des cultures

1.2.1.Irrigation

Les températures et les besoins des cultures sont les principaux éléments qui déterminent les doses d'irrigation pour assurer une humidité quotidienne du sol. Généralement, de la plantation jusqu'à la floraison de la première fourchette ; qui correspond à une phase de développement relativement peu consommatrice d'eau, l'irrigation est appliquée tous les 5 à 6 jours. Le processus d'arrosage, a lieu tous les 3 à 4 jours tout au long de la croissance et de la maturation du fruit. Cette phase correspond à une irrigation régulière ; des ajustements doivent être opérés en cas de fortes chaleurs.

1.2.2.Fertilisation

Le premier apport d'engrais N.P.K. (20 : 20 : 20) est réalisé 20 jours après la plantation. Par la suite, 5 apports ont été réalisés espacés d'une durée de 15 jours. La quantité d'engrais est calculée en fonction de la superficie. Plus tard, des apports d'engrais d'urée et de potasse (UP) sont effectués, tandis que la quantité de potasse est double de l'urée lors de la floraison. Par contre, lors de la fructification, la quantité de l'urée est double de la potasse. Les engrais sont injectés par la voie d'irrigation.

1.2.3. Entretien de la culture

Il faut supprimer tous les bourgeons axillaires jusqu'à la première ramification afin de favoriser la vigueur du plant et augmenter la précocité des fruits de poivron. Le binage des pieds des plants et le désherbage régulier permet une bonne croissance et empêche les maladies et l'installation des ravageurs.

2. Méthodes d'échantillonnage appliquées sur terrain

Sur le terrain, il est d'abord procédé à l'installation de deux types de pièges utilisés afin d'étudier de l'entomofaune et de la bio-écologie des aphides dans deux unités agricoles (une serre de poivron et une parcelle de pomme de terre).

2.1. Pièges colorés (Assiettes jaunes)

Selon **Lamotte et Bourliere (1969)** et **Villiers (1977)**, les assiettes jaunes sont de petits récipients en matière plastique, de couleur jaune citron, qui joue un rôle attractif pour les insectes volants. Ces pièges contiennent de l'eau mélangée avec un savon liquide ayant le rôle de mouillant en empêchant l'envol des insectes capturés. **Matile (1993)**, note que les échantillons capturés doivent être récupérés au moins une fois par semaine et les conserver dans l'éthanol 70%.

Lors de la présente étude, 6 assiettes jaunes sont installées dans les billons de la culture (**Figure 21**). Après 48h, le contenu des assiettes est versé dans une passoire pour éliminer d'eau. Puis on récupère les espèces capturées et on les conserve dans les piluliers étiquetés contenant de l'éthanol 70%.



Figure 21. Emplacement des pièges au niveau de la serre de poivron (**Original**)

✎ **Avantages de la technique**

Les insectes capturés restent submergés et immobiles dans l'eau. Il est facile de les cueillir ultérieurement, ayant des tailles variables (**Villiers, 1977**). Selon **Lamotte et Bourlière (1969)**, **Matile (1993)** et **Leraut (2003)**, les assiettes jaunes sont efficaces pour la captures des insectes héliophiles et floricoles. Cette technique est moins couteuse, puisqu'elle est en matière plastique et par ailleurs c'est un outil d'une grande utilité qui permet d'effectuer des échantillonnages entomologiques en bons états à des biotopes différents (**Lamotte et Bourlière, 1969 ; Benkhelil, 1992**).

✎ **Inconvénients de la méthode**

Selon **Lamotte et Bourlière (1969)**, l'efficacité des assiettes jaunes est limitée car elles dépendent de facteurs climatiques qui affectent la présence et l'activité des insectes, tels que la température, l'humidité relative et la vitesse du vent. Il est déconseillé d'utiliser la technique pendant une période turbulente. Plusieurs auteurs notent également que la distance maximale à laquelle les insectes peuvent être capturés est comprise entre 30 et 40 cm. De plus, **Villiers (1977)** indique que si les pièges sont placés durant une longue durée sur le terrain, les espèces capturés peuvent se détériorer.

2.2. Pots Barber

Le piège consiste à des pots métalliques cylindriques, d'un diamètre allant de 10 à 11,5 cm de profondeur. Selon **Benkhelil (1992)**, ce type de piège est utilisé pour capturer les arthropodes rampant au ras du sol et de différentes tailles. Les pièges placés verticalement dans le sol, de manière à ce que l'ouverture du récipient soit au-niveau du sol. La terre environnante étant tassée tout autour, pour éliminer l'effet barrière pour les petites espèces et placer une pierre plate au-dessus du pot enterré, surélevée grâce à trois petites pierres disposées en triangle équilatéral.

Dans le cadre la présente étude, 6 pots Barber sont mis en place dans les billons de la culture (**Figure 21**). Après 48h, le contenu est versé sur une passoire et on récupère les espèces capturées pour les conserver par la suite dans les piluliers étiquetés contenant de l'éthanol 70%.

☞ **Avantage des pots Barber**

Selon **Faurie et al. (1984)** et **Benkhelil (1992)**, ce type de piège capture certaines espèces d'arthropodes, de micromammifères et d'amphibiens qui sont actifs jour et nuit. Par ailleurs, les pots Barber permettent de capturer un nombre important d'espèces.

☞ **Inconvénient des Pots Barber**

Benkhelil (1992) note que la fiabilité de cette technique dépend des conditions météorologiques notamment le risque d'inondation lors d'une période pluvieuse ou l'évaporation de solvant des pots lors des périodes extrêmement chaudes. Cette technique est aussi limitée par les types des espèces capturées.

3. Méthodes appliquées au laboratoire

3.1. Identification des espèces capturées

L'identification des espèces capturées par les pots Barber est réalisée en collaboration avec le Professeur **Doumandji Salaheddine**, du département de Zoologie agricole et forestière. Les espèces capturées par les des assiettes jaunes sont déterminé avec le Docteur **Saharaoui Lounes** à l'E.N.S.A.

3.1.1.Montage et identification des aphides

Les caractères de détermination micro et macroscopiques des pucerons exigent un montage entre lame et lamelle de l'échantillon avant son identification. La technique de préparation est similaire à celle proposée par **Leclant (1978)**. Le procédé est comme suit :

- ☞ À l'aide d'une aiguille entomologique, pratiquer une incision abdominale transversale entre le quatrième et le sixième segment abdominal.
- ☞ **L'éclaircissage de l'échantillon** : dans certains cas l'échantillon nécessite un passage dans une solution de Chloral phénol pendant 24 heures afin de mettre en évidence certains détails auparavant non éclaircis.
- ☞ **Le montage des pucerons** : Dans une goutte de liquide de Faure, le puceron est mis sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes (les pattes et les antennes vers le haut, les médianes et les postérieurs vers le bas).
- ☞ **Le séchage de l'échantillon** : les pucerons ainsi montés sont placés dans une étuve pendant 21 à 30 jours.

Les principaux critères d'identification des pucerons sont ceux énoncés par **Leclant (1978)** qui comprennent la forme du sinus frontal, la longueur et le nombre d'articles antennaires, la présence ou l'absence des sensorias et leur disposition au long des antennes, l'ornementation de l'abdomen et de la présence ou l'absence des plaques dorsales, la forme de la cauda, le nombre des soies caudales, la forme et la longueur des cornicules. Chez les ailés la nervation des ailes représentent les critères principaux de l'identification.

3.1.2. Montage et identification des parasitoïdes hyménoptères

L'ensemble des parasitoïdes capturés, soit de l'émergence des pucerons parasités ou les espèces capturées dans les assiettes jaunes, sont étalés sur une goutte de liquide de Faure en étalant soigneusement les antennes, les ailes, les pattes et l'extrémité abdominale. Une dissection peut également être réalisée en fixant le spécimen au niveau du thorax à l'aide d'une épingle entomologique. Ensuite, la tête, les ailes, le premier tergite abdominal et le propodeum sont séparés. L'individu entier et/ou les différentes parties du corps de l'insecte sont montés entre lames et lamelles à l'aide d'une goutte de liquide de Faure.

Le nombre d'articles antennaires, la nervation alaire et la présence ou l'absence de carènes au niveau du pronotum, du mésoscutum et du propodeum sont des caractéristiques morphologiques utilisées pour différencier les parasites et les hyperparasites. Le nombre de tubercules, la présence ou non de stries au niveau du pétiole, et les organes génitaux des femelles (ovipositeur). Les clés utilisées pour la détermination des parasitoïdes primaires sont celles de : parasitoïdes **Talbi et al. (2009)**, **Bodlah et al. (2012)**, **Tomanovic et al. (2012)**, **Kavallieratos et al. (2016)**, **Rakhshani et al. (2019)** et **Sadat et al. (2019)**

4. Exploitation des résultats

Les résultats obtenus sont d'abord exploités par des indices écologiques de composition et ceux de structure puis par une méthode statistique.

4.1. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés pour l'exploitation des résultats portant sur les espèces piégées obtenus au cours de la présente étude sont la richesse totale et moyenne, l'abondance relative.

4.1.1. Richesse totale et moyenne

Selon **Blondel (1975)**, la richesse spécifique d'un peuplement (S) est le nombre des espèces qui le composent. D'après ce même auteur, c'est aussi le nombre des espèces contactées au moins une fois au terme de N relevés. Dans le cadre de la présente étude, c'est le nombre des espèces piégées près du cadavre vues au cours de toutes les sorties. La richesse est calculée séparément pour les espèces capturées dans les différents types de pièges utilisés.

La richesse moyenne est le nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (**Ramade, 1984**). Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement. Dans la présente étude, elle représente le nombre moyen des espèces capturées par piège installés. Pour calculer la richesse moyenne il est procédé de la manière suivante. L'expérimentateur fait la somme de toutes les richesses totales obtenues lors de chacun des N relevés. La somme obtenue est divisée ensuite par le nombre N de relevés.

4.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives (A.R. %)

L'abondance relative A.R.% est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N, de toutes les espèces confondues (**Dajoz, 1971**). De même, **Faurie et al. (1984)** signalent que l'abondance relative (A.R. %) s'exprime en pourcentage (%). Son calcul permet de mettre en évidence les espèces les plus nombreuses en individus par rapport aux autres qui partagent le même espace. De là, les taxa dominants apparaissent lorsque leurs taux égalent ou dépassent le double de la moyenne par rapport à l'ensemble des espèces du même peuplement. L'abondance relative est donnée par l'équation suivante :

$$\text{A.R. \%} = (n_i / N) \times 100$$

n_i : le nombre d'individus de l'espèce i.

N : est le nombre total des individus, toutes espèces confondues.

4.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des résultats sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver H' et celui de l'équitabilité E

4.2.1. Indice de diversité de Shannon

Selon **Blondel et al. (1973)**, l'indice de diversité de Shannon est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. L'étude quantitative de la diversité spécifique peut être réalisée selon diverses approches qui sont fondées sur l'usage d'indices de diversité dont la formulation est plus au moins complexe (**RAMADE, 2009**). Cet indice est calculé selon l'équation suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

H' : Indice de diversité de Shannon exprimé en bits

p_i : Probabilité de rencontrer l'espèce i obtenue par l'équation suivante : $p_i = n_i / N$; n_i : Nombre des individus de l'espèce i

N : Nombre total des individus de toutes les espèces présentes dans les pièges

4.2.2. Equitabilité

Selon **Weesie et Belemsobgo (1997)**, l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale ($H' \text{ max.}$).

$$E = H' / H' \text{ max.}$$

E : Equitabilité

H' : Indice de diversité de Shannon

$H' \text{ max.}$: Diversité maximale, donnée par $H' \text{ max.} = \log_2 S$

L'équitabilité E varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par des nombres d'individus proches (**Ramade, 1984**).

4.3. Méthodes statistiques

4.3.1. Analyse factorielle des correspondances

Selon **Dervin (1992)** l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est une méthode qui vise la représentation sous la forme d'un graphe des données contenues dans un tableau de contingence. Elle décrit la dépendance ou la correspondance existant entre deux caractères. Chaque variable est représentée par un point dans le repère formé par les deux premiers axes factoriels et l'intensité de la relation entre deux variables s'apprécie en terme de proximité. Dans la présente étude, l'A.F.C. est utilisée pour mettre en évidence les différences entre les espèces piégées dans les différentes cultures installées en 2021 et 2022.

Chapitre IV. Résultats et discussion

A. Étude de l'entomofaune associées et la bioécologie des aphides

I. Cas de la pomme de terre

1. Diversité entomofaunistique

L'inventaire réalisé en 2021 dans la parcelle de pomme de terre a révélé la présence de 3364 individus d'insecte. Cette classe est répartie en huit ordres et 77 familles. Tandis que lors de l'inventaire réalisé en 2022, 3118 individus d'insectes sont observés appartenant à sept ordres et 45 familles (**Annexe 1 et 2**).

2. Indices écologiques

2.1. Abondance relative

2.1.1. Abondance relative des ordres taxonomiques

Lors de l'inventaire réalisé en 2021, l'ordre des Hemiptera avec les 1103 individus, reste le plus riche avec une abondance relative de 32,79%. Il est suivi par les Diptera (AR%=29,52%) qui renferme 993 espèces, les Hymenoptera (AR%=21,73% soit 731 individus), les Coleoptera (AR%=10,70% soit 360 espèces). Les ordres les moins abondants sont les Thysanoptera avec une abondance de 3,75% (126 individus), les Orthoptera avec 1,04%, les Lepidoptera, les Neuroptera affichent une abondance relative d'ordre de 0.30% et 0,18% (**Figure 22**).

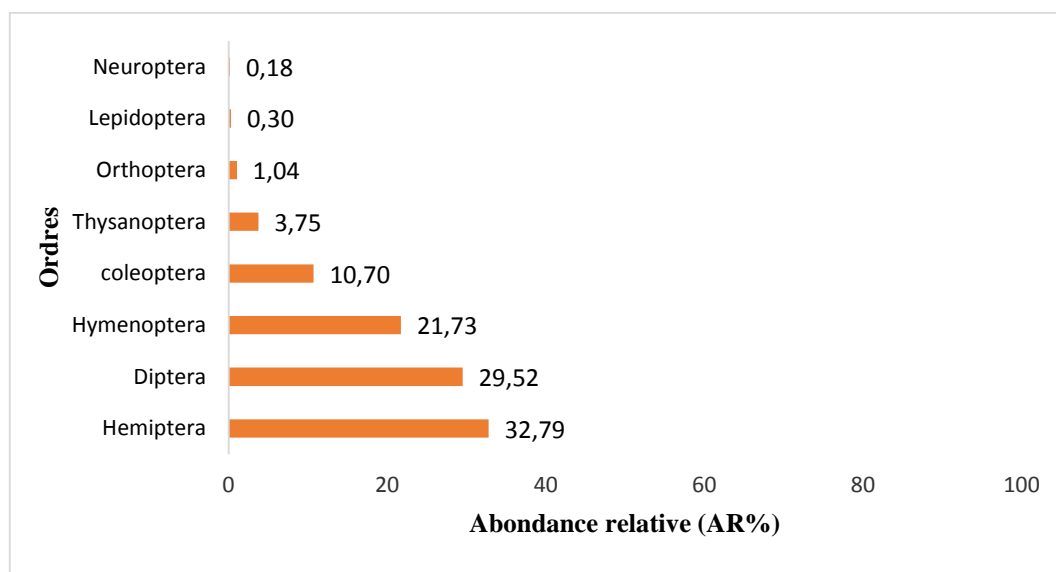


Figure 22. Abondance relative des ordres recensés dans la parcelle de pomme de terre en 2021

De même en 2022, l'ordre des Hemiptera est l'ordre le plus abondant avec un pourcentage de 32,91% pour un effectif de 1026 individus. Vient ensuite l'ordre des Diptera qui comprend 742 individus et affiche une abondance relative de 23,80%, les Coleoptera avec AR%=21,42% (668 individus) et les Hymenoptera avec AR%=19,82% (618 individus). Les autres ordres comme les Lepidoptera (AR%=1,03% ; 32 individus), les Thysanoptera (AR%=0,96%) et les Orthoptera (AR%=0,06%) restent les moins représentés au sein des insectes récoltées (**Figure 23**).

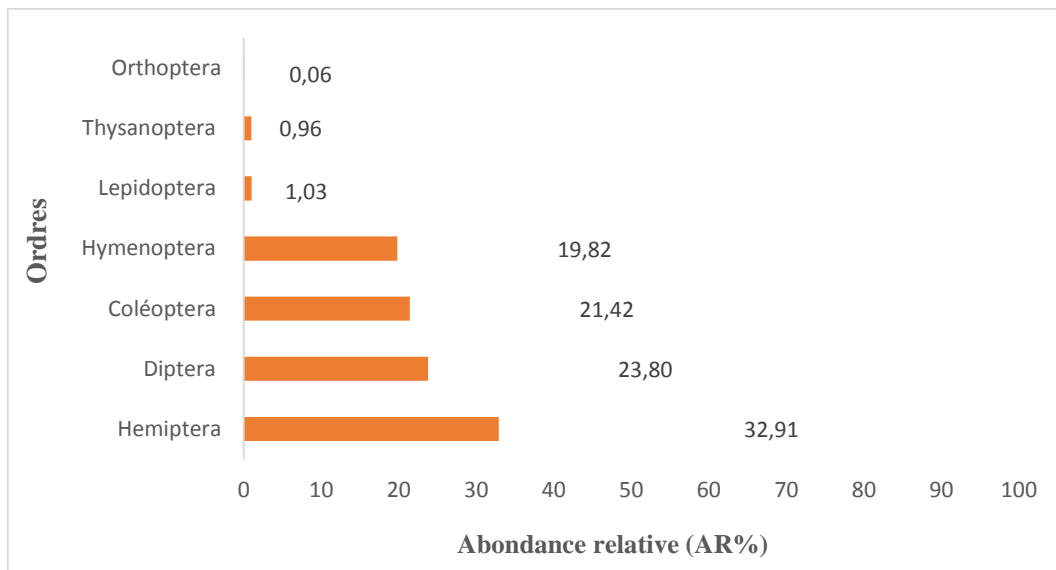


Figure 23. Abondance relative des ordres inventoriés dans la parcelle de pomme de terre à en 2022

2.1.2. Abondance relative des familles appartenant aux ordres les plus abondants

L'analyse des échantillons capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2021, montre que, la famille des Aphididae constitue la majorité dans l'ordre des Himeptera, comptant 780 individus (70,72%), suivis par les Psyllidae (12,06%), les Cicadellidae (7,25%), les Jassidae (3,63%) et les Cercopidae (2,63%). Les autres familles représentées sont les Aleyrodidae (1,27%), les Miridae (1%), les Anthocoridae (0,82%), les Lygaeidae (0,36%), les Cydnidae (0,18%) et les Pentatomidae (0,09%).

L'ordre des Diptera comprend 22 familles où les Agromyzidae sont les plus abondants avec une abondance relative de 38,07%, suivit par les Calliphoridae (18,23%), des Muscidae, (11,48%) et les Syrphidae (9,57%). Les Chloropidae affichent une abondance relative de 7,65%, les Sciaridae 3,93%, les Cecidomyiidae 2,32% et les Phoridae 2,22%. L'abondance relative de la famille des Drosophilidae est égale à 1,41 %, alors que celle des Tephritidae et des Opomyzidae est égale à 1,31 %. L'abondance relative varie entre 0,1 et 0,91% pour les autres familles.

L'ordre des Hymenoptera se compose de 19 familles où les Formicidae est famille la plus abondante avec (AR%=44,46%). Les autres familles sont les Braconidae, avec AR%=15,05%;

les Apidae avec une abondance relative de 6,70 % ; les Ichneumonidae, avec AR%=6,5%, et les Andréniidae avec AR%=5,06%. Les Figitidae (AR%=3.83%), les Crabronidae avec AR%=2,3%, les Pteromalidae avec AR%=2,19%. Pour les Chalcididae, les Mymaridae l'abondance relative est de 2,05%, les Eulophidae ont un AR%=1,37%. Pour les familles des Eulophidae, des Encyrtidae, des Aphelinidae, des Vespidae, des Ceraphonidae, des Halictidae, des Megaspilidae et des Pompilidae, l'abondance relative varie de 0,27 à 0,82%.

L'ordre des Coleoptera comprend 18 familles. Les Scarabeidae reste les plus abondants (AR%=41,11%), suivis des Anthicidae (AR%=12,78%) et des Melyridae avec AR%=12,22%. L'abondance relative pour les Coccinellidae et les Elateridae est de l'ordre de 6,11%, pour les Chrysomilidae elle est de 4,44%, pour les Staphylinidae elle est de 3,89%, pour les Dermestidae elle est de 3,61% et pour les Tenebrionidae elle est de 2,50%. Neuf familles - Meloidae, Cleridae, Dytiscidae, Curculionidae, Buperstidae, Drilidae, Histiridae, Nitidulidae et Tenebrionidae - sont détectées avec une faible abondance (AR% compris entre 0,28% et 1,94% **(Figure 24)**).

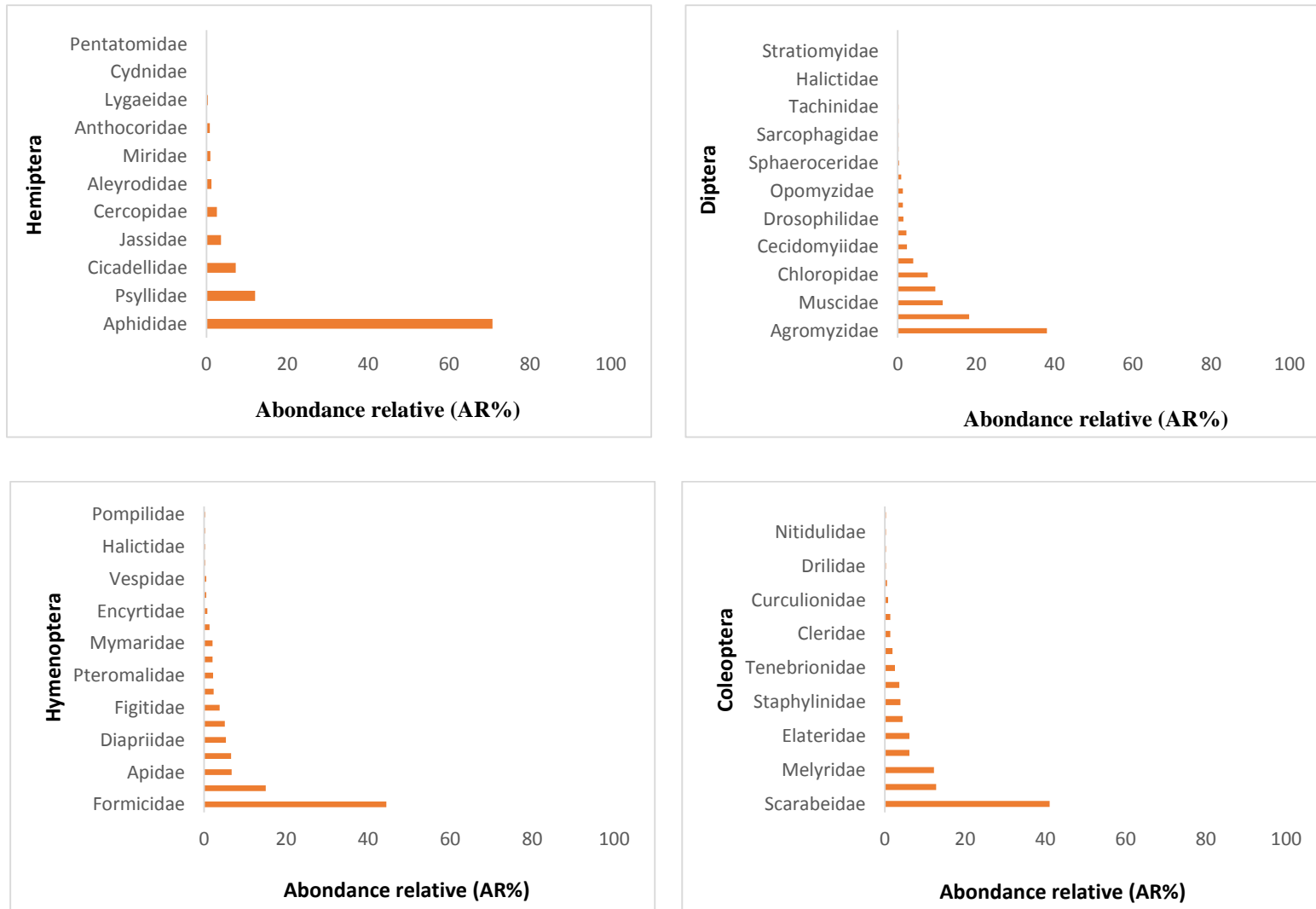


Figure 24. Abondance relative des familles regroupées par ordres notés dans la parcelle de pomme de terre en 2021

De même en 2022, on constate aussi que la famille des Aphididae est la famille la plus abondante dans l'ordre des Hemiptera soit une AR%=81,77%, comptant au moins 839 individus. Elle est suivie par les Cicadellidae (9,36%), les Psyllidae (8,19%) et dernier lieu par les Anthocoridae (0,68%) (**Figure 25**).

L'ordre des Diptera comprend 12 familles, les Agromyzidae présentent une abondance relative de 50%, suivi par les Muscidae (11,99%) et les Calliphoridae (10,65%). Les Anthomyiidae, Les Sciaridae, les Syrphidae et les Phoridae présentent une abondance relative variant entre 4,31 et 4,99%. Les autres familles sont faiblement représentées.

11 familles de l'ordre des Coleoptera sont recensées dont les plus abondantes sont les Scarabaeidae (AR%=83,08%), suivies des Cantharidae (AR%= 8,98%) et des Melyridae avec AR%=2,25%. Les autres familles sont faiblement représentées.

De même que pour les précédents, l'ordre des Hymenoptera renferme 12 familles où les Formicidae sont les plus abondants, avec une abondance relative de 58,58%. Les autres familles telles que les Apidae (AR%=10,19%), les Figitidae (AR%=7,44%), les Braconidae (AR%=6,31%), les Pteromalidae (AR%=4,05%), les Andrenidae (AR%=3,88%), et les Encyrtidae (AR% =2,59%) sont peu représentés. Les autres familles sont très faiblement représentées.

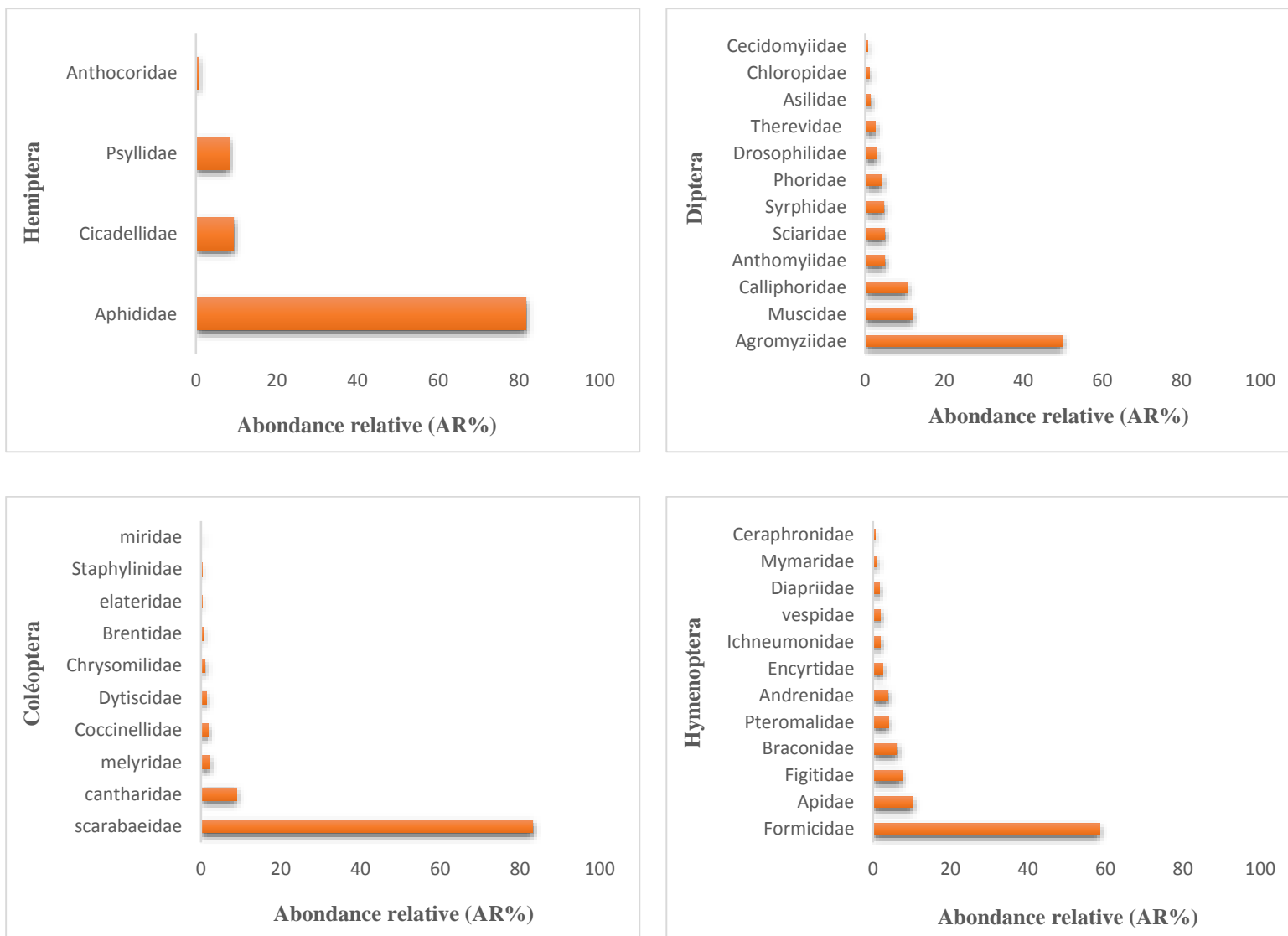


Figure 25. Abondance relative des familles regroupées par ordres taxonomiques sur pomme de terre en 2022

2.2. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique dans la parcelle de pomme de terre varie d'un mois à l'autre. Sur un total des sorties réalisées tout au long de cycle végétatif de la plante durant 2021 et 2022, on a noté des valeurs extrêmes durant les mois de mai et juin lors de l'apparition de la partie aérienne de la plante ce qui implique l'apparition des insectes phytophages accompagnés avec l'installation des insectes prédateurs et des parasitoïdes, et aussi les pollinisateurs attirés par les fleurs des parties aériennes de la pomme de terre.

La richesse moyenne est égale à 52 taxa en 2021, avec un intervalle de confiance de [44,92 - 59,08] et une P-value autour de $1,856 \times 10^{-9}$. En 2022, La richesse moyenne est égale à 30 et l'intervalle de confiance varie entre [24,35- 35,35] et la P-value = $5,692 \times 10^{-8}$ Ceci indique que la richesse constatée lors des sorties de chaque année présente une différence significative dans le nombre de taxons signalés au cours de la saison ce qui explique la synchronisation d'arrivé des insectes dans la parcelle de pomme de terre (**Tableau 10**).

Tableau 10. Test des moyennes des richesses

Année	Richesse moyenne	Intervalle de confiance	P-value
2021	52	[44,92 -59,08]	$1,856 \times 10^{-9}$
2022	30	[24,35- 35,35]	$5,692 \times 10^{-8}$

Au cours de l'année 2021, le premier mois de la plantation, on a noté une richesse de 52 taxa. Ce chiffre augmente considérablement au cours du mois suivant avec une valeur extrême de 62 taxa. A partir du mois de mai, on remarque une chute de la richesse totale jusqu'à la fin de mois de juillet où l'on note 42 taxon. Et en 2022, au début de la plantation, au cours du mois d'Avril, 31 taxa sont recensés. Un mois plus tard, ce chiffre augmente pour atteindre une valeur extrême de 40 taxa. Le mois suivant, on constate une baisse de la richesse moyenne, et vers la fin du cycle de la plante, on note en moyenne 22 taxa durant le mois de juillet (**Figure 26**).

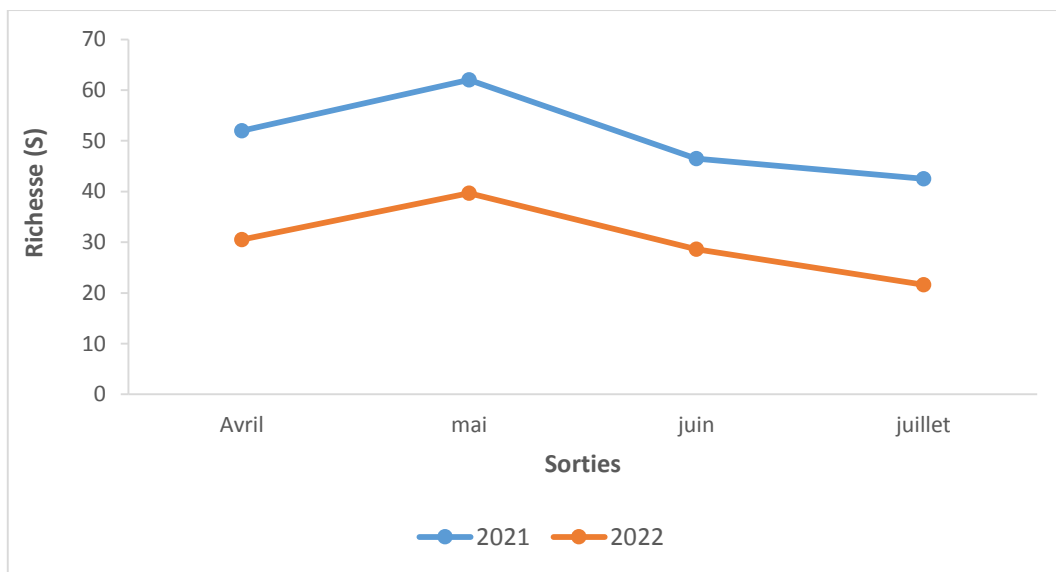


Figure 26. Richesse spécifique dans la parcelle de pomme de terre

2.3. Indice de diversité de Shannon (H')

La diversité de l'indice de Shannon est acceptable quand elle est supérieure à deux bits. Lorsque H' est inférieure à deux bits celle-ci est faible, et moyenne lorsque $2 < H' < 3$ Bits et élevé lorsque l'indice de Shannon est entre quatre et cinq bits.

L'indice de Shannon varie entre 4,48 et 4,93bits en 2021, tandis qu'en 2022, il varie entre 3,62 et 4,69 bits. Indiquant un haut niveau de diversité tout au long de cycle végétatif de la pomme de terre durant les deux ans, mais la plus grande diversité est observée au cours du mois de mai des deux ans ou les conditions climatiques sont idéales à l'activité des insectes et il convient aussi au développement végétatif de la pomme de terre ce qui implique l'installation des insectes (**Figure 27**).

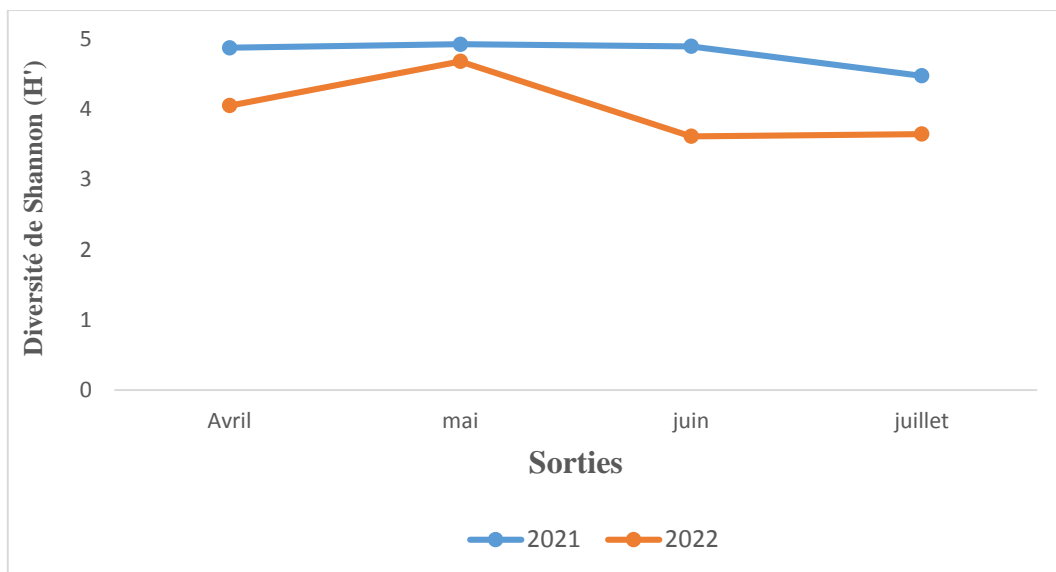


Figure 27. Indice de diversité de Shannon sur la pomme de terre

2.4. Indice d'équitabilité

L'équitabilité varie entre zéro et un, lorsque E tend vers zéro cela veut dire que le milieu est en déséquilibre ; quelques espèces sont plus abondantes que d'autres, et si E tend vers un cela veut dire qu'il existe un équilibre entre les espèces signalées dans le milieu.

L'indice d'équitabilité obtenu durant la campagne allant de la plantation jusqu'à la récolte en 2021 varie entre 0,85 et 0,93 et en 2022 il varie entre un minimum de 0,60 et un maximum de 0,9 bits (**Figure 28**). Par conséquent, l'indice d'équitabilité tend vers 1, ce qui signifie que la parcelle de pomme de terre est un milieu en équilibre écologique.

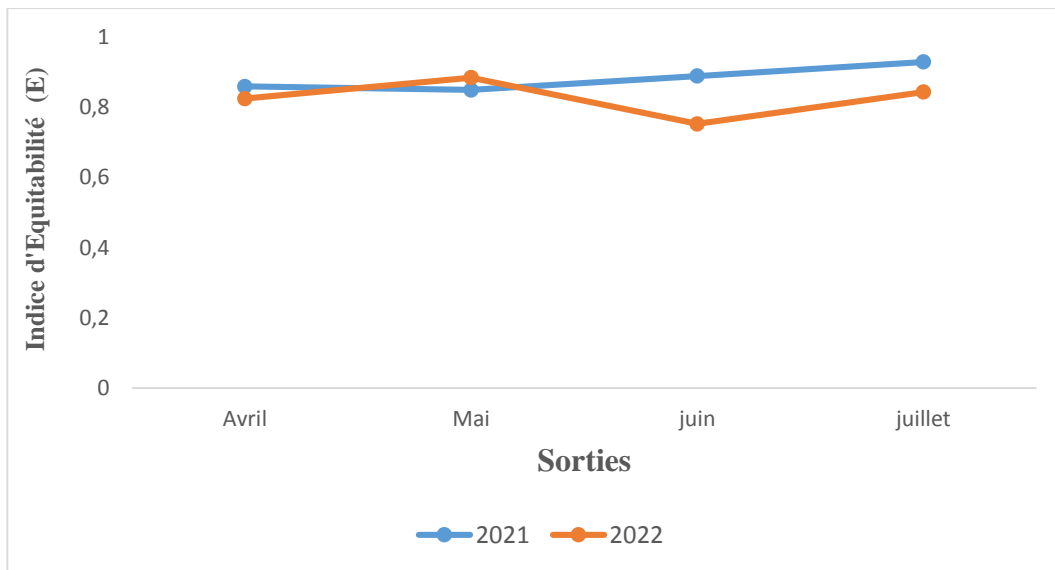


Figure 28. Indice d'Equitabilité sur la pomme de terre

3. Statut trophique

Pour mieux comprendre le fonctionnement de l'écosystème de la parcelle de pomme de terre, les résultats obtenus sont analysés selon le statut trophique des espèces durant toute la campagne de la plante des deux ans.

En 2021, 55,06% des insectes capturés sont des insectes phytophages, tandis que l'abondance relative des prédateurs est égale à 22,15%, les parasitoïdes 20,25% et les polinisateurs 2,0%. En 2022, on remarque que les phytophages représente 77,02% de la communauté des insectes capturés lors de l'inventaire réalisé. Alors que l'abondance relative des prédateurs n'est que 13,26%, les parasitoïdes 5,19% et les polinisateurs 4,53% (**Figure 29**). Ce fonctionnement écosystémologique peut être expliqué par la relation trophique qui lie les différents insectes de cet écosystème.

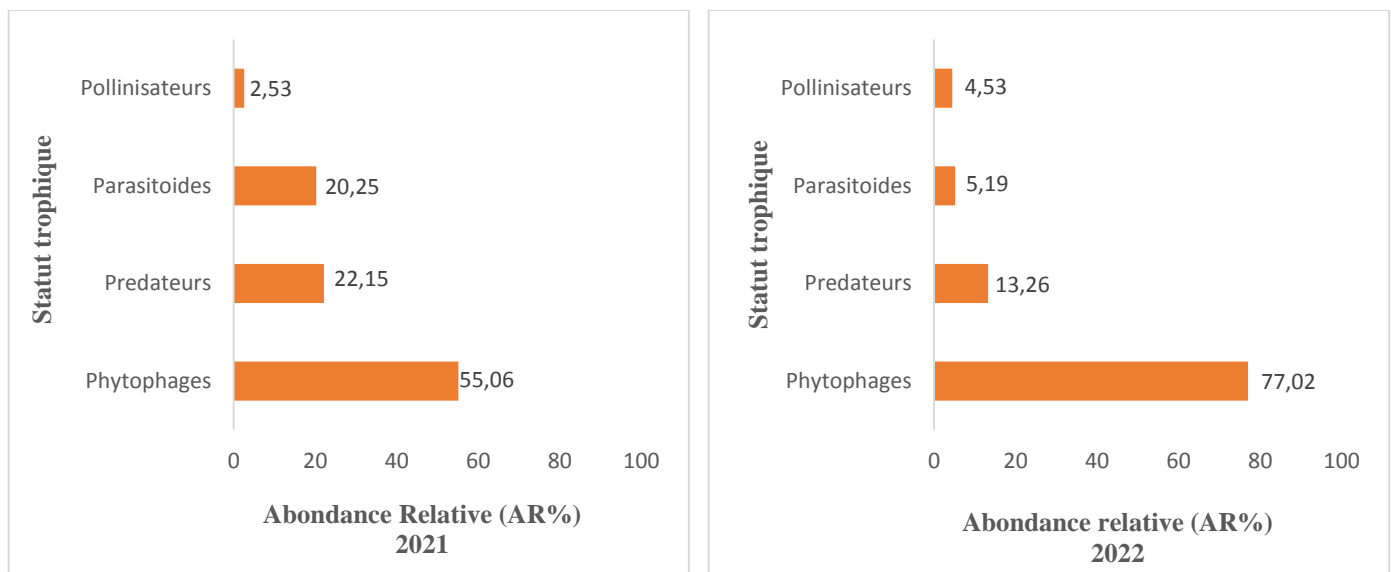


Figure 29. Abondance relative des statuts trophiques des insectes capturés dans la parcelle de pomme de terre

4. Relation statut trophique - stade phénologique de la pomme de terre

Durant l'étude effectuée en 2021, lors de la phase de (**P₁**), avant l'apparition de la partie végétative, 564 insectes sont capturés. Les phytophages représentent la plus grande partie du peuplement d'insectes capturés, avec une abondance relative de 73,58%. Ils sont suivis par les prédateurs, avec une abondance relative de 11,70%, les parasitoïdes (6,21%) et les pollinisateurs (8,51%).

A partir de l'apparition de la végétation (**P₂**), période où les tubercules commencent à se développer, 2456 insectes décomptés durant cette phase, les phytophages représentent 76,55%. Viennent ensuite les prédateurs avec 8,96%, les parasitoïdes (8,84%) et les pollinisateurs (5,66%).

Dès que les tubercules achèvent leur développement, 15 jours avant la récolte, on arrache la partie végétative (**P₃**), durant cette période 236 insectes sont capturés. Parmi eux, les phytophages qui constituent 56,36% du total des captures. Les prédateurs participent avec 13,98%, les parasitoïdes avec 25,42% et les pollinisateurs avec seulement 4,24% (**Figure 30**).

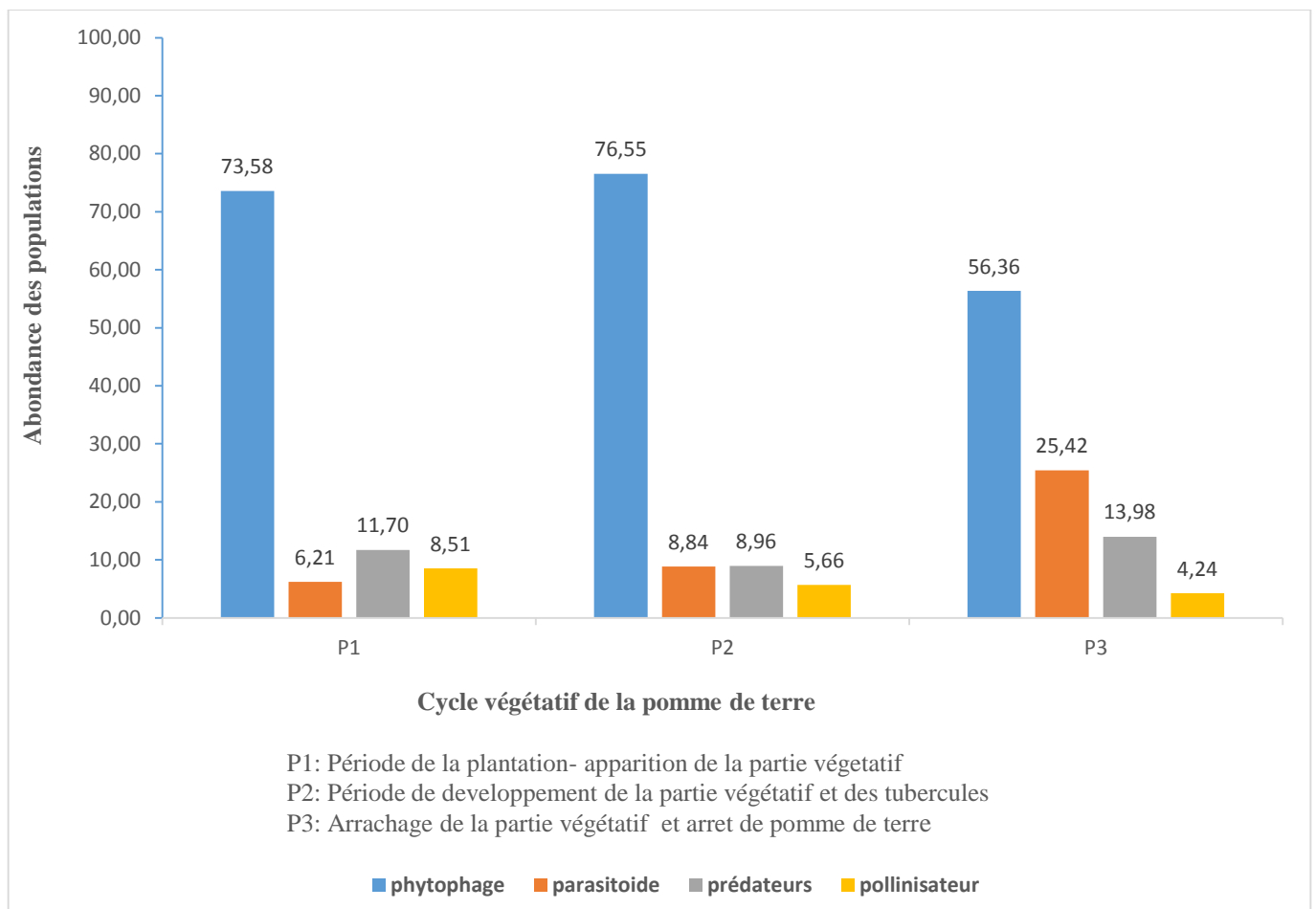


Figure 30. Abondance relative des insectes capturés dans la parcelle de pomme de terre selon leurs statuts trophiques et le cycle végétatif en 2021

Au cours de l'année 2022, durant la phase de (**P1**), avant l'apparition de la partie végétative, 460 insectes sont capturés. Les phytophages représentent la plus grande partie du peuplement d'insectes capturés, avec une abondance relative de 93,04%. Ce sont ces insectes phytophages qui s'installent en premier dans la parcelle. Par contre, les populations de prédateurs, parasitoïdes et les pollinisateurs sont presque nulles où leurs abondances relatives varient entre 0,87 et 3,26%.

A partir de l'apparition de la végétation (**P2**), période où les tubercules commencent à se développer, sur les 2102 insectes dénombrés durant cette phase, les phytophages représentent 74,22%, soit les $\frac{3}{4}$ du peuplement. C'est à cette période qu'on assiste à l'installation de nouveaux insectes. En effet, on a dénombré des prédateurs avec une abondance relative égale

à 15,32%, les parasitoïdes 6,71% et les pollinisateurs 3,76%. La présence de ces derniers, sont en relation avec l'apparition des fleurs dans la parcelle mais aussi dans les cultures avoisinantes.

Par la suite, dès que les tubercules achèvent leur développement, on assiste à l'arrachage de la partie végétative (**P₃**). Durant cette période 554 insectes sont capturés. Parmi eux, les phytophages qui constituent 78,16% du total des captures. Les prédateurs participent avec 17,69%, les parasitoïdes avec 2,71%. Avec la rareté de la majorité des fleurs dans la station d'étude, les pollinisateurs affichent seulement 1,44% (**Figure 31**).

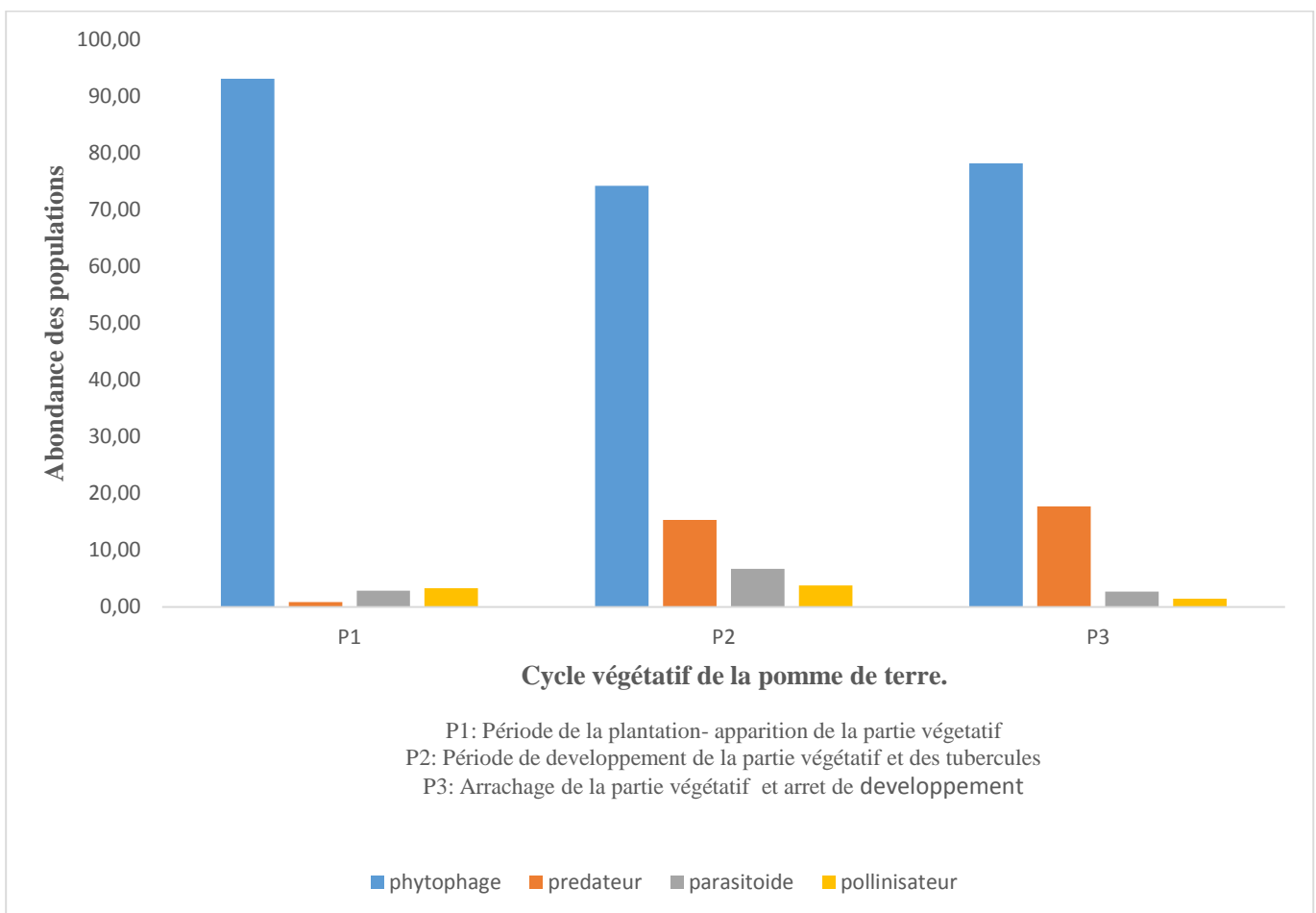


Figure 31. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et le cycle végétatif de la pomme de terre en 2022

5. Évolution des espèces capturées selon les stades phénologiques de la pomme de terre

Au cours du cycle végétatif de la plante de l'année 2021, de la plantation jusqu'au début de la végétation, on observe une augmentation de 42,44% du nombre d'insectes phytophages (721 individus phytophages). En parallèle, les populations de parasitoïdes et de pollinisateurs connaissent également une augmentation, tandis que celle des prédateurs diminue légèrement.

Pendant la période d'apparition et de développement complet des parties aériennes de la pomme de terre, qui convient ainsi la période développement des tubercules durant les mois d'avril et mai (période printanière), les populations de phytophages augmentent jusqu'à atteindre leur maximum de 895 individus. En revanche, les populations de prédateurs et de parasitoïdes continuent d'augmenter également. Les actions des parasitoïdes et des prédateurs ont un effet négatif sur la population des insectes ravageurs, entraînant ainsi une diminution des phytophages par la suite. Tandis que les antagonismes continuent à se multiplier, néanmoins les pollinisateurs augmentent également au début de la phase de végétation, mais diminuent par la suite. De plus, le jaunissement des parties aériennes de la plante conduit également à une diminution des populations de phytophages et de pollinisateurs. Après l'arrachage des parties aériennes pendant la saison chaude, la population de tous les insectes diminue (**Figure 32**).

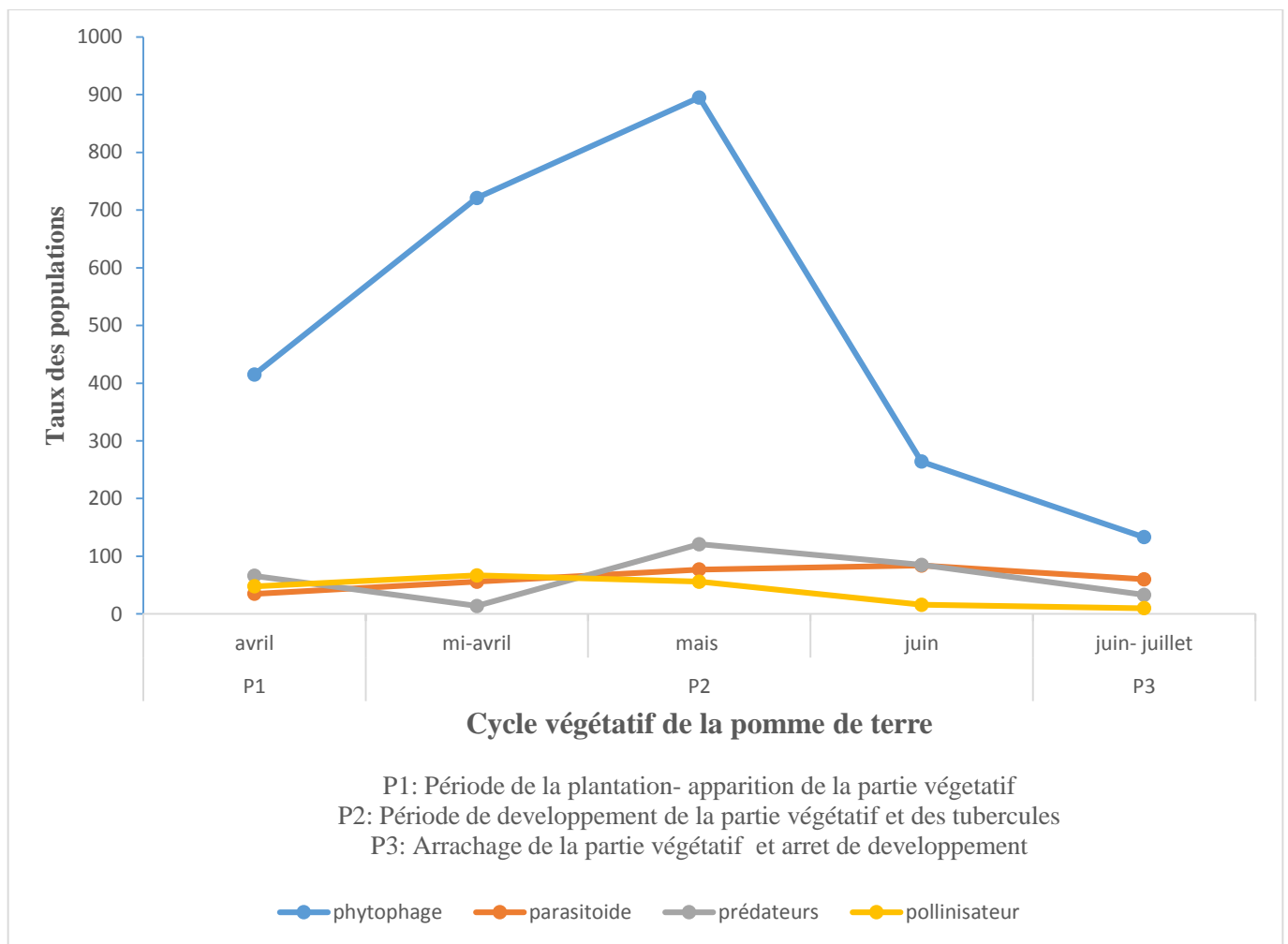


Figure 32. Évolution des populations des insectes capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2021

Au cours du cycle végétatif de la plante durant l'année 2022, de la plantation jusqu'au début de la végétation, on observe une diminution de 20% du taux de population des phytophages. Cette diminution est due à l'augmentation des populations des prédateurs et de parasitoïdes avec respectivement un taux de 80% et 68%. En parallèle, une augmentation de la population des pollinisateurs est notée, synchronisée avec l'apparition des parties aériennes.

Pendant la période d'apparition et de développement complet des parties aériennes de la pomme de terre, synchronisée à la période de tubérisation et le développement des tubercules, les populations de phytophages augmentent jusqu'à atteindre leur maximum de 718 individus. Par ailleurs, les populations de prédateurs et de parasitoïdes continuent également d'augmenter.

Les actions des parasitoïdes et des prédateurs ont un effet négatif sur la population des insectes ravageurs, entraînant ainsi une diminution des phytophages par la suite. Tandis que les prédateurs continuent à se multiplier, les parasitoïdes diminuent à cause de l'augmentation des températures au cours de la saison chaude. Après l'arrachage des parties aériennes pendant la saison chaude, la population de tous les insectes diminue (**Figure 33**).

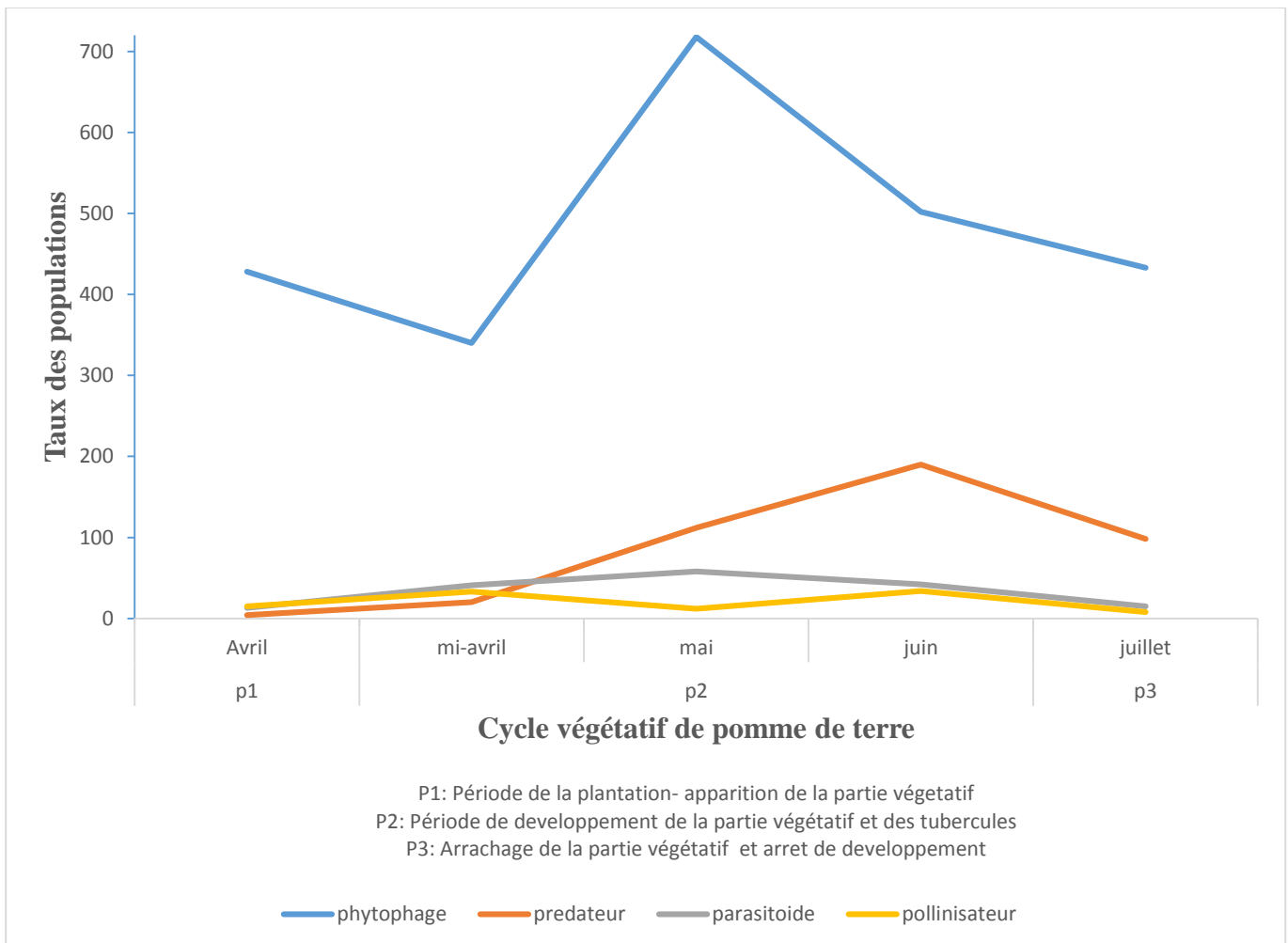


Figure 33. Évolution des populations des insectes capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2022

6. Analyse de la population des ravageurs

La majorité des espèces phytophages capturées durant 2021 sont des hémiptères (AR%=45,29%), suivis par les Diptères (AR%=37,51%). Les coléoptères sont présents avec une abondance de 9,21%. Les autres ordres affichent des abondances relatives faibles et variables entre 5,27% et 0,25 %. Par contre en 2022, 43,73% des phytophages sont appartenent à l'ordre des Hemiptera, suivis par les Coleoptera avec une abondance relative de 27,17%. Les Diptera présentent une abondance relative de 26,35%, les Lepidoptera avec 1,37%, les Thysanoptera avec 1,29% et les Orthoptera affichent seulement 0,09% (**Figure 34**).

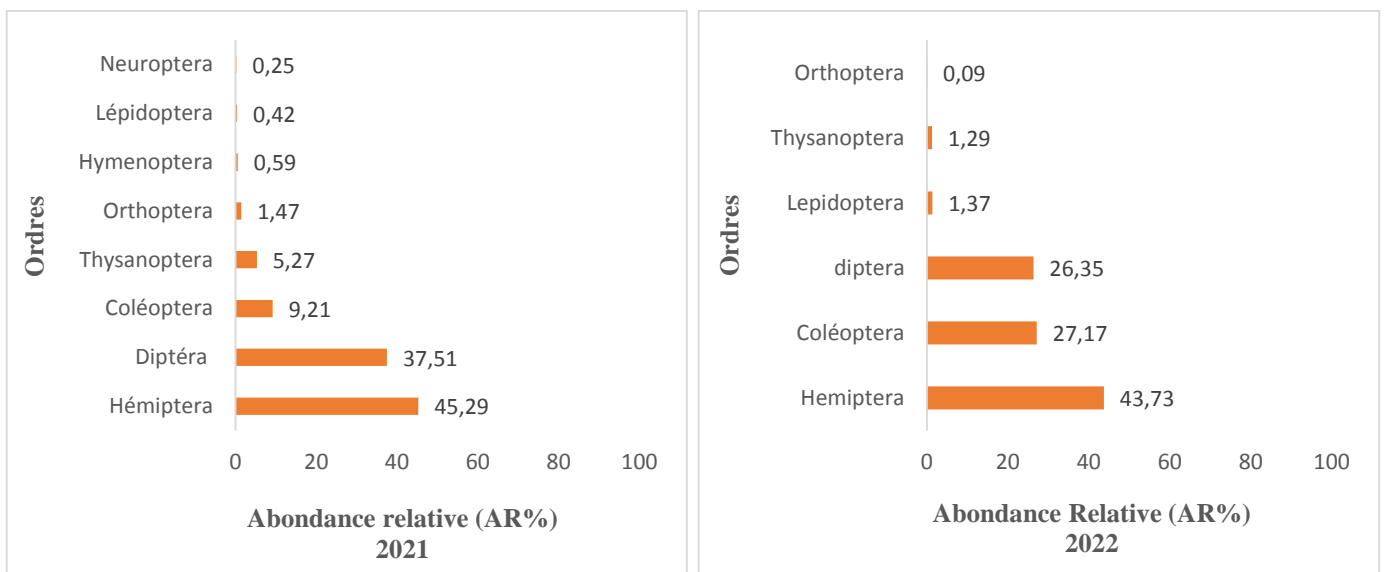


Figure 34. Abondance relatives des ordres taxonomiques de ravageurs phytophages capturés dans la parcelle de pomme de terre

7. Bioécologie des Aphides

7.1. Analyse de la population d'aphides

Lors de l'inventaire réalisé au niveau de la parcelle de pomme de terre en 2021, 780 individus sont signalés, dont 20 espèces qui appartiennent à deux tribus et à 13 genres. Alors qu'en 2022, 839 individus sont notés appartenant à 12 espèces et six genres et à deux tribus (Tableau 11).

Tableau 11. Aphidofaune recensée dans les parcelles de pomme de terre

Tribus	Genre	Espèces	2021	2022
Tribu indét.	Genre indét.	<i>Espèce indéterminée</i>	+	-
Aphidini	Aphis	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	+	+
		<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	+	+
		<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach, 1845	+	+
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	+	+
		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843	+	+
	Aulacorthum	<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+
	Rhopalosiphum	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	+	+
Macrosiphini	Brachycaudus	<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
	Acyrtosiphum	<i>Acyrtosiphum pisum</i> (Harris, 1776)	+	+
	Brachycaudus	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+
	Brevicoryne	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	Hyperomyzus	<i>Hyperomyzus lactuacae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
		<i>Hyperomyzus picridis</i> (Borner, 1916)	+	-
	Lipaphis	<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)	+	-
	Macrosiphum	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	+	-
	Megoura	<i>Megoura viciae</i> Buckton, 1876	+	-
	Myzus	<i>Myzus persicae</i> (Sulze, 1776)	+	-
	Uroleucon	<i>Uroleucon sonchi</i> Linnaeus, 1767	+	-
	Wahlgreniella	<i>Wahlgreniella nervata</i> (Gillette, 1908)	+	-

+ : Présence - : Absence

7.2. Abondance relative des tribus et genres d'aphides capturés

Lors de l'année 2021, la tribu des Aphidini présente avec un AR% de 48,27%. Elle comprend les genres *Aphis* (45,38%), *Aulacorthum* (2,82%) et les *Rhopamosiphum*

(1,15%). Viennent ensuite les espèces de la tribu Macrosiphini (AR%=51,06%), qui renferme les genres *Hyperomyzus* (10,51%), *Lipaphis* (8,08%), *Brachycaudus* (AR%=6,67%), *Myzus* (AR%=6,54%), *Acyrtosiphum* (4,49%), *Macrosiphum* (2,69%) et *Brevicorine* (10,13%). Les genres de *Wahlgreniella*, *Megour* et *Uroleucon* affichent des abondances relatives entre 0,38% et 0,026% (**Figure 35**). Par contre en 2022, Les captures des aphides lors de l'inventaire réalisé en 2022, montrent que les Aphidini est la tribu la plus abondante (AR%=82,84%). Elle comprend 3 genres qui sont les *Aphis* (AR%=79,02%), c'est le genre le plus fréquent, *Acyrtosiphum* (9,09%), *Aulacorthum* (2,5%) et *Rhopalosiphum* (1,31%). Viennent ensuite les espèces de la tribu Macrosiphini (AR%=17,16%), le genre *Brachycaudus* et *Brevicoryne* qui participent avec seulement 3,46%, le genre *Hyperomyzus* représente 1,19% (**Figures 36**).

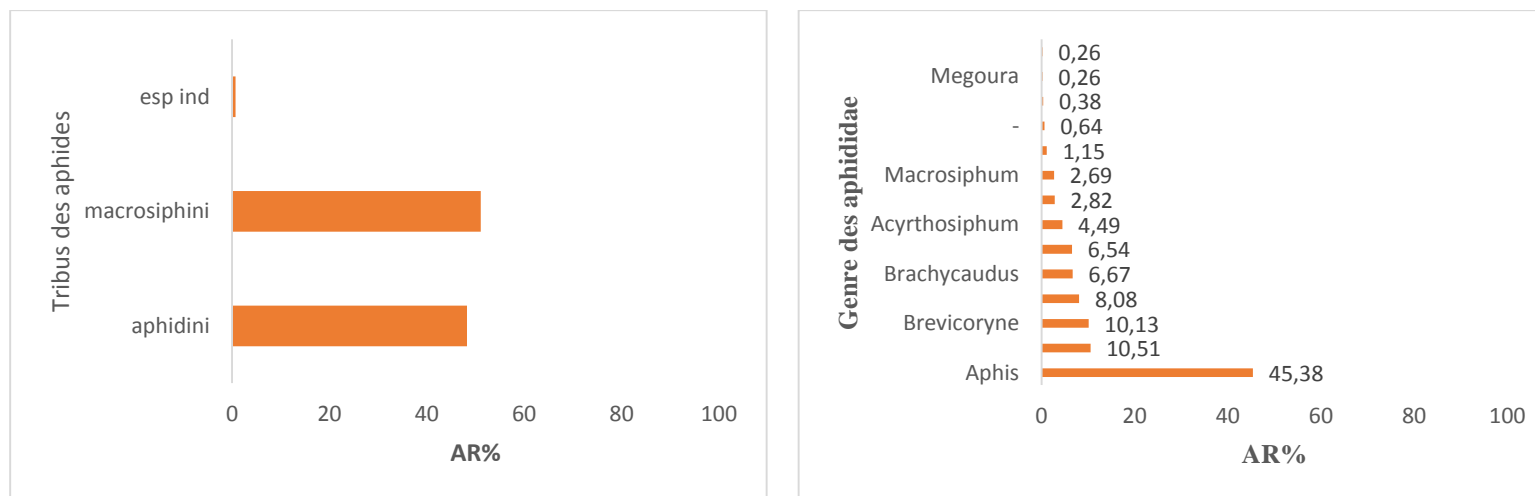


Figure 35. Abondance relative des tribus et genres des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2021

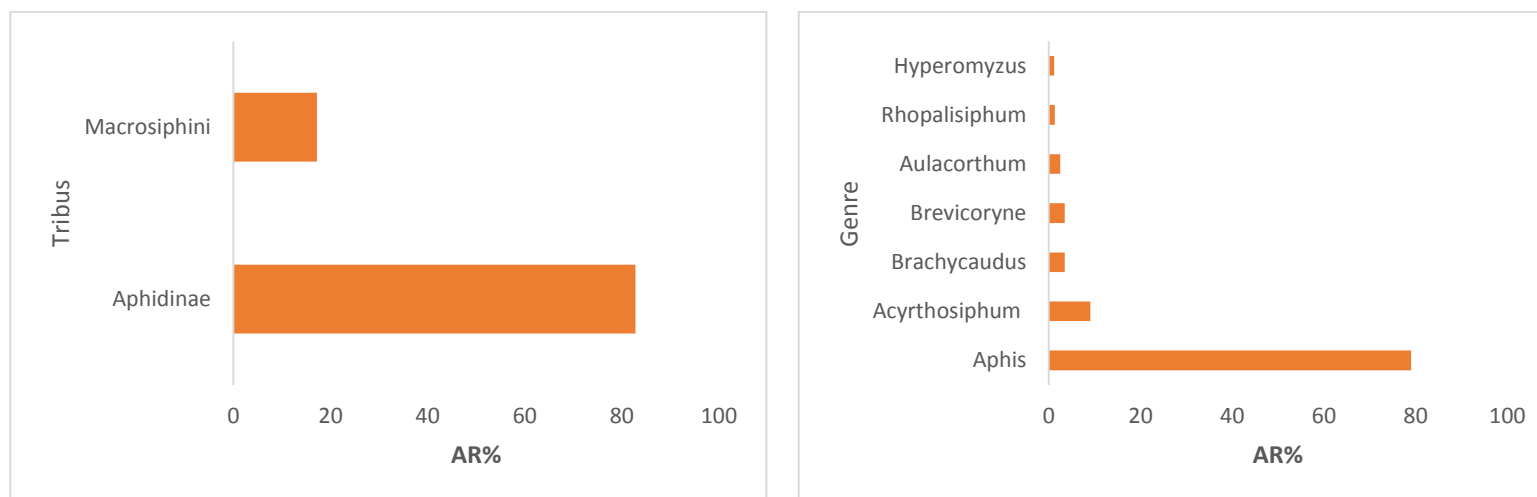


Figure 36. Abondance relative des tribus et genres des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2022

7.3. Évolution de la population d'aphides capturés

Dès la plantation jusqu'à l'apparition des premières plantules de pomme de terre en 2021, la présence et le développement des populations d'aphides est observée. En effet, ces aphides se multiplient jusqu'à atteindre 289 individus au cours du mois d'avril. Cependant, lors du développement des parties aériennes, pendant la période printanière, une diminution progressive de la population de pucerons est observée jusqu'à atteindre 33 individus au début de juin (saison chaude). Cette diminution est due principalement à l'émergence des individus ailés qui migrent vers leur deuxième plante hôte, ainsi qu'à la présence d'antagonistes, notamment les parasitoïdes, qui deviennent actifs durant cette saison. Après l'arrachage des parties aériennes, le taux de population de pucerons est presque nuls (20 individus). Il est probable que les aphides s'installent sur les mauvaises herbes environnantes (**Figure 37**).

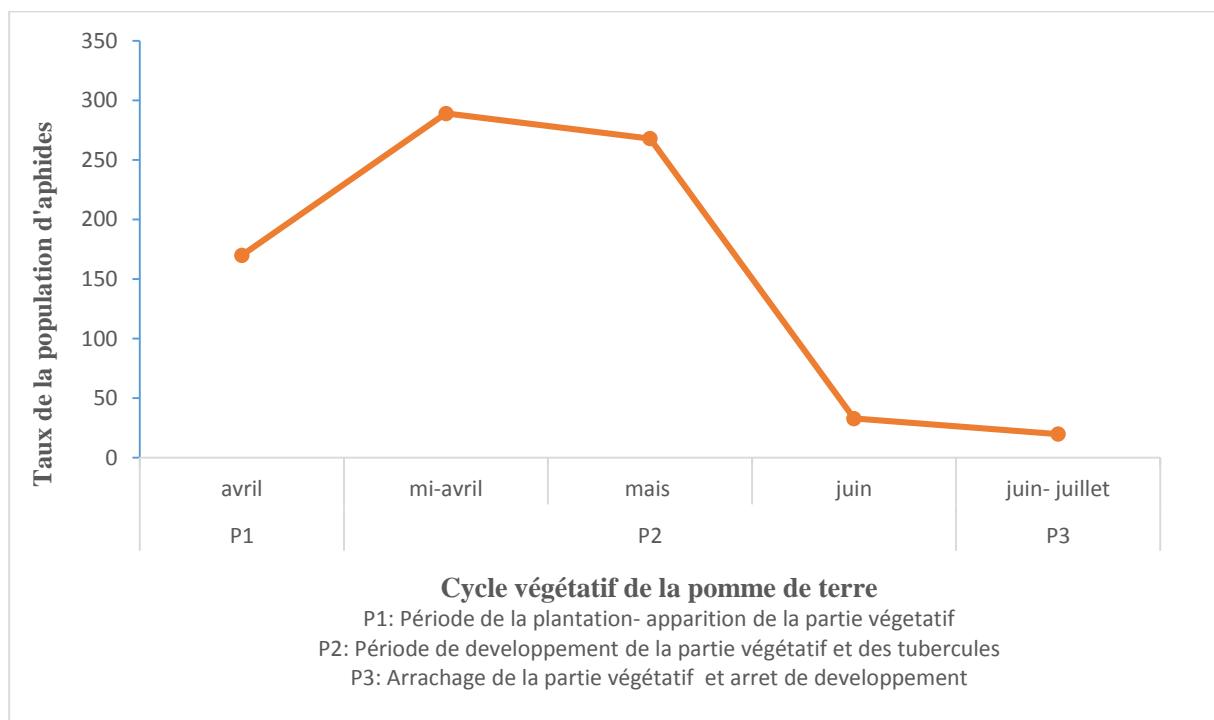


Figure 37. Évolution de la population des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2021

De la plantation jusqu'à l'apparition de la partie aérienne de la pomme de terre en 2022, la diminution des populations d'aphides à cause du désherbage effectué au cours du mois d'avril, où les mauvaises herbes peuvent être comme des plantes hôte secondaires ou refuges pour les aphides.

Toutefois, lors du développement des parties aériennes pendant la période printanière (mai-juin), une augmentation des populations des pucerons est constatée. Ceci résulte et coïncide avec la présence des jeunes plantules de pomme de terre mais aussi avec les conditions climatiques favorables. Conséquence de la multiplication et la propagation des colonies des pucerons au niveau de la parcelle. Vers la fin de mois de juin, 364 individus de pucerons sont recensés. Après l'arrachage des parties aériennes (Juillet), le taux de population des pucerons est presque nuls (7 individus) (**Figure 38**).

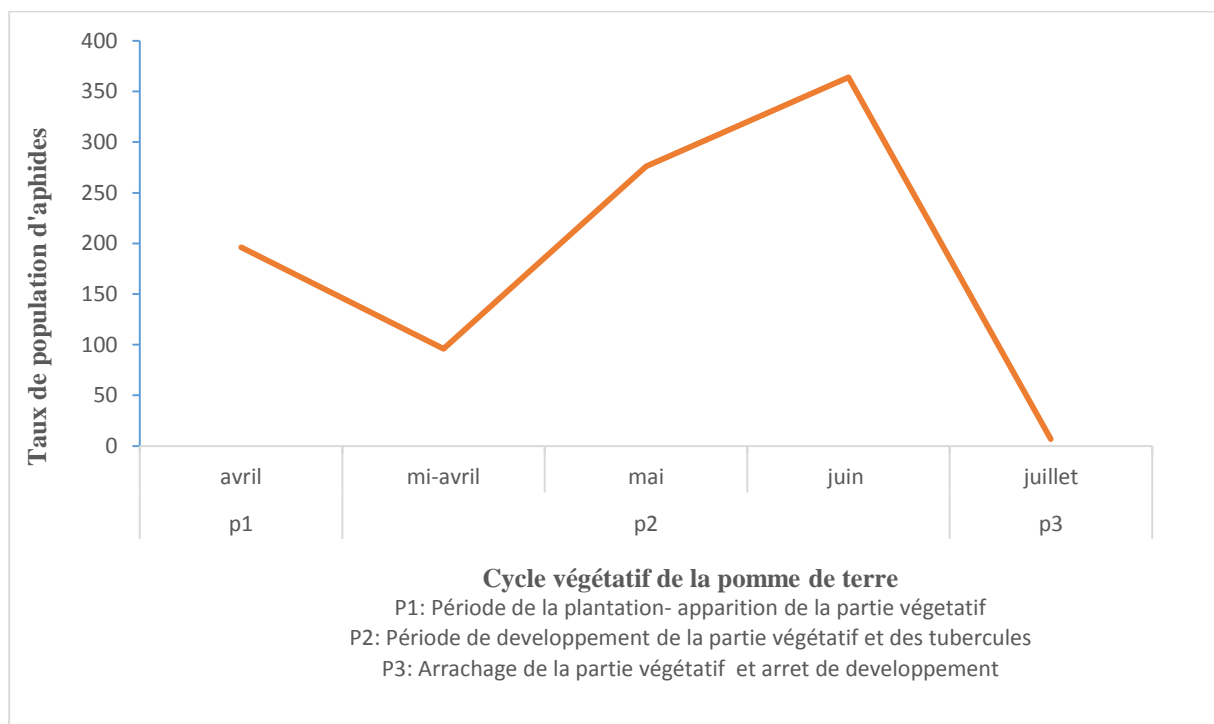


Figure 38. Évolution de la population des aphides capturés dans la parcelle de pomme de terre en 2022

7.4. Entomofaune utile

7.4.1. Prédateurs

Parmi les insectes prédateurs, quatre espèces de coccinelles appartenant à des genres différents sont notées en 2021, *Hippodamia variegata* c'est l'espèce la plus abondante. En 2022, trois espèces de coccinelles prédatrices de pucerons sont signalées, *Hippodamia variegata* rest toujours l'espèce la plus dominante (**Tableau 12**).

Tableau 12. Prédateurs des pucerons capturés dans les parcelles de pomme de terre

Ordre	Famille	Espèces	2021	2022
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	+	+
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	+	+
		<i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze, 1777)	+	-
		<i>Scymnus nubilus</i> Mulant, 1850	+	+

+ : Présence - : Absence

7.4.2. Parasitoïdes Hymenoptera

Parmi toute l'entomofaune utile inventoriée en 2021, neuf espèces parasitoïdes hyménoptères primaires des aphides sont présents, répartis en deux familles : les Encyrtidae représentés uniquement par une seule espèce et la famille des Braconidae avec sept espèces. Soit six espèces d'hyper-parasitoïdes sont recensées appartenant à quatre familles soit les Ceraphonidae, les Figitidae, les Megaspilidae et les Pteromalidae. *Alloxysta vitrix* est l'hyper-parasitoïde le plus abondant. En 2022, les parasitoïdes hyménoptères des aphididae sont représentés par une seule famille ; les Braconidae et soit quatre espèces d'hyper-parasitoïdes sont présents appartenant à trois familles (Ceraphonidae, Figitidae et les Pteromalidae) (**Tableau 13**).

Tableau 13. Parasitoïdes des pucerons capturés dans les parcelles de pomme de terre

Groupes	Familles	Espèces	2021	2022
Parasitoïdes	Encyrtidae	<i>Syrphophagus</i> sp.	+	-
	Braconidae	Espèce indéterminée	+	-
		<i>Aphidius ervi</i> Haliday, 1833	+	-
		<i>Aphidius matricariae</i> Haliday 1834	+	+
		<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh, 1855)	+	-
		<i>Ephedrus plagiator</i> (Nees, 1811)	+	-
		<i>Ephedrus</i> sp.	+	-
		<i>Praon</i> sp.	+	+
Hyperparasitoïdes	Ceraphronidae	<i>Ceraphron</i> sp.	+	+
	Figitidae	<i>Aganaspis</i> sp.	+	-
		<i>Alloxysta vitrix</i> (Westwood, 1833)	+	+
	Megaspilidae	<i>Dendrocerus</i> sp.	+	-
	Pteromalidae	<i>Asaphes</i> sp.	+	+

+: Présence -: Absence

II. Cas de Poivron

1. Diversité entomofaunistique

L'inventaire réalisé sur le poivron sous abri au cours de l'année 2021, a révélé la présence de 672 individus d'insectes. L'ensemble de ces Insectes sont répartis sur huit ordres et 55 familles. Par contre l'inventaire réalisé dans la serre du poivron en 2022 a révélé la présence de 1682 individus d'insectes regroupant 78 espèces capturées appartenant à huit ordres et 45 familles. (Annexe 3 et 4).

2. Indices écologiques

2.1. Abondance relative

2.1.1. Abondance relative des ordres taxonomiques

L'ordre des Hemiptera est le plus abondant regroupant 286 individus qui représente une abondance relative de 42,56%. Il est suivi par l'ordre des Hymenoptera (AR%=27,38%) renfermant 184 individus. Les Diptera avec 15,77% soit 106 individus, les Coleoptera avec 10,27% (69 individus), les Thysanoptera avec 2,23% (15 individus), les Lepidoptera avec 1,19%. Les Dermaptera et les Siphonaptera, affichent 0,30% chacun (**Figure 39**).

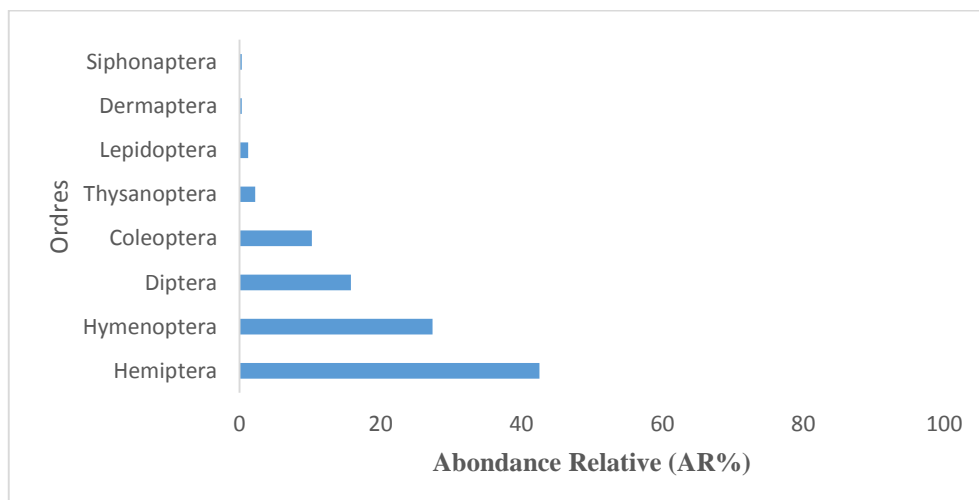


Figure 39. Abondance relative des ordres notés dans la serre de poivron en 2021

Parmi tous les insectes capturés durant l'inventaire réalisé en 2022, l'ordre des Diptera représente l'ordre le plus abondant avec une abondance relative de 38,47% représentant 649 individus. Il est suivi par l'ordre des Hemiptera (AR%=30,02%), des Hymenoptera (AR%=17,06%) et l'ordre des Coleoptera qui regroupant 152 individus soit AR% égale à 9,04%. Les ordres des Thysanoptera, Lépidoptera, Orthoptera et les Néoptera présentent une abondance relative étaient faible, variant entre 0,24 et 4,34 % (**Figure 40**).

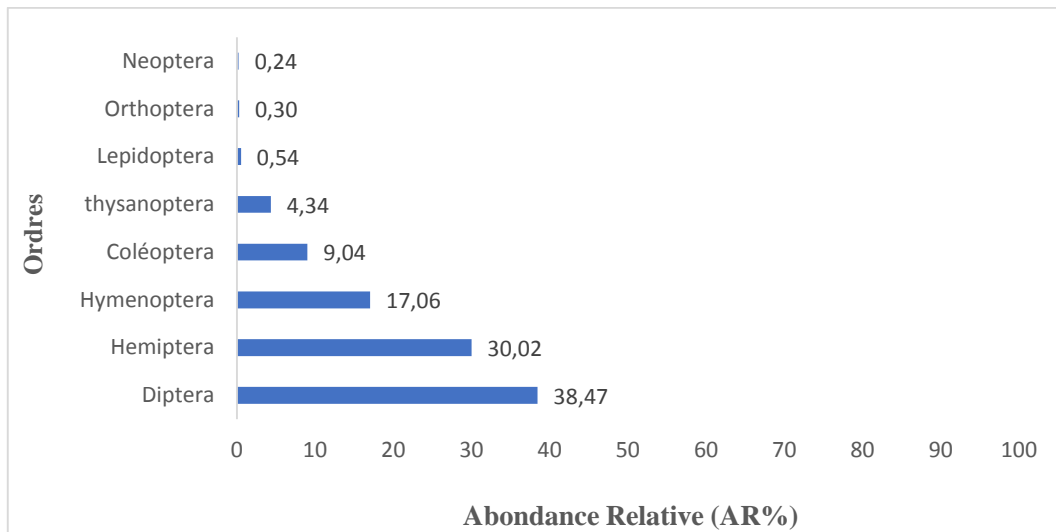


Figure 40. Abondance relative des ordres notés dans la serre de poivron en 2022

2.1.2. Abondance relative des familles appartenant aux ordres les plus abondants

Au cours de l'inventaire réalisé en 2021, l'ordre des Hemiptera regroupe principalement la famille des Aphididae avec une abondance relative de 83,57% soit 239 individus, les Psyllidae avec une abondance relative de 5,94%, les Anthocoridae, les Cercopidae et les Cicadellidae avec une abondance relative égale à 2,45%. Par ailleurs, les Jassidae, Lygaeidae, Pentatomidae et Pyrrcorridae avec des abondances relatives faibles respectivement de 1,40%, 1,05%, 0,35% et 0,35% (**Figures 41**).

Dans l'ordre des Hymenoptera, c'est surtout la famille des Formicidae qui est la plus abondante avec un taux de 63,5%. Cette famille est suivie par les Ichneumonidae avec AR%=10,3%. Les abondances relatives les plus faibles sont notées chez les Figitidae (AR%=6.5%), les

Braconidae (4,8%), les Pteromalidae (3,2%), les Andrenidae (2,1%), les Apidae, les Diapriidae les Vespidae l'abondance relative égale à 1,6%, les Halictidae et les Megaspilidae (1%) et 0,5% pour les familles Chalcididae, Cynapidae, Encyrtidae et Platygastriidae.

L'ordre des Diptera regroupe 13 familles où l'on retrouve que les Agromyzidae sont les plus abondants avec une abondance relative 31,13%, les Syrphidae avec 17,92%, les Calliphoridae (14,15%), les Opomyzidae (12,26%). Les Scathophagidae et les Sciaridae affichent une abondance relative de 5,66%, suivit par les Muscidae (4,72%). Les Cecidomyiidae et les Chloropidae avec taux de 1,89%, et les familles Dolichopodidae, Empididae, Psychodidae et sepsidae avec AR%=0,94%.

L'ordre des Coleoptera regroupe 11 familles, les Anthicidae les plus abondants (AR%=36,2%), suivit par les Scarabeidae (AR%=26%), les Tenebrionidae avec AR%=13%. Pour les Cantharidae et les Chrysomelidae l'abondance relative est de l'ordre de 5,8%, les Melyridae avec AR%=4,3% et les Coccinellidae avec AR%=2,9%. Les trois dernières familles (Carabidae, Curculionidae et les Etoridae) sont signalées avec une faible abondance (AR%=1,4%).

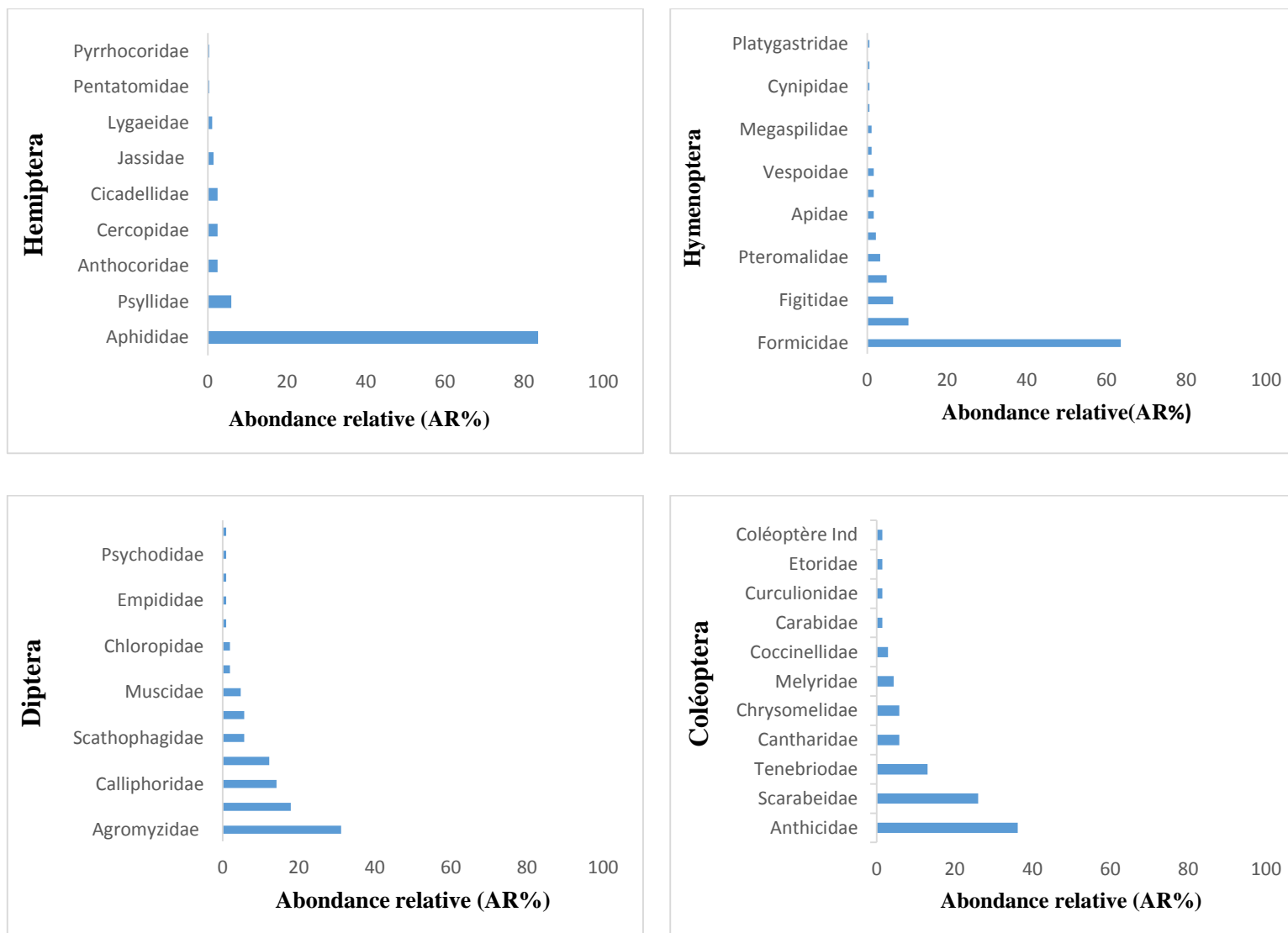


Figure 41. Abondance relative des familles regroupées par ordres sur poivron en 2021

Par contre en 2022, l'ordre des Diptera regroupe 10 familles où les Agromyzidae demeure la plus abondante avec une abondance relative de 41,29%. Elle est suivit par les Anthomyiidae avec 14,64%, les Calliphoridae (13,71%) et les Muscidae (11,25%). Les autres familles sont faiblement représentées (**Figure 42**).

L'ordre des Hemiptera regroupe seulement 4 familles. Les Aphididae sont les plus abondants en atteignant une abondance relative de 71,49%. Les Psyllidae et les Cicadellidae occupent la seconde position avec des abondances relatives respectivement 14,26% et 12,67%. Les Anthocoridae restent la famille la moins riche et n'affiche qu'une abondance relative de 1,58%.

Chez les Hymenoptera ce sont surtout la famille des Formicidae qui est la plus abondante avec une AR%=52,61%. Les autres familles ne présentent que de faibles abondances notamment les Apidae (11,15%), les Braconidae (8,71%), les Ichneumonidae (7,6%) et les Andrenidae (5,92%). Les autres familles représentantes de cet ordre tel que les Diapriidae, Eulophidae, Figitidae, Vespoidea, Pteromalidae, Mymaridae, Aphelinidae et les Cerphronidae ne dépassent pas 5 %.

Les Coleoptera regroupe 7 familles où les Cantharidae semblent être relativement abondants (AR%=18,42%), suivit par les Coccinellidae (AR%=5,92%), les Carabidae avec AR%=5,26% et les Chrysomelidae avec à AR%=2,63%. Toutefois, les Meloidae, les Melyridae et les Tenebrionidae n'affichent que 1,97%.

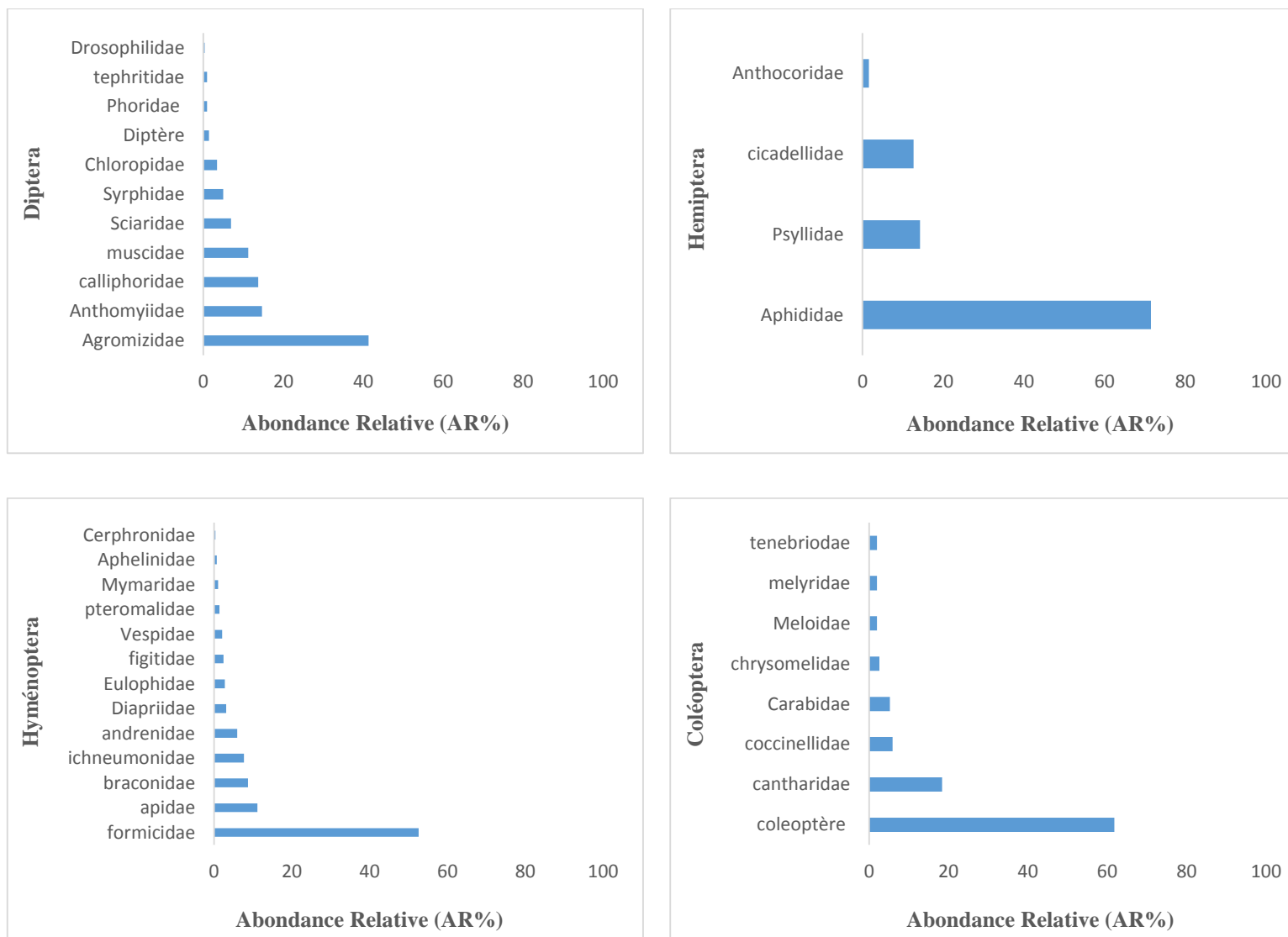


Figure 42. Abondance relative des familles regroupées par ordres sur poivron en 2022

2.2. La richesse spécifique (S)

Au cours de cycle végétatif du poivron sous serre en 2021, Les richesses spécifiques notées durant le cycle de développement du poivron sont différentes d'une sorties à une autre. On a noté des richesses maximales à partir la phase de la floraison ; en 2021 c'est au début de mois d'Avril, par contre en 2022, c'est en mois de juin. Cet augmentation est causé par l'installation des pollinisateurs (Apidae) attirés par les fleurs de poivron, mais aussi l'apparition des ravageurs phytophages (Les aphides, les thrips et les d'autres diptères ravageurs) qui attaquent les parties végétatifs et les fruits. On note une diminution des richesses par la suite cela est due au flétrissement des plantes à cause de la propagation d'un virus au sein de la serre.

La richesse moyenne en 2021 égale à 19 taxa avec un intervalle de confiance qui varie entre [14,54 – 22,57] et une P-value = $2,214 \times 10^{-8}$. Tandis qu'en 2022 la richesse moyenne est de 25 taxa avec un intervalle de confiance variant entre 19,38 à 30,48. De plus, la P-value calculée est de $2,545 \times 10^{-7}$ (**Tableau 14**). Ceci signifie que la richesse notée au cours des différentes des sorties présente une différence significative en nombre de taxa signalés au cours de chaque saison, cette différence est due à la synchronisation d'installation des insectes au cours de cycle phénologique de la plante.

Tableau 14. Test de moyen des richesses

Années	Richesse moyenne	Intervalle de confiance	P-value
2021	19	[14,54 – 22,57]	$2,214 \times 10^{-8}$.
2022	25	[19,38 - 30,48]	$2,545 \times 10^{-7}$

En effet, au début de la plantation de l'année 2021, 12 taxa sont recensés. Deux mois plus tard, une évolution notable de la richesse est constatée, au mois de mai, une valeur extrême est enregistrée, soit une richesse maximale est d'ordre de 26 taxa. Suite à cela, on constate une baisse de richesse, et vers la fin du cycle de la plante, on note 10 taxa.

Au début de la plantation le mois d'Avril 2022 une richesse moyenne de 24 taxons est notée. Au cours du mois de mai, on remarque une faible diminution de la richesse où l'on a enregistré la diminution des ravageurs opophages causé par une application d'un insecticide. Par la suite,

on note une richesse moyenne extrême au cours du mois de Juin (28 taxons) à cause de la réinstallation des aphides et l'attaque des autres insectes opophages lors de la fructification. Vers la fin du cycle végétatif de la plante, une diminution notable de la richesse moyenne (23 taxa) est notée (**Figure 43**).

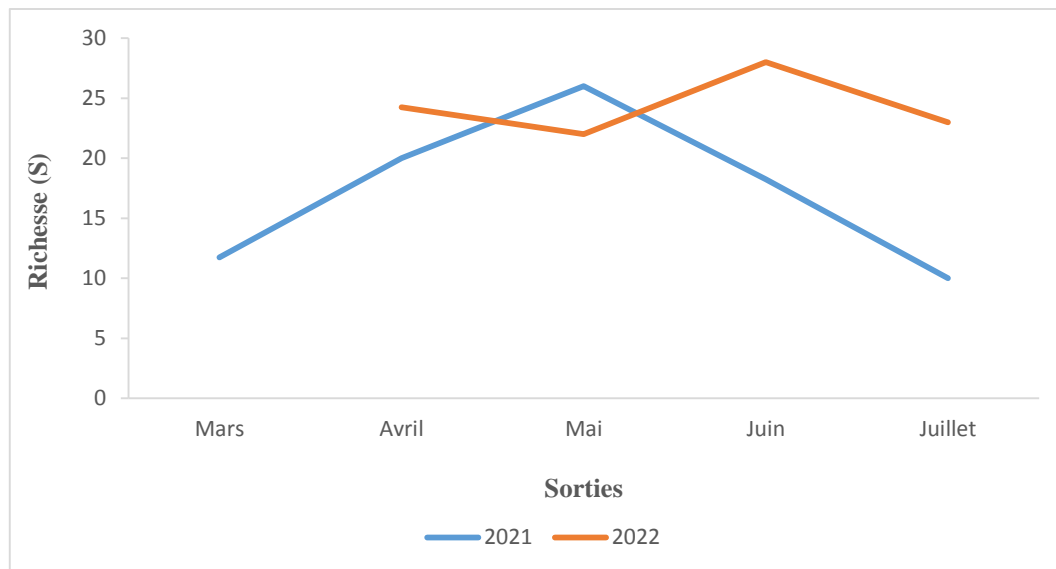


Figure 43. Richesse spécifique sur le poivron sous serre

2.3. Indice de diversité de Shannon (H')

Les résultats repris dans la **figure 44**, montrent que l'indice de Shannon varie entre 3,18 et 4,73 bits au cours de la saison de 2021 par contre en 2022 il varie entre 3,75 et 4,15 bits, mais la plus grande diversité est observée au début de la fructification, causé par l'installation des phytophages ainsi qu'au cours de cette période on signale une augmentation des pollinisateurs à cause de l'apparition des boutons florales de poivron.

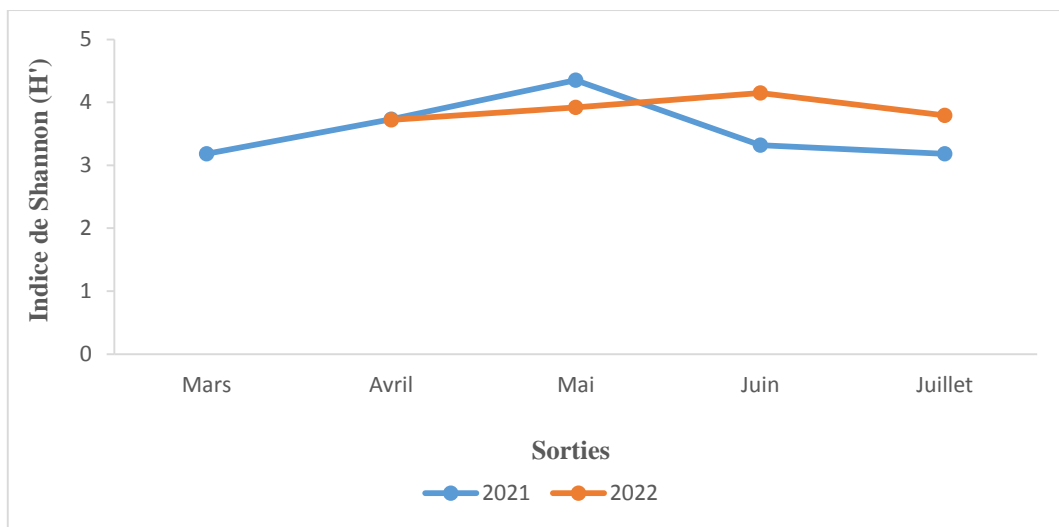


Figure 44. Indice de diversité de Shannon sur poivron sous serre

2.4. Indice d'équitabilité (E)

Dans la serre de poivron installé en 2021, l'indice d'Equitabilité calculé varie entre 0,85 et 0,96, hors qu'en 2022 était supérieur à 0,80 et inférieure à 0,9 (Figure 45). Au fur et à mesure que la plante grandit phénologiquement, l'indice d'équitabilité augmente et dépasse les 0,90. Cela indique que la serre de poivron se trouve dans un équilibre écologique, où la diversité est maintenue. La serre en étant un biotope fermé, favorise le maintien de toute une faune dans des conditions plus ou moins favorables.

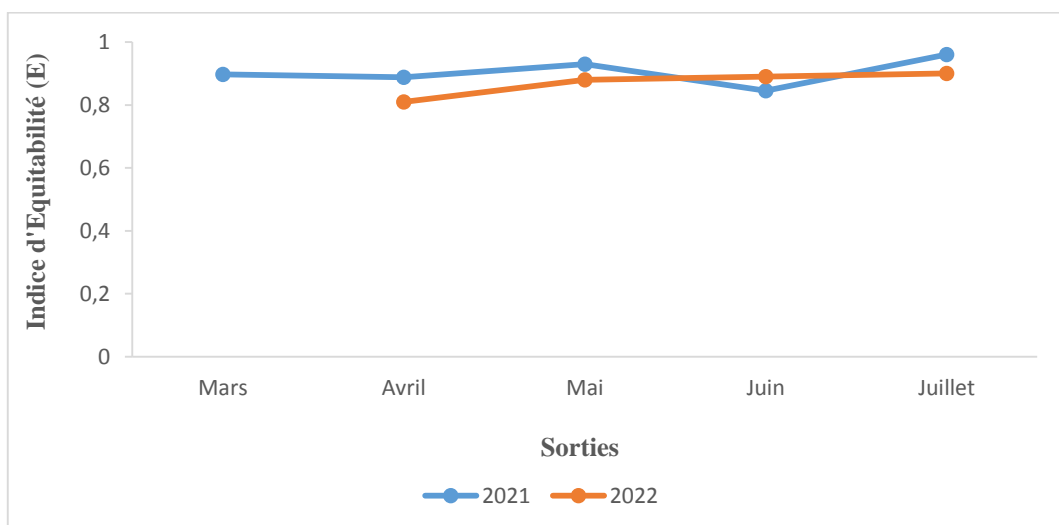


Figure 45. Indice d'Equitabilité sur poivron sous serre

3. Statut trophique

L'analyse des résultats obtenus dans le peuplement des insectes capturés dans la serre de poivron en 2021, selon le statut trophique des individus, a mis en évidence que, 68,72% des insectes capturés sont des phytophages. Alors que l'abondance relative des espèces prédatrices est de l'ordre de 17,85%, les parasitoïdes de 8,69% et les pollinisateurs 4,74%. En 2022, 70,71% des insectes capturés, sont des phytophages. Les espèces prédatrices ne représentent que 18,42% du total des espèces capturées. Les parasitoïdes et les pollinisateurs quant à eux, ne forment que 5,43% pour chacun de l'abondance totale (**Figure 46**).

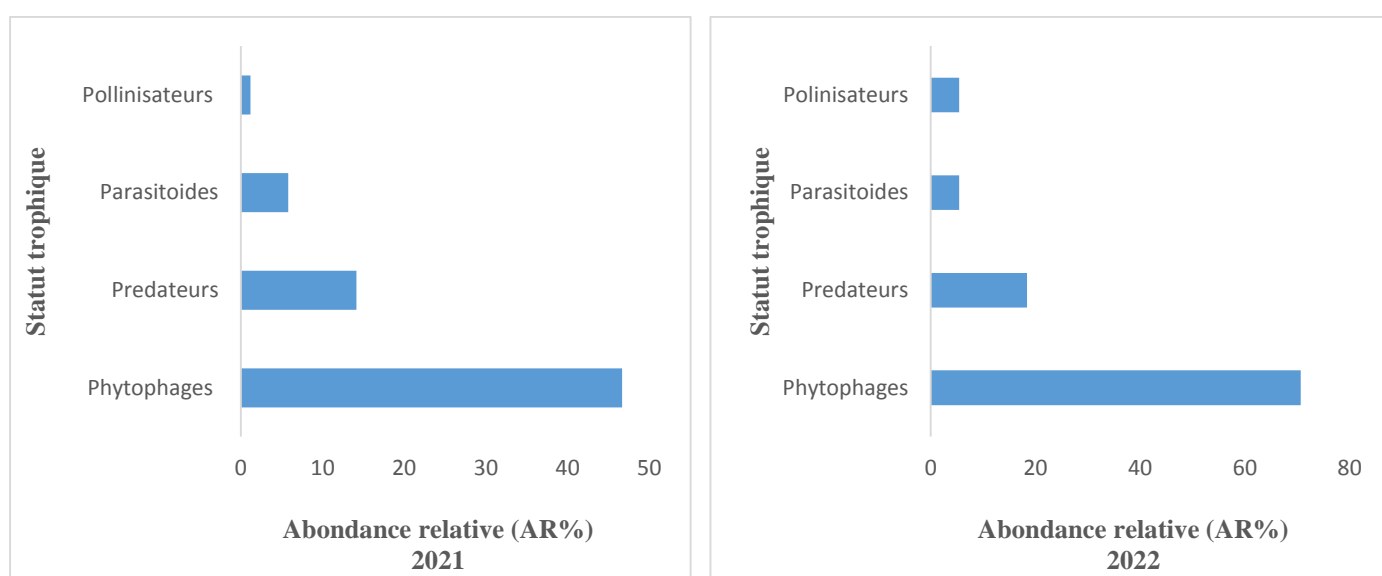


Figure 46. Abondance relative des statuts trophiques des insectes capturés dans la serre de poivron

4. Relation Statut trophique - stade phénologique de poivron

Les relations entre les bioagresseurs et les plantes hôtes sont conditionnées par différents caractères physiques des végétaux tels que la taille, la forme, la présence de cires épicuticulaires, le stade phénologique et la couleur de la plante mais aussi par des facteurs chimiques tels que la présence de métabolites secondaires.

La sélection des plantes hôtes par les insectes, tant phytophages que leurs prédateurs et leurs parasitoïdes, doit être considérée dans un contexte évolutif global. L'équilibre observé

aujourd'hui résulte notamment de l'interaction plantes - insectes qui sont dynamiques. A chaque instant, la plante ou le bioagresseur peut acquérir un nouvel avantage.

Les deux types de protagonistes, le ravageur et le végétal, s'adaptent de manière différente aux conditions changeantes. D'autres pressions environnementales (comme le microclimat) peuvent aussi avoir un effet dans ces interactions en influençant les cycles de développement et de croissance tant des ravageurs que des plantes hôtes.

Lors de la phase de **développement végétatif de poivron pendant l'année 2021** ; au début de la plantation, 80 insectes sont capturés. Les phytophages représentent la plus grande partie du peuplement d'insectes capturés, avec une abondance relative de 88,75 %. Suivis par les parasitoïdes et les prédateurs, avec une abondance relative de 5 %. Les pollinisateurs ont une abondance de 1,25%.

A partir de stade de la **floraison**, sur les 216 insectes capturés, les phytophages représentent 74,07%, Viennent ensuite les prédateur avec 11,57%, les parasitoïdes (7,87%) et les pollinisateur (6,48%).

Au cours du stade de la **fructification**, 326 individus d'insectes sont captués. Parmi eux, les phytophages qui constituent 61,04% du total des captures. Les prédateurs participent avec 25,77%, les parasitoïdes avec 9,20% et les pollinisateurs avec seulement 3,99%.

La figure 47 représente abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2021.

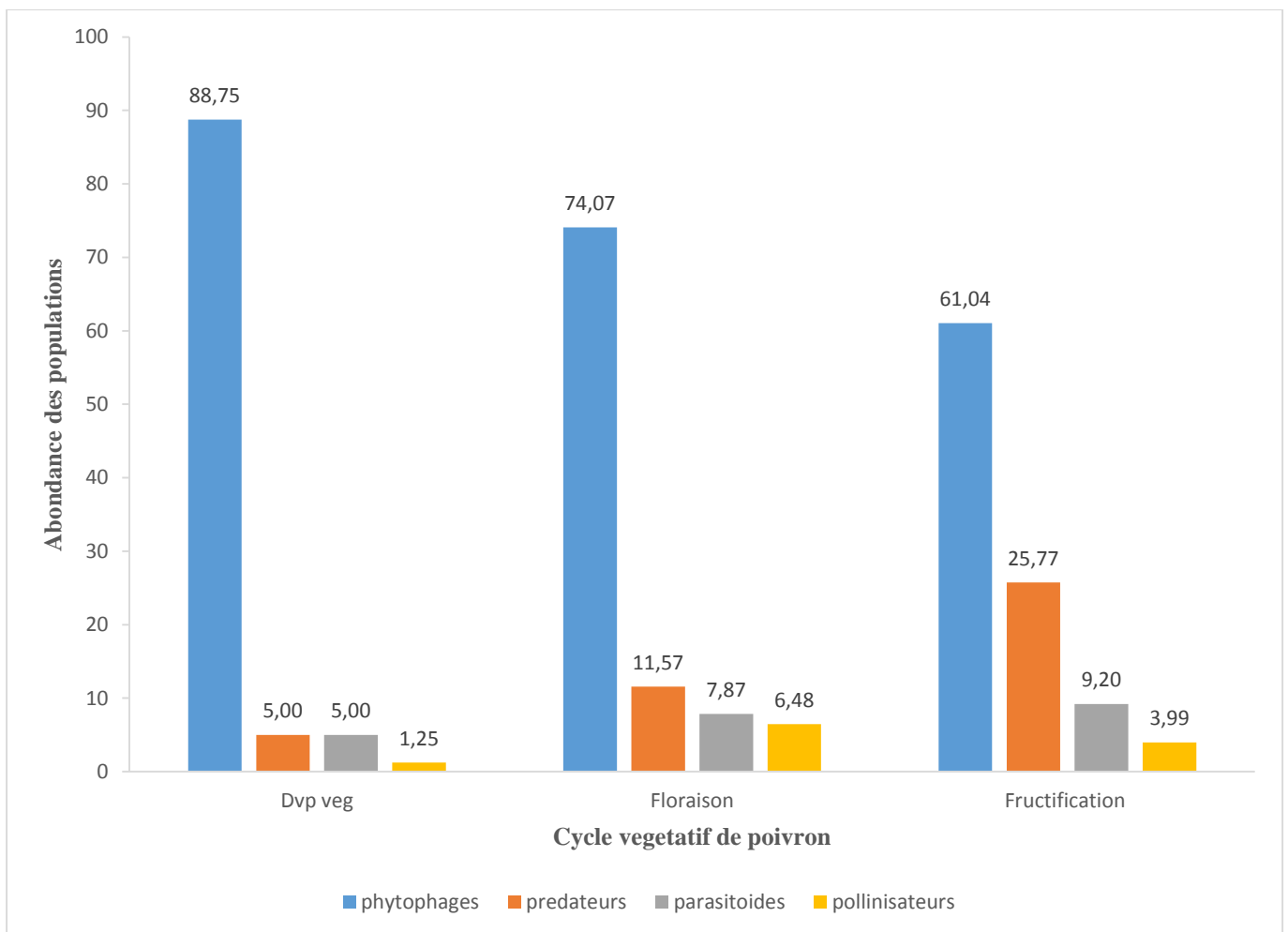


Figure 47. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2021

Durant la phase de **développement végétatif de poivron de 2022**, 139 individus d'insectes est recensés. Les phytophages représentent la plus grande partie du peuplement d'insectes capturés, avec une abondance relative de 96,40%. Suivis par les hyménoptères parasitoïdes, avec une abondance relative de 2,88%. Les pollinisateurs ont une abondance de 0,72, par contre l'abondance relative des prédateurs est nulle.

Lors de la période de la **floraison**, sur les 534 insectes capturés, c'est toujours les phytophages qui prédominent où l'on a enregistré une abondance de 73,78%. Ce n'est qu'à ce stade de développement de la plante qu'apparaissent les prédateurs où ils affichent 13,86%, de

l'abondance globale. Alors que les hyménoptères parasitoïdes (5,81%) et les pollinisateurs affichent un niveau très bas (6,55%).

Au cours du stade de la **fructification**, 909 individus d'insectes sont relevés où les phytophages forment 61,72% du total des captures. Cette augmentation des insectes phytophages va permettre aux prédateurs de se multiplier et de se nourrir, ils présentent 20,79% du total des insectes. Les parasitoïdes et les pollinisateurs semblent garder le même niveau de population où l'on note respectivement 9,79% et 7,70%.

La figure 48 représente l'abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2022

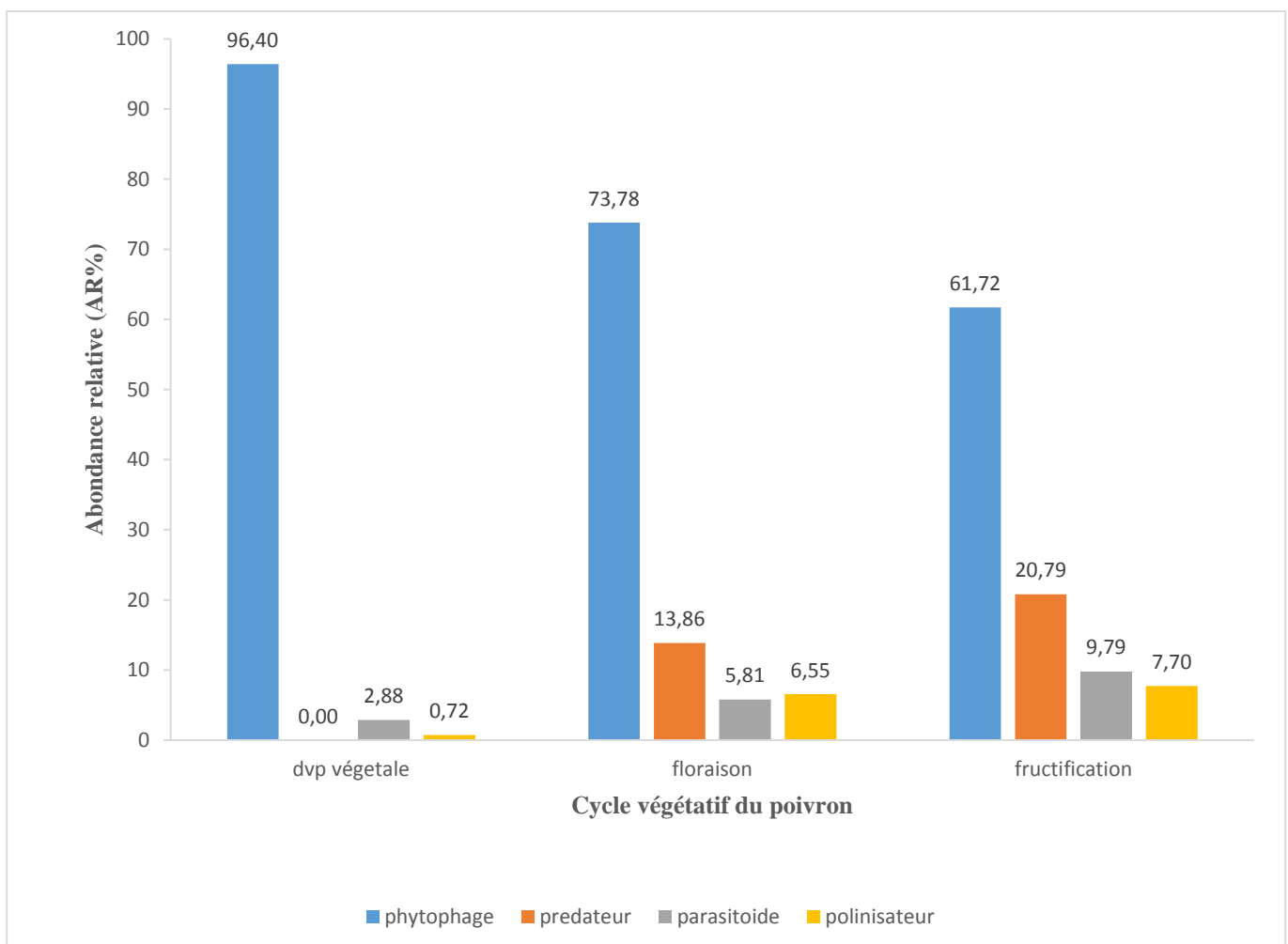


Figure 48. Abondance relative des insectes capturés selon leurs statuts trophiques et les stades phénologiques de poivron en 2022

5. Évolution des espèces capturées selon les stades phénologiques de poivron

Au cours de cycle végétale de la plante, on signale un développement des populations d'insectes phytophages, de prédateurs, de parasitoïdes et de pollinisateurs.

En 2021, dès la **plantation** et jusqu'au début de la **floraison**, les insectes phytophages commencent à s'installer et se développer, donc on note une augmentation des populations phytophages pour atteindre son nombre maximal de 160 individus. Parallèlement, on observe une légère augmentation des populations de prédateurs et de parasitoïdes.

De la **floraison** à l'apparition des premiers fruits, on remarque une diminution remarquable des populations phytophages. En revanche, les populations de prédateurs et de parasitoïdes augmentent, en particulier pendant la période printanière, qui favorise le développement des parasitoïdes. Les actions des parasitoïdes et des prédateurs ont un effet négatif sur la population des insectes ravageurs.

Pendant la **maturation des fruits**, durant la saison chaude, la population d'insectes phytophages diminue, tandis que les prédateurs augmentent, exerçant une action prédatrice sur les ravageurs phytophages. La population de parasitoïdes diminue en raison des températures élevées dans la serre. La population de pollinisateurs est presque nulle, à l'exception de la période de **floraison**.

La **figure 49** représente l'évolution des espèces regroupées en fonction de leurs statut trophique ; phytophages, prédateurs, parasitoïdes et pollinisateurs

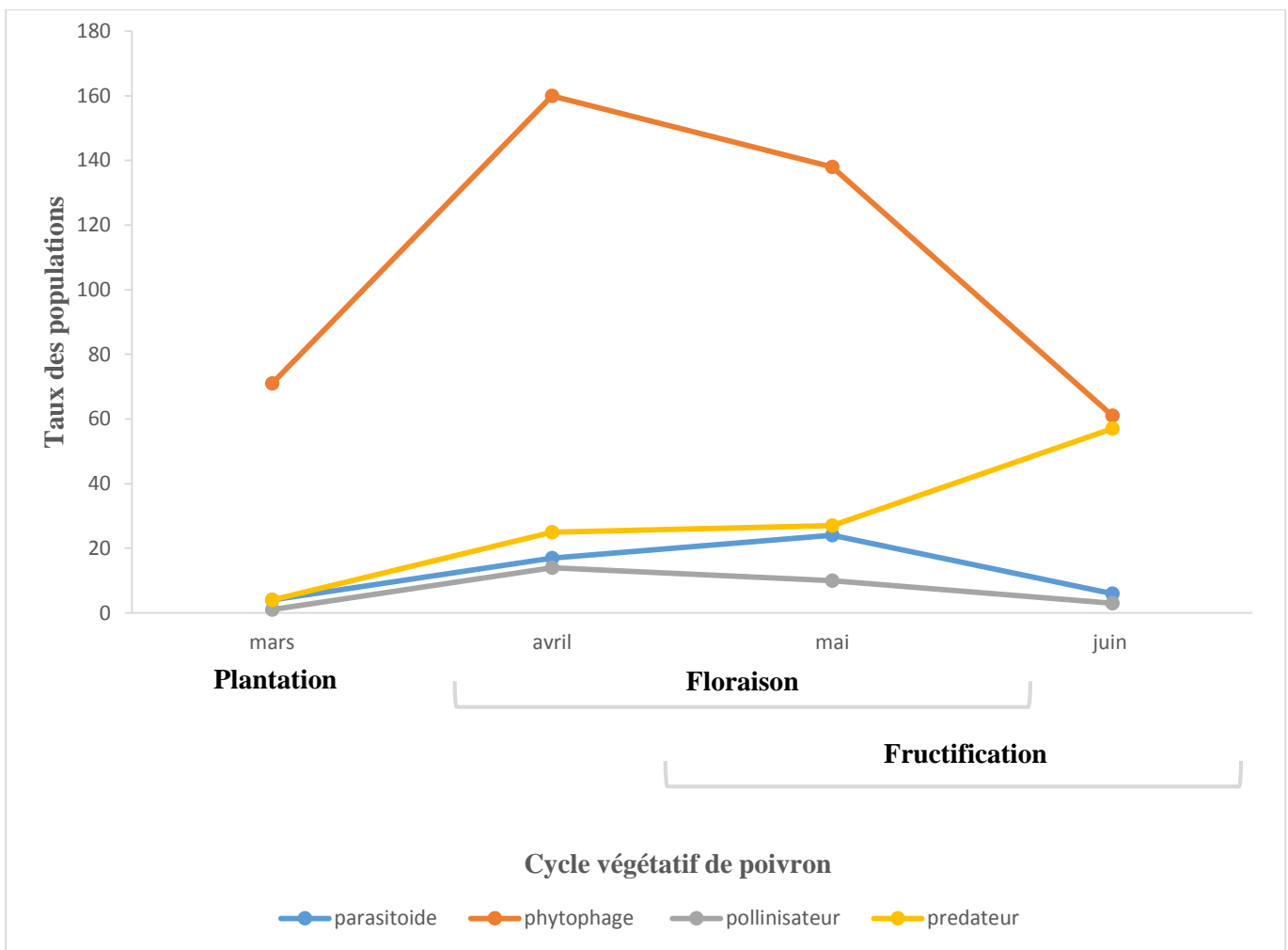


Figure 49. Évolution des populations des insectes capturés dans la serre de poivron en 2021

Au cours de la première semaine de la plantation de poivron en 2022, le nombre d'insectes phytophages est important soit 134 individus. Par contre, les prédateurs et les pollinisateurs est nulle. La population des parasitoïdes est à 4 individus.

Durant de la période de développement végétale, la population des ravageurs diminue, par contre la population des prédateurs et les parasitoïdes a légèrement augmentée. Alors que la population des pollinisateurs reste nulle.

Dès le début de la floraison, au cours du mois mai, on signale une diminution importante de la population des phytophages (49 individus). En parallèle, une augmentation est observé dans les

populations des prédateurs (17 individus) et les parasitoïdes (4 individus). Par contre, la population des pollinisateurs se développe de plus en plus.

Lors de l'apparition des premiers fruits (début juin), on remarque une augmentation des populations d'insectes ; les phytophages (134 individus), les prédateurs (21 individus), les parasitoïdes (18 individus) et les pollinisateurs (10 individus).

Pendant le mois de juin, période de la maturation des fruits, une diminution notable des phytophages (28 individus) est notée, alors que le nombre des prédateurs et des parasitoïdes augmentent, exerçant une action prédatrice sur les ravageurs phytophages. Vers la fin du mois de Juin et la période du mois de Juillet, on assiste à une diminution des effectifs des phytophages, des prédateurs et des parasitoïdes. Il est à souligner qu'en raison de l'absence des fleurs et l'augmentation de la température, les pollinisateurs tendent à disparaître totalement.

La figure 50 ci-dessous représente l'évolution des espèces regroupées en fonction de leurs statut trophique ; phytophages, prédateurs, parasitoïdes et pollinisateurs.



Figure 50. Évolution des populations des insectes capturés dans la serre de poivron en 2022

6. Analyse de la population des ravageurs

La majorité des espèces phytophages capturés dans la serre de poivron en 2021, sont des hémiptères (AR%= 64,37%), suivis par les Diptères (AR= 15,86%). Les coléoptères sont présents avec une abondance de 9,34%. Les autres ordres affichent des abondances relatives faibles et variables entre 1,48 et 4,60%.

En 2022, les Diptères représentent 45,53% des ravageurs phytophages. Ils sont suivis par les Hémiptères qui forment des populations plus ou moins importantes (AR=43,60%). Par contre, les Thysanoptères sont rares (6,40%) ainsi que les autres ordres qui affichent seulement des abondances relatives faibles variant entre 0,44 et 3,42%.

La figure 51 représente les ordres des espèces phytophages capturés dans la serre de poivron en 2021.

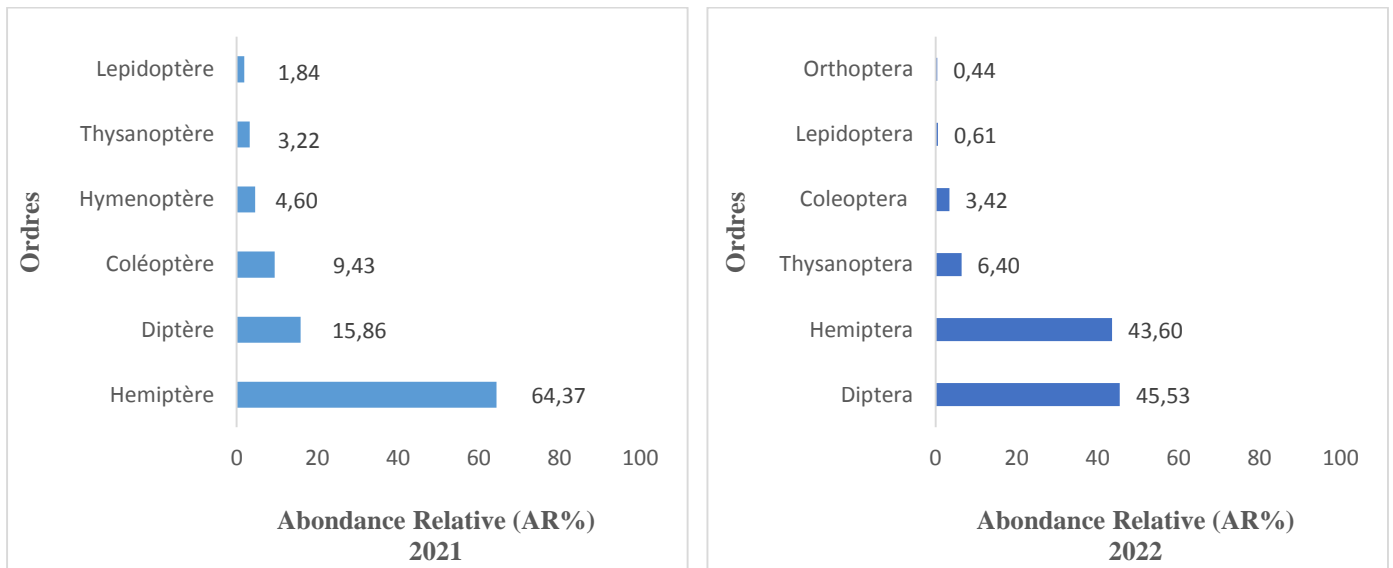


Figure 51. Abondance relatives des ordres des ravageurs phytophages capturés dans la serre de poivron

7. Bioécologie des Aphides

7.1. Analyse de la population des aphides

Les pucerons sont les principaux ravageurs du poivron, qui causent des dégâts importants. L'ensemble des espèces des pucerons recensés dans la serre de poivron à Staoueli en 2021 et 2022 sont classés dans le **tableau 15**. L'inventaire réalisé au sein de la serre de poivron en 2021 a mis en évidence la présence de 239 individus, représentant 14 espèces identifiées, réparties en 10 genres et 2 tribus. Tandis qu'en 2022, 361 individus ont été capturés, renfermant 17 espèces distribuées en 13 genres et 3 tribus.

Tableau 15. Aphidofaune recensée sur le poivron

Tribus	Genre	Espèces	2021	2022
Aphidini	Aphis	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	+	+
		<i>Aphis fabae</i> Scopolo, 1763	+	+
		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843	+	-
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	+	+
	Aulacorthum	<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+
	Rhopalosiphum	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	-	+
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)		-	+	
Atheroidini	Sipha	<i>Sipha maydis</i> Passerini, 1860	-	+
Macrosiphini	Acyrthosiphon	<i>Acyrthosiphon pisum</i> (Harris, 1776)	+	+
	Brachycaudus	<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)	-	+
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+
	Brevicoryne	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	Hyperomyzus	<i>Hyperomyzus lactuacae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
	Lipaphis	<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+
	Macrosiphum	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	+	+
	Myzus	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	+	+
	Uroleucon	<i>Uroleucon sonchi</i> (Linné, 1767)	+	+
Wahlgreniella	<i>Wahlgreniella nervata</i> (Gillette, 1908)	-	+	
espèces Ind.	-	-	+	-

+: Présence -: Absence

7.2. Abondance relative des tribus et genres d'aphides capturés

Des résultats de la saison de 2021 reportés dans le tableau ci-dessus, il ressort que la tribu la plus abondante est celle des Aphidini avec 140 individus soit une AR% de 58,82%. Elle comprend les genres *Aphis* (116 individus) soit une abondance relative de 48,74% et le genre *Aulacorthum* (8 individus) avec une abondance relative de 3,35%. La tribu des Macrosiphini affiche une abondance relative de 34,45% du total des espèces recensées sur le Poivron. L'abondance relative d'*Acyrthosiphum* est de 10,04%, de 17,57% pour les *Hyperomyzus*, 7,18% pour les *Brevicoryne*, 4,20 % pour le genre Le genre de *Myzus*, *Brachycaudus* et *Uroleucon* affichent une abondance relative est de 0,42 (**Figure 52**).

Les résultats de la saison de 2022, montre que les Aphidini représente avec une abondance relative de 40,17%. Cette tribu referme trois genres qui sont : *Aphis* (AR=37,40%),

Aulacorthum (AR=1,94%) et *Rhopalosiphum* (AR=0,83%). La tribu des Macrosiphini présente une abondance relative de 59,28%, qui renferme les genres *Acyrtosiphon* (AR=34,90%) *Brachycaudus* et *Brevicoryne* avec AR= 6,37% pour chaque genre, *Myzus* (3,88%), *Hyperomyzus* (2,77%), *Lipaphis* (2,49%), *Macrosiphum* (1,39%), *Ureleucon* (0,83%) et *Wahlgreniella* (0,28%), et la tribu Atheroidin avec la présence d'un seul genre *Sipha* (0,55%) (**Figures 53**).

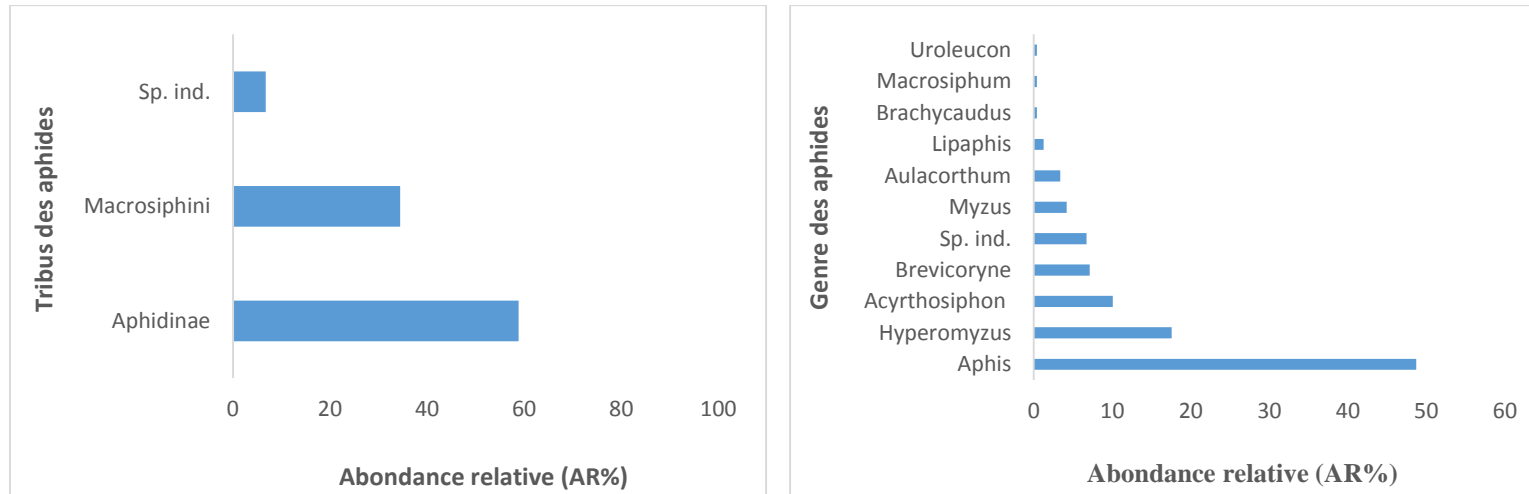


Figure 52. Abondance relative des Tribus et les Genres des aphides recensés sur le poivron sous abri serre en 2021

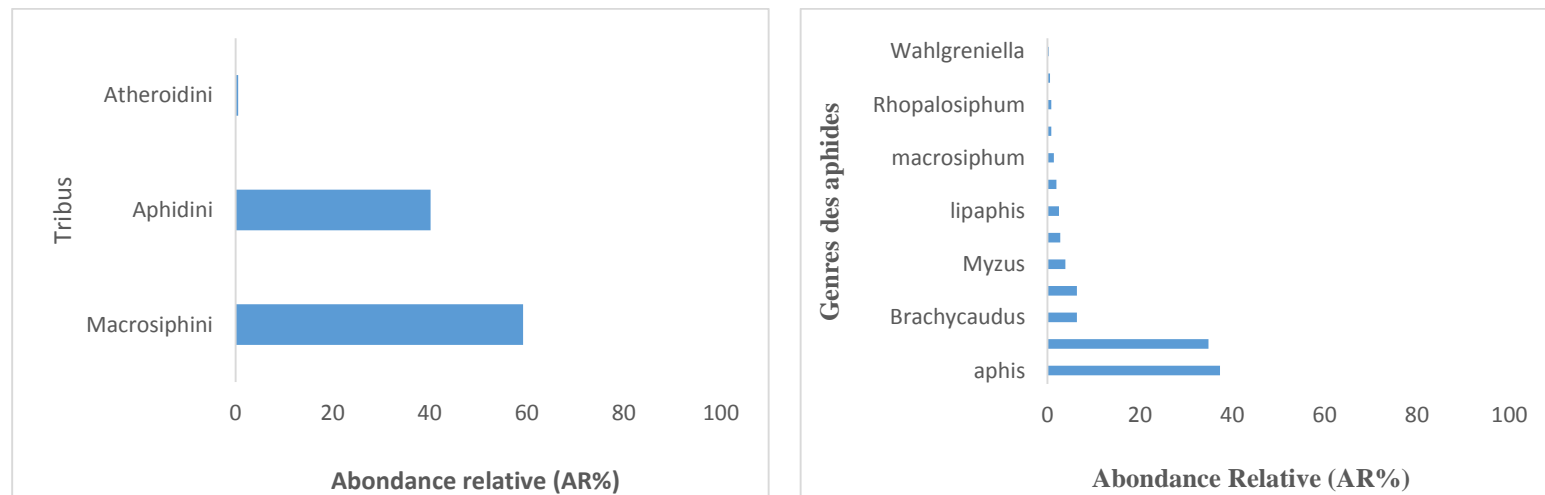


Figure 53. Abondance relative des Tribus et les Genres des aphides capturés dans la serre de poivron en 2022

7.3. Évolution de la population d'aphides capturées

Au cours de cycle végétatif de poivron de 2021, dès la plantation jusqu'à l'apparition de premières fleurs, la présence et le développement des populations des aphides sont constatés. En effet, ces aphides se développent jusqu'à ce qu'ils atteignent 125 individus au cours du mois d'Avril. Dès la floraison, une diminution des abondances de la population des aphides (19 individus) est observée (**Figure 54**). Cela est dû principalement à l'apparition des individus ailés qui se migrent sur leur deuxième plante hôte.

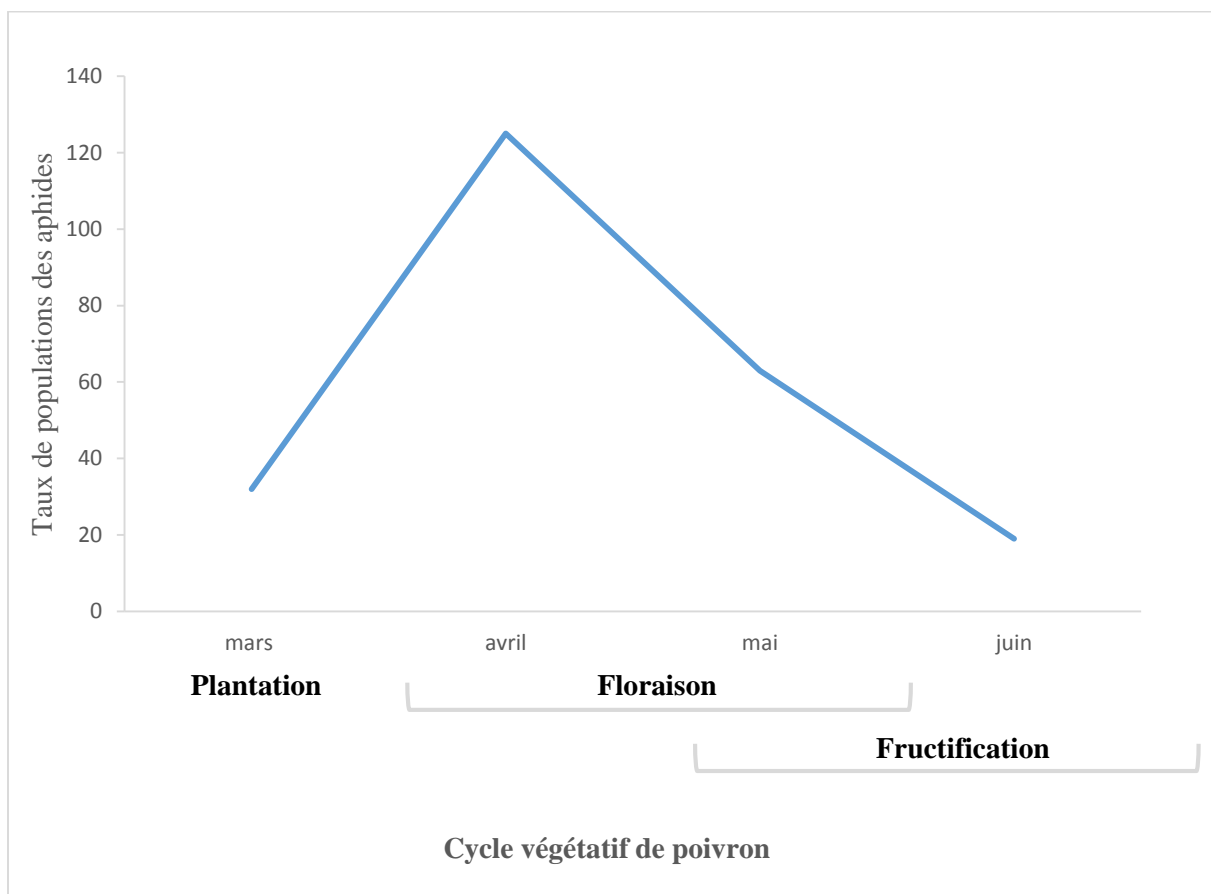


Figure 54. Évolution de la population des aphides capturés dans la serre de poivron en 2021

En 2022, dès le premier mois de la plantation du poivron, un nombre important de pucerons est relevé où les effectifs avoisinaient les 239 individus au cours de mois d'avril. Par la suite, lors de la floraison, une diminution du nombre d'individus est remarquée. Une chute des populations des aphides avec 45 individus est observée suite à une application d'un insecticide contre les pucerons dans la serre. Au début de mois de juin, période de fructification, on assiste à reprise de la l'activité des aphides et une réinstallation des colonies, le nombre d'individus recensé est 45. Par la suite l'abondance des aphides diminue vers la fin de cycle de la culture (**Figure 55**). Cela est dû principalement à l'augmentation de la température ainsi que l'apparition des générations des pucerons ailés qui se migrent sur leur deuxième plante hôte.

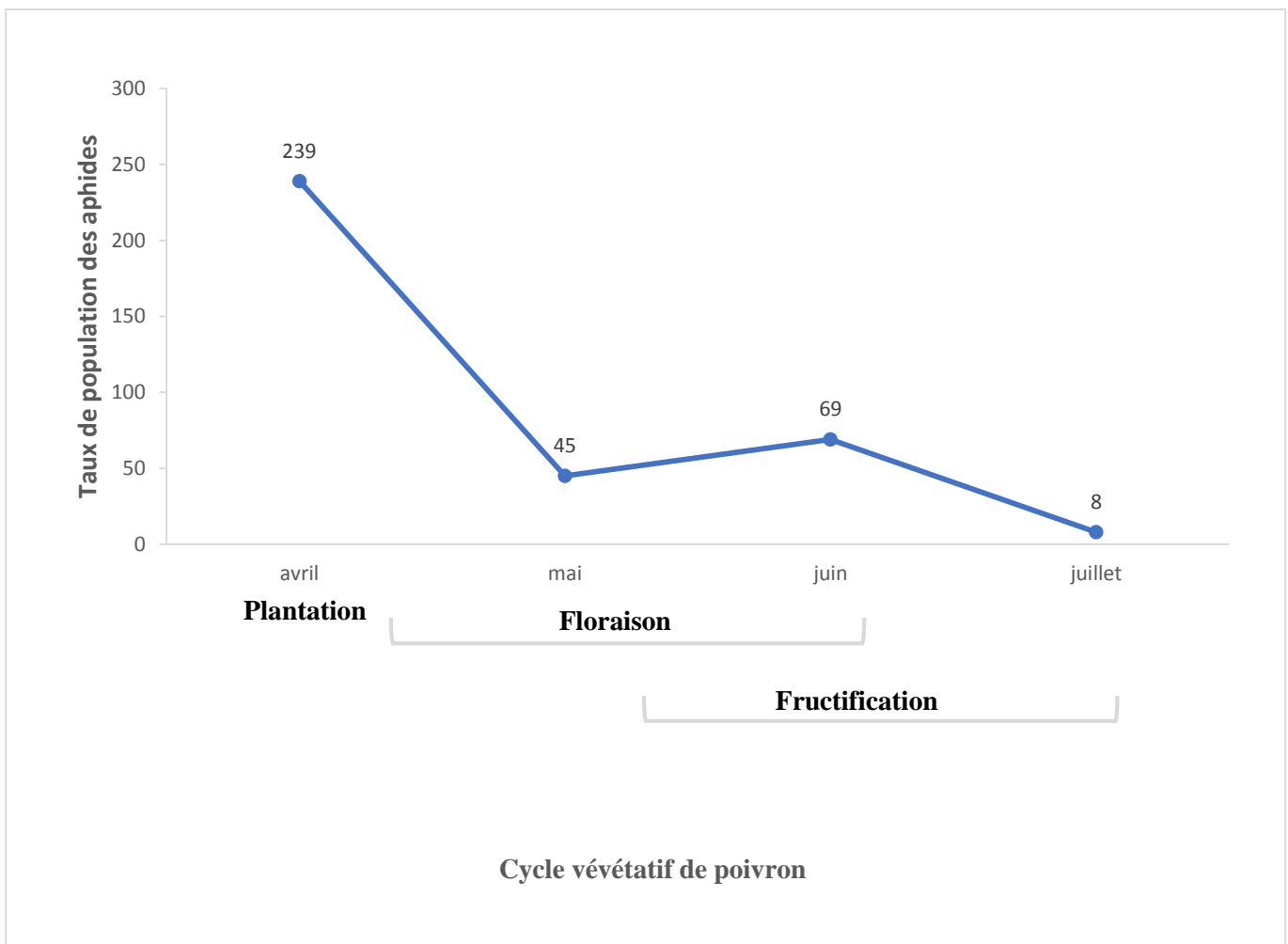


Figure 55. Évolution de la population des aphides capturés dans la serre de poivron en 2022

7.4. Entomofaune utile

7.4.1. Prédateurs

Lors de l'inventaire réalisé dans la serre de poivron en 2021, des espèces prédatrices des pucerons sont ressencées : deux espèces de coccinelles appartenant au genre *Scymnus* et *Coccinella*. Par contre en 2022, ainsi que quatre espèces prédatrices des aphides dont trois espèces de la famille des Coccinellidae, l'espèce la plus abondante c'est *Hippodamia Variegata*. La famille des Chrysopidae n'est représentée que par seule espèce avec une faible abondance (**Tableau 16**).

Tableau 16. Prédateurs des pucerons capturés dans la serre de poivron

Ordre	Famille	Espèce	2012	2022
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus</i> sp	+	+
		<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	+	+
		<i>Hippodamia Variegata</i> (Goeze, 1777)	-	+
Nevroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	-	+

+: Présence -: Absence

7.4.2. Parasitoïdes Hyménoptera

Lors de l'inventaire réalisé en 2021, quatre espèces d'Hyménoptera parasitoïdes primaires appartenant à deux familles sont observées. Les Braconidae renferment trois espèces avec différentes abondances dont *Ephedrus* sp. est la plus abondante. Les hyper-parasitoïdes sont représentés par une seule espèce *Alloxysta victrix*. En 2022, quatre espèces de d'Hyménoptera parasitoïdes primaires appartenant à la famille des Braconidae sont observées. Trois autres espèces se sont avérées des hyper-parasitoïdes appartenant à 3 familles : les Pteromalidae, les Cerphronidae et les Figitidae. *Alloxysta victrix* est l'espèce la plus abondante (**Tableau 17**).

Tableau 17. Parasitoïdes des pucerons capturés dans la serre de poivron

Groupes	Familles	Espèces	2021	2022
Parasitoïdes Primaires	Braconidae	<i>Ephedrus</i> sp	+	+
		<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880)	+	-
		<i>Aphidius</i> sp	+	+
		<i>Praon</i> sp.	-	+
	Encyrtidae	Espèce Indéterminée	+	-
Hyperparasitoïdes	Figitidae	<i>Alloxysta victrix</i> (Westwood, 1833)	+	+
	Pteromalidae	<i>asaphes</i> sp.	-	+
	Cerphronidae	<i>Ceraphron</i> sp.	-	+

+: Présence -: Absence

III. Analyse factorielle des correspondances

Cette analyse tient compte de la présence ou de l'absence des familles piégées dans les pièges mis en place dans les parcelles de pomme de terre et de poivron durant les 2ans (**annexe 2**). La contribution des espèces à l'inertie totale pour la construction de l'axe 1 est de 48,96 %. Elle est de 36,09 % pour l'élaboration de l'axe 2 et 14,95% pour l'axe 3 (**Figure 56**). On prend en considération deux axes factoriels les plus expliquent plus de la moitié de la variabilité du nuage. La somme des deux contributions de l'axe 1 et 2 à l'inertie totale est de 85,05 %. La contribution des cultures pour la formation des axes 1 et 2 et 3 sont mentionnées dans le **tableau 18**.

Tableau 18. Pourcentage de Contribution des cultures selon les axes factorielles

Cultures	Code	Dim 1	Dim 2	Dim 3
Pomme de terre 2021	Pdt2021	22,26	42,49	0,62
Pomme de terre 2022	Pdt2022	26,80	0,41	53,28
Poivron 2021	Poivron2021	17,19	56,67	0,28
Poivron 2022	Poivron2022	33,75	0,43	45,82

Axe 1 : la culture de pomme de terre participe le plus à la formation de l'axe 1 avec 22,2% pour la plantation de 2021 suivie par celle de 2022 avec 26,19%. Le poivron intervient avec un pourcentage de 17,19% en 2021 et 33,75% en 2022. Les familles Anthomyiidae, Gelechiidae et Chrysopidae sont les familles qui participent le plus à la contribution de l'axe 1.

Axe 2 : la contribution la plus élevée à la formation de l'axe 2 est celle des deux cultures plantées en 202, soit le poivron de 2021 participe avec 56,67% suivis par la pomme de terre de 2021 avec 42,49%, par contre les cultures de 2022 participe avec des faibles. Les familles les plus représentatives de l'axe 2 sont les Cynipidae, Etoridae, Labiduridae, Platygasteridae et Scathophagidae.

Axe 3 : contrairement à l'axe 2, l'axe 3 participe à la contribution des plantations de 2022, soit la pomme de terre 53,28% et le poivron 45,82%, avec la contribution des familles des Chrysopidae, Aphelinidae, Eulophidae, Meloidae et Tephritidae.

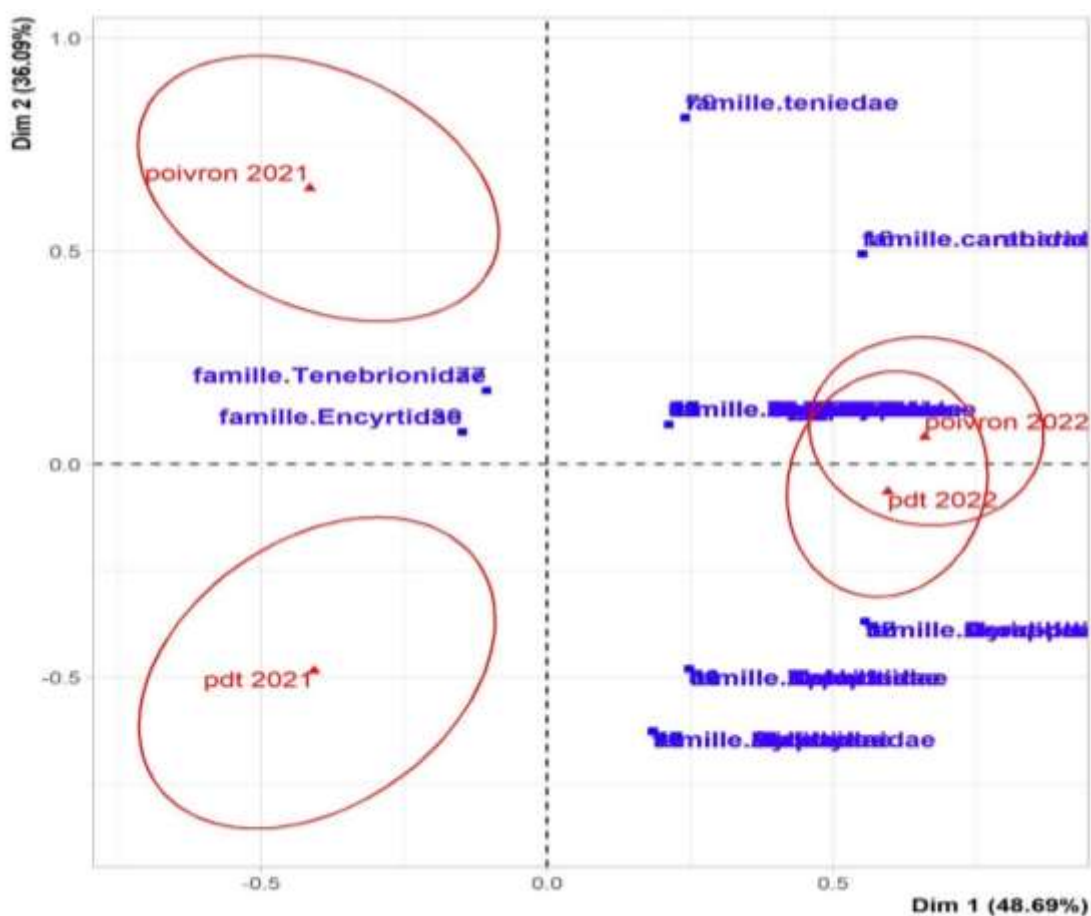


Figure 56. Répartition des familles d'insectes capturés dans les deux cultures au cours des deux années (2021-2022)

B. Systématique

I. Systématique des Aphididae

L'identification des espèces est basée principalement sur les caractères morphologiques, les montages entre lame et lamelle permettent d'effectuer des observations plus précises. Les observations ont été effectuées avec un microscope.

1. Tribu Aphidini

1.1. *Aphis craccivora* Koch, 1854

L'adulte de cette espèce est aptère de couleur noire brillant avec une légère pruine cireuse. L'abdomen est recouvert d'une grande plaque sclérifiée noire et brillante (**Figure 58A**). Les antennes sont de la longueur du corps et sont rembrunies à l'apex de chaque article, le front est plat ou légèrement sinué (**Figure 58B**). Les cornicules sont droites, courtes, épaisses et noires (**Figure 58C**). La cauda est noire portant environ sept soies (**Hulle et al., 1999; Blackman et Eastop, 2000**)(**Figure 58D**).



Figure 57. *Aphis craccivora* (Original)

A- Adulte aptère (Gr × 40) ; B - Tête (Sinus frontal) et les Antennes (Gr × 100)

C - Cauda (Gr × 100) ; D - Cornicules (Gr × 100)

1.2. *Aphis fabae* Scopoli, 1763

Les adultes sont aptères de forme trapue, de couleur noir mat avec des taches blanches cireuses sur l'abdomen portant de petits sclérites spinaux épars et de discrets sclérites marginaux, ainsi que deux bandes arquées spino-pleurales entre les cornicules (**Figure 59A**). Le front est plat ou légèrement sinué avec tubercules frontaux distincts. Les antennes sont courtes (**Figure 59B**). Les cornicules sont coniques, droites, courtes et noires, la cauda est noire, épaisse, trapue, digitiforme et ornée de nombreuses soies (**Leclant, 2000**)(**Figure 59C**).

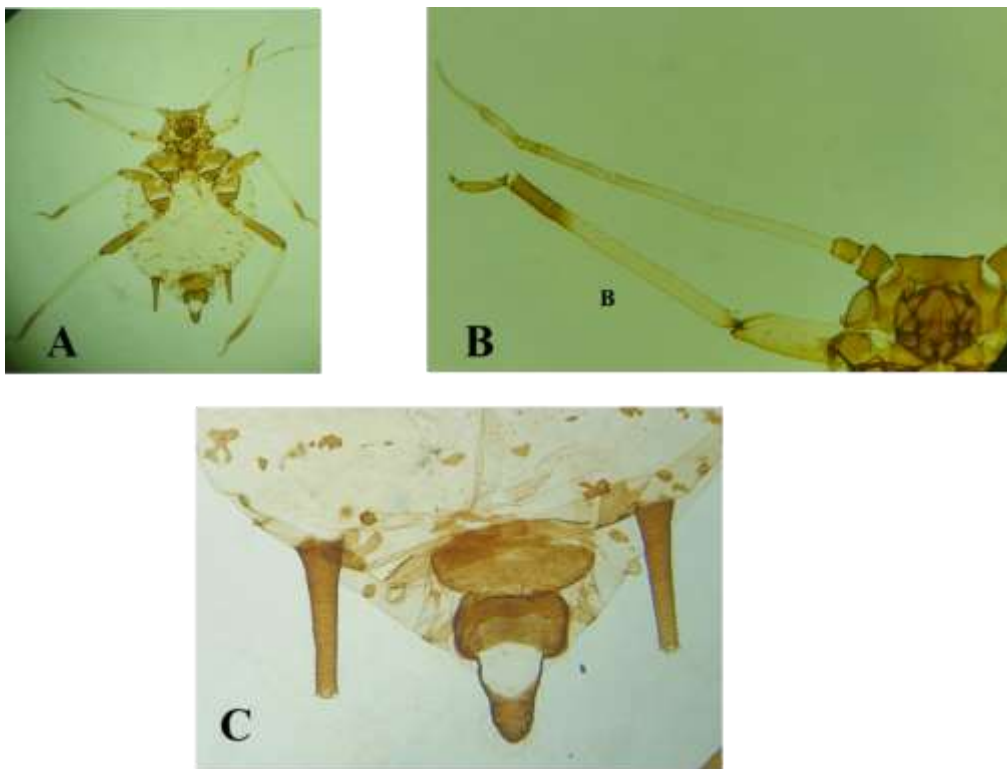


Figure 58. *Aphis fabae* (Original)

A- Adulte aptère (Gr×40) **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr ×100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

1.3. *Aphis Frangulae* Kaltenbach, 1845

Selon **Blackman** et **Eastop** (2000), l'adulte d'*Aphis frangulae* est connu par sa couleur verte olive à brunâtre, il mesure 1,8 à 2 mm de long, le front légèrement sinueux avec tubercules frontaux distinctes (**Figure 60A.**), la longueur des antennes est inférieure à celle du corps (**Figure 60B.**), abdomen présentant des sclérites marginales. Cornicules uniformément pigmentées, striées de couleur sombre à noire, la cauda pigmentée mais toujours plus claire que les cornicules portant 8 à 10 soies (**Figure 60C.**).



Figure 59. *Aphis Frangulae* (Original)

A- Adulte aptère (Gr × 40) ; **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

1.4. *Aphis gossypii* Glover, 1877

L'adulte est de forme arrondi, en général dépourvu de pigmentation dorsale excepté parfois, dans la région marginale (sclérites circulaires peu marquées), de couleur variable du jaune pâle au vert sombre liséré de noir au dépend de la colonie et la plante hôte (**Figure 61A**). Les antennes sont courtes de couleurs jaunes pâles, front plat ou légèrement sinué (**Figure 61B**). Le prothorax porte des tubercules latéraux très développés. Les cornicules droites, noires et sont toujours très foncées sur toute la longueur. La cauda est généralement de la même couleur du corps, plus pâle que les cornicules digitée avec généralement trois paires de soies (**Hulle et al., 1999; Blackman et Eastop, 2000**) (**Figure 61C**).

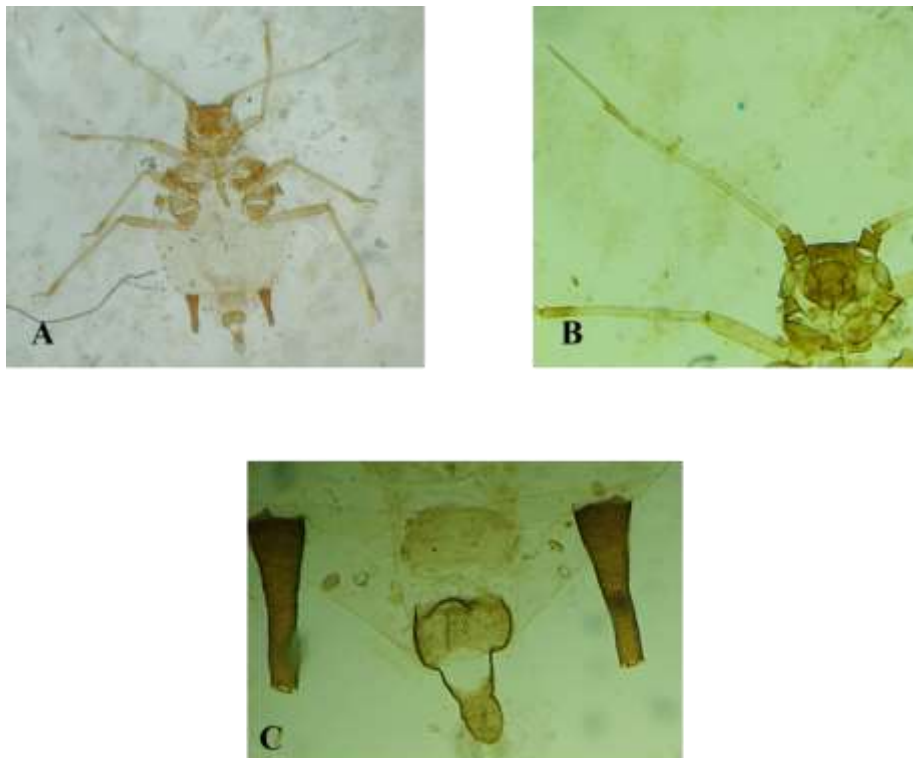


Figure 60. *Aphis gossypii* (Original)

A - Adulte aptère (Gr \times 40) ; **B** - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr \times 100)

C - Cornicules et Cauda (Gr \times 100)

1.5. *Aphis nasturtii* Kaltenbach, 1843

L'adulte est petit de taille, il mesure environ de 1,2mm, de couleur jaunâtre à verdâtre (**Figure 62A**), les antennes sont court (**Figure 62B**), l'abdomen sans pigmentation, avec des sclérites marginaux clairs. Cornicules courtes et droites, légèrement pigmentées, cauda est digilée, pigmentée comme les cornicules (**Turpeau et al., 2011**)(**Figure 62C**).

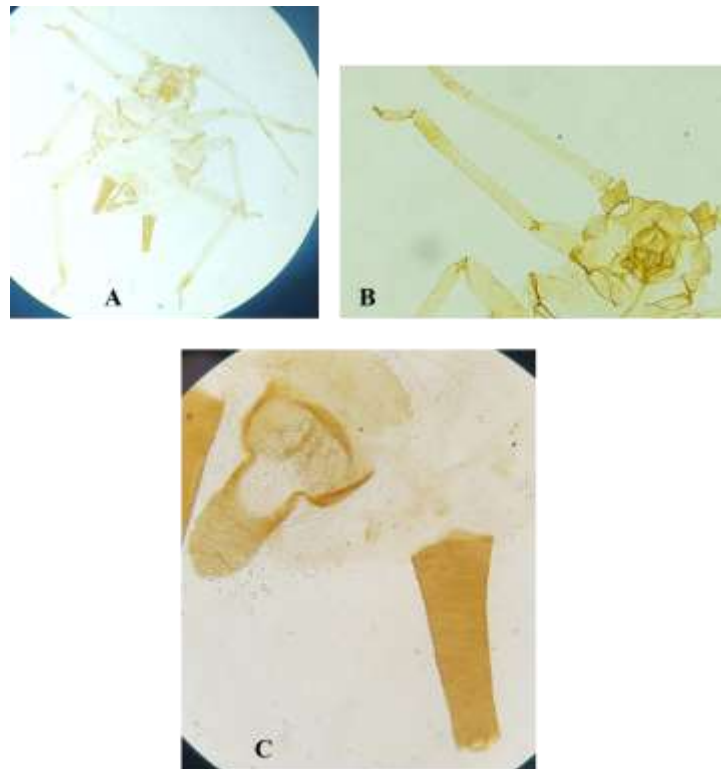


Figure 61. *Aphis nasturtii* (Original)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; **B** - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cauda et cornicules (Gr × 100)

1.6. *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)

L'adulte aptère est piriforme, de couleur vert à vert jaunâtre, brillant. Des antennes longues et le Sinus frontal à bords parallèles, en forme de « U », avec une tache plus foncée à la base des cornicules, ces derniers sont pâles sauf à l'apex élargi en une collerette fortement rembrunie à noire. La cauda est digitiforme (Leclant, 2000)

L'adulte ailé présente des bandes sombres, diffuses irrégulières et plus ou moins pigmentées sur l'abdomen et une tache à la base des cornicules (Figure 63A). Les antennes sont longues et foncées. Sinus frontal de forme « U » (Figure 63B), cornicules et cauda comme chez l'aptère (Figure 63C). Les ailes sont nervures alaires enfumées. les pattes sont longues aux articulations foncées (Hulle et al., 1999; Blackman et Eastop, 2000 ; Leclant 2000) (Figure 63D).

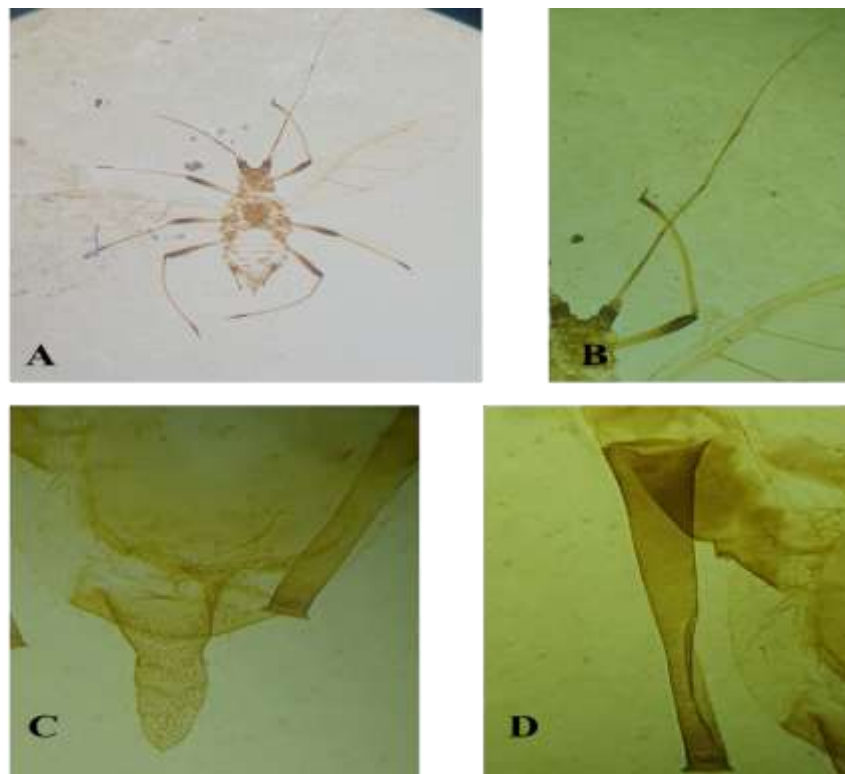


Figure 62. *Aulacorthum solani* (Original)

A - Adulte ailé (Gr × 40) ; **B** - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C - Cauda (Gr × 100) ; **D** - Cornicules (Gr × 100)

1.7. *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)

L'adulte présente un abdomen plus au moins allongé, de couleur vert foncé avec des sclérites marginaux et post-corniculaires foncés (**Figure 64A**). Le front légèrement sinué au milieu, il est presque plat, les antennes sont courtes (**Figure 64B**) cornicules petites, très rudes, pigmentées et la cauda de couleur sombre avec des soies latérales (**Heie, 1995**)(**Figure 64C**).

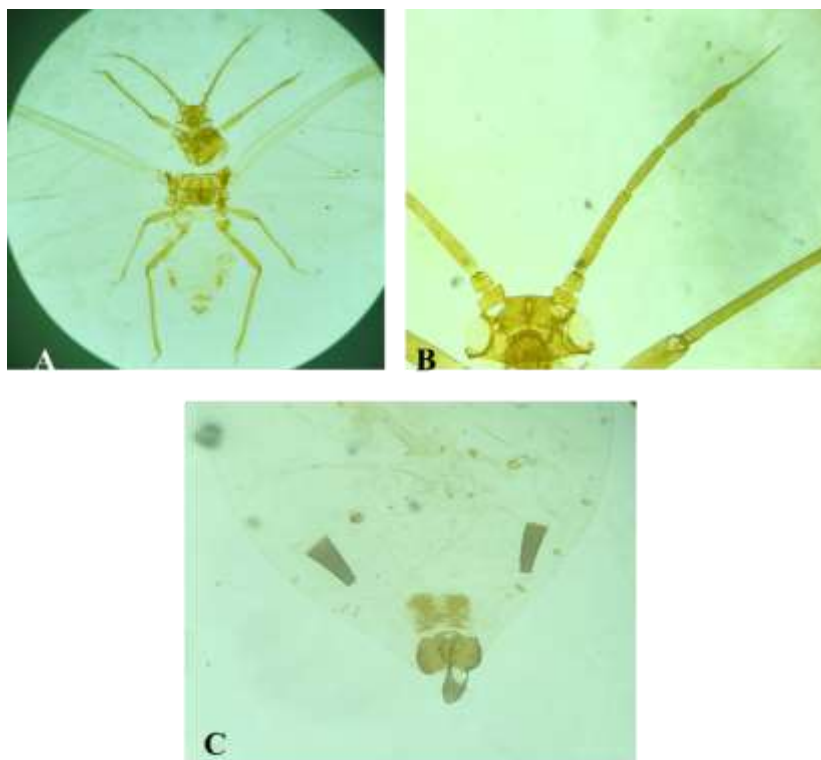


Figure 63. *Rhopalosiphum maidis* (Original)

A - Adulte ailé (Gr × 40) ; **B** - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

1.8. *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758)

L'adulte est aptère ayant une forme globuleuse, de couleur vert olive à brune, globuleux avec une large plage de couleur rouille à la base des cornicules (**Figure 65A**). Le front avec un tubercule médian prononcé, les antennes courtes (**Figure 65B**). La cauda est petite, digitée et noire portant 4 soies (**Figure 65C**). Les cornicules cylindriques moins longues que la cauda, avec une constriction peu marquée à l'extrémité s'amincissant de la base vers l'extrémité (**Heie, 1995**)(**Figure 65D**).

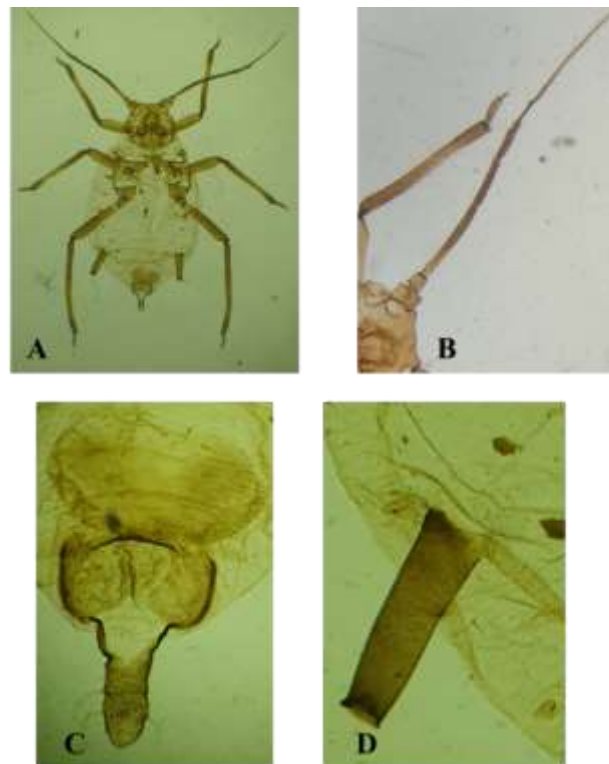


Figure 64. *Rhopalosiphum padi* (Original)

A- Adulte aptère (Gr ×40) **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr ×100)

C- Cauda (Gr ×100) **D-** Cornicules (Gr ×100)

2. Tribu Macrosiphini

2.1. *Brachycaudus cardui* (Linnaeus, 1758)

L'adulte de cette espèce est aptère, globuleux, vert jaune à parfois rougeâtre. Les antennes dépassant la moitié de la longueur du corps. L'abdomen se caractérise par une plaque dorsale brillante, compacte, s'étendant jusqu'aux sclérites marginaux (**Figure 66A**). Le front sinué (**Figure 66B**). La Cauda pigmentée, courte et arrondie (**Figure 66C**). Cornicules sombres droites (**Leclant, 1999**)(**Figure 66D**).

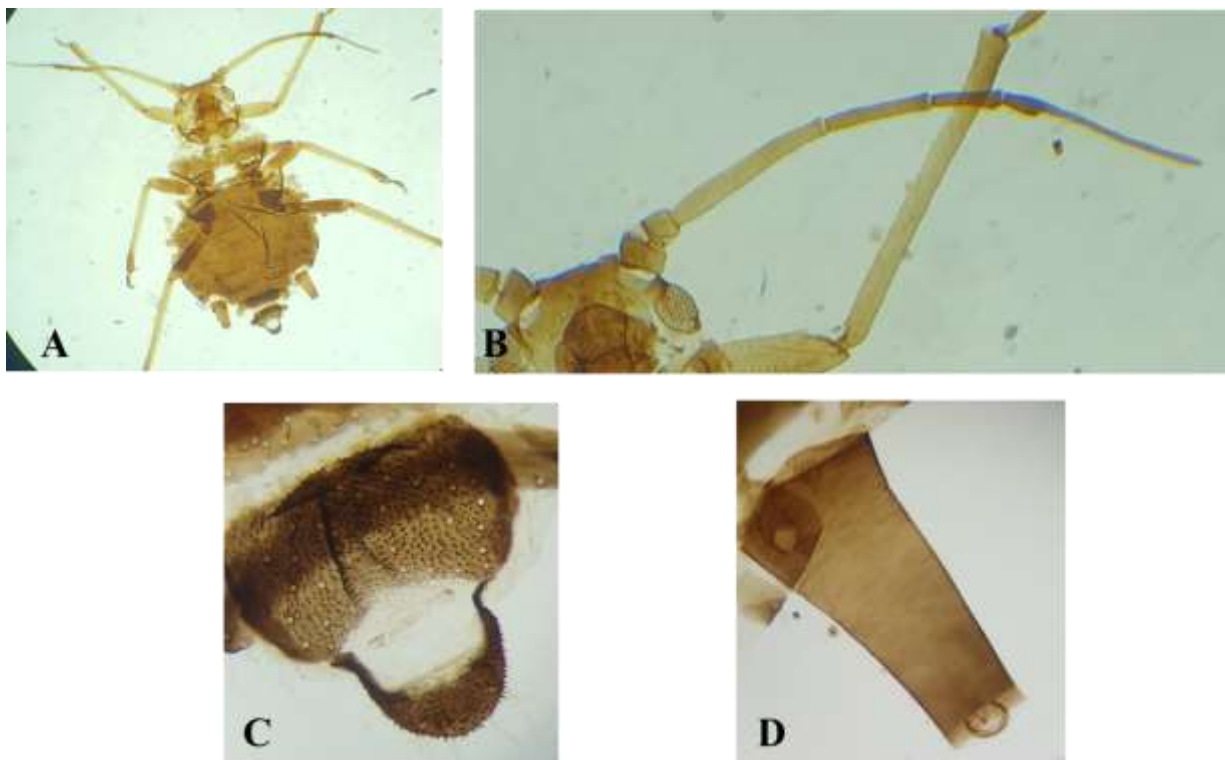


Figure 65. *Brachycaudus cardui* (Original)

A- Adulte aptère (Gr ×40) **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr ×100)

C- Cauda (Gr ×100) **D-** Cornicules (Gr ×100)

2.2. *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach, 1843)

L'adulte est de couleur vert pâle tendant parfois vers le brunâtre avec des extrémités des antennes et des pattes rembrunies, ces derniers sont plus courtes par rapport au corps d'adulte (**Figure 67A**). Front plat ou légèrement sinué (**Figure 67B**). Les cornicules sont courtes et coniques et pigmentées. La cauda est longue que large à la base, l'extrémité est arrondie avec 6 à 8 soies. L'abdomen porte de larges bandes segmentaires dorsales, ces bandes sont souvent fusionnées en grande plaque discale occupant tout l'abdomen (**Leclant, 2000**)(**Figure 67C**) .

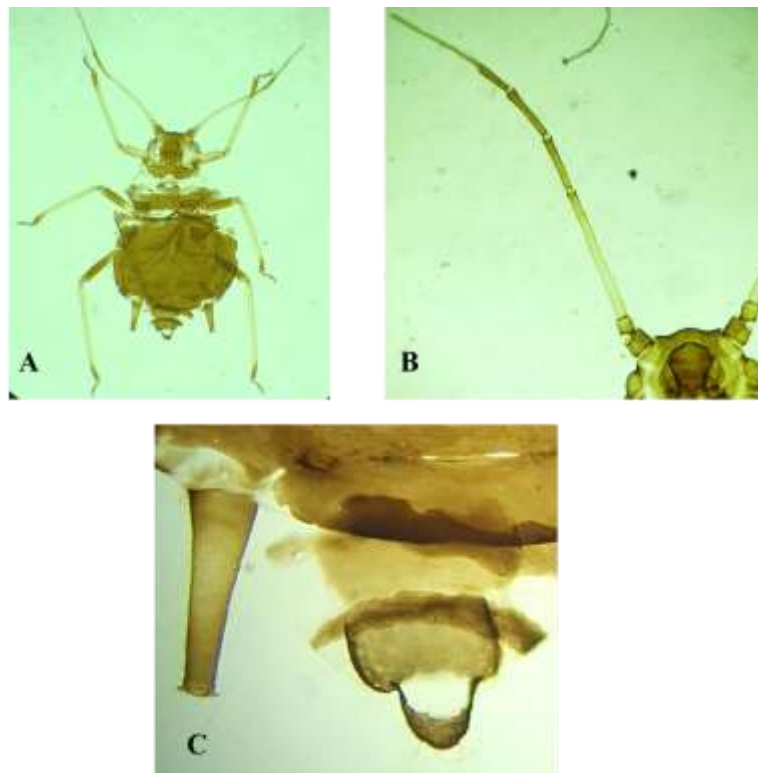


Figure 66. *Brachycaudus helichrysi* (Original)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; **B** - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cauda et cornicules (Gr ×100)

2.3. *Brevicoryne Brassicae* (Linnaeus, 1758)

Selon **Remaudière & Remaudière (1997)**, **Nieto Nafria et al. (1998)** et **Blackman et Eastop (2000)**, les adultes se caractérisent par un corps vert recouvert d'une cire poudreuse de couleur blanc grisâtre, de taille de 1,6 à 2,8 mm, l'abdomen est striés (**Figure 68A**). Les antennes sont courts composés de 6 articles, le sinus frontal sinué (**Figure 68B**). Les cornicules sont courtes renflées en forme de tonneau, la cauda triangulaire avec 7 à 8 poils incurvés (**Figure 68C**).



Figure 67. *Brevicoryne Brassicae* (Original)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; B - Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cauda et cornicules (Gr × 100)

2.4. *Hyperomyzus Lactuacae* (Linnaeus, 1758)

L'adulte est aptère de couleur vert jaunâtre et brillant, les antennes sont longues, l'abdomen se distingue par une plaque abdominale perforée et présente des sclérites marginaux, post-corniculaires foncées (**Figure 69A**). Le front est plat et faiblement sinué (**Figure 69B**). Les cornicules vertes renflées et légèrement pigmentées (**Figure 69C**). Cauda de forme triangulaire rétrécie au milieu portant 8 à 10 soies et de couleur pale (**Hulle et al., 1999**)(**Figure 69D**).

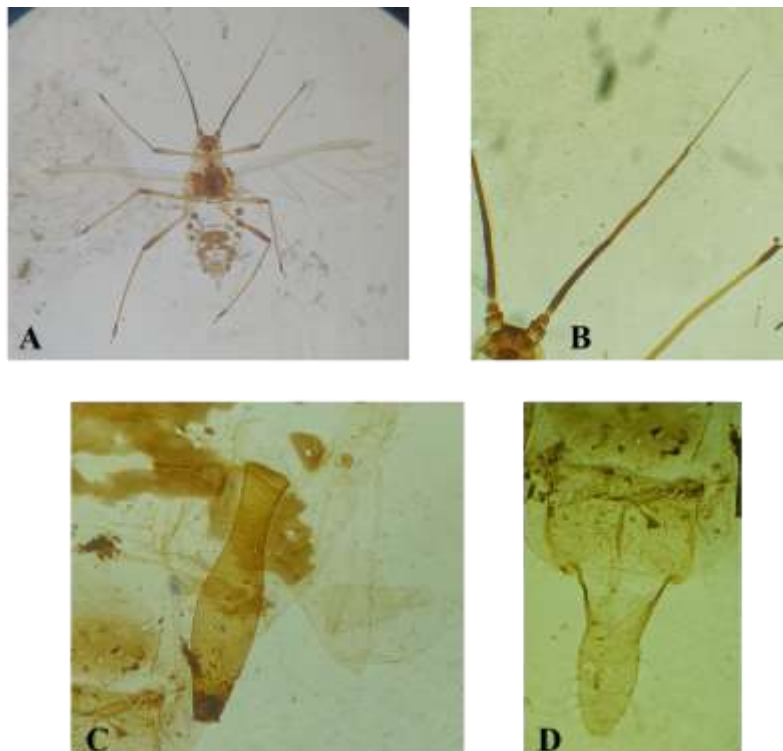


Figure 68. *Hyperomyzus Lactuacae* (Original)

A- Adulte aptère (Gr ×40) **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr ×100)

C- Cornicules (Gr ×100) **D-** Cauda (Gr ×100)

2.5. *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843)

L'adulte est aptère de couleur vert jaune à gris foncé avec présence de plaque de cire. Le front sinué avec tubercule frontal médian très proéminent l'abdomen présente des sclérites latéraux foncés clairement visibles (**Figure 70A**). Les antennes sont courtes (**Figure 70B**). La cauda triangulaire portant environ trois paires de soies (**Figure 70C**). Les cornicules sont marron foncées (**Blackman et Eastop, 2000**)(**Figure 70D**).

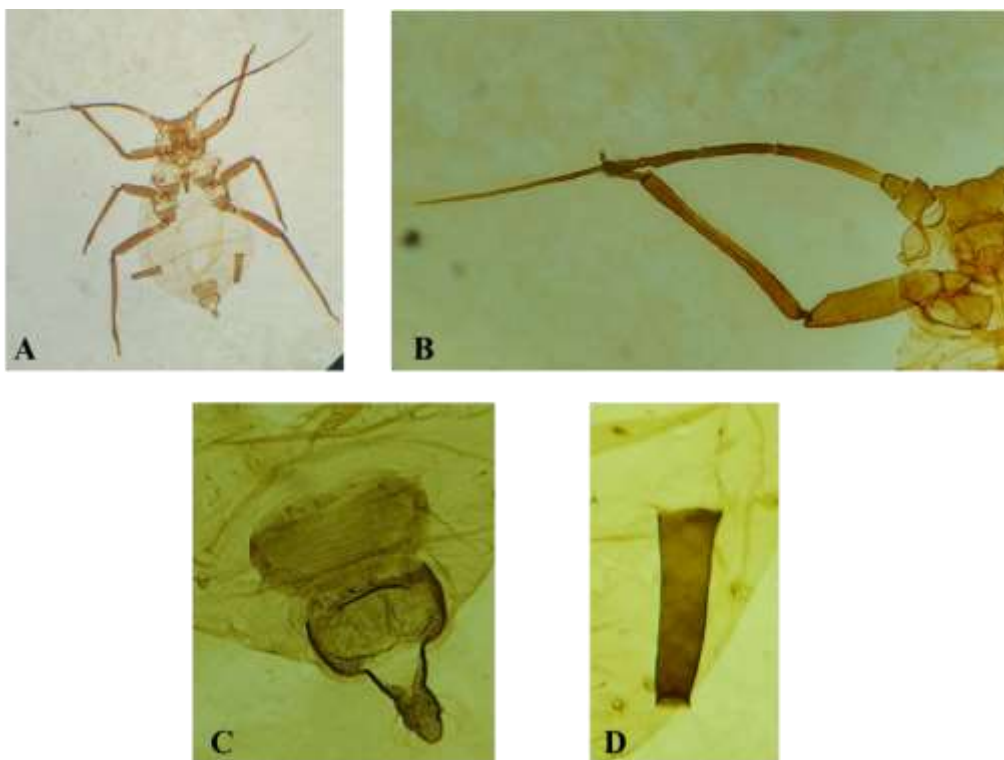


Figure 69. *Lipaphis erysimi* (Original)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; **B**- Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cauda (Gr × 100) ; **D**- Cornicule (Gr × 100)

2.6. *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878)

L'adulte de cette espèce est aptère, fusiforme et parfois en forme de poire, de couleur vert ou rose, à sinus frontal à bords divergents de forme « U » (**Figure 71A**). Les appendices sont pâles, sauf l'extrémité des antennes est rembrunie à noirâtre (**Figure 71B**) (**Leclant, 2000**). Les antennes sont plus longues que le corps. Les cornicules longues et fines un peu rétrécie dans la partie subterminale au niveau de la réticulation, la cauda est pointue, longue (**Hulle et al., 1998**)(**Figure 71C**).

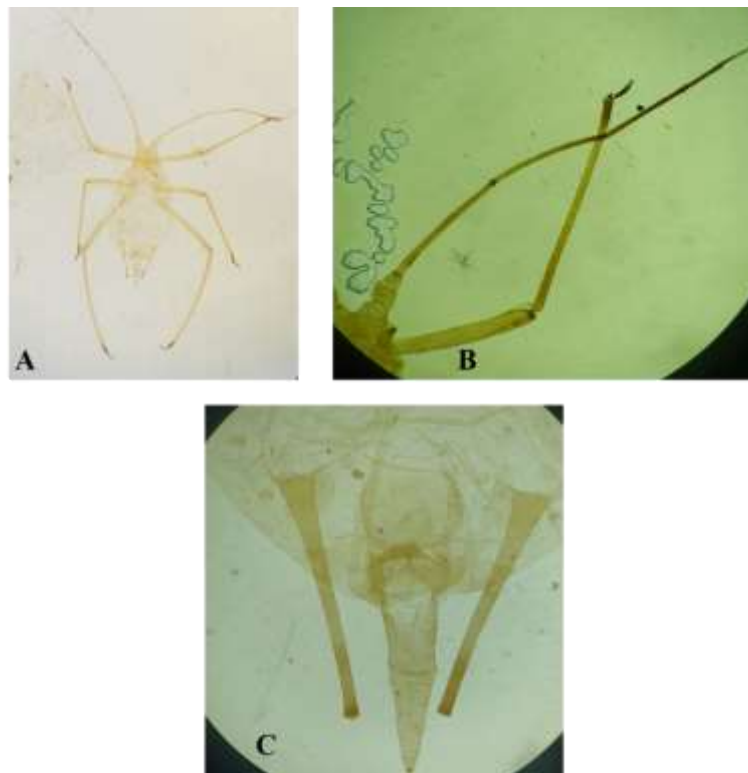


Figure 70. *Macrosiphum euphorbiae* (Original)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; **B**- Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

2.7. *Megoura viciae* Buckton, 1876

L'adulte est aptère de couleur vert avec la tête et thorax noirs (**Figure 72A**). Le front à bords divergents (en « V » ouvert), Les antennes sont de la longueur du corps, filiformes de couleur noire (**Figure 72B**). La cauda est noire et longue (**Figure 72C**) et les cornicules sont noires et renflées (**Figure 72D**). Les pattes sont noires, l'adulte ailé présente un abdomen vert avec des sclérites marginaux noirs (**Leclant, 1999**).

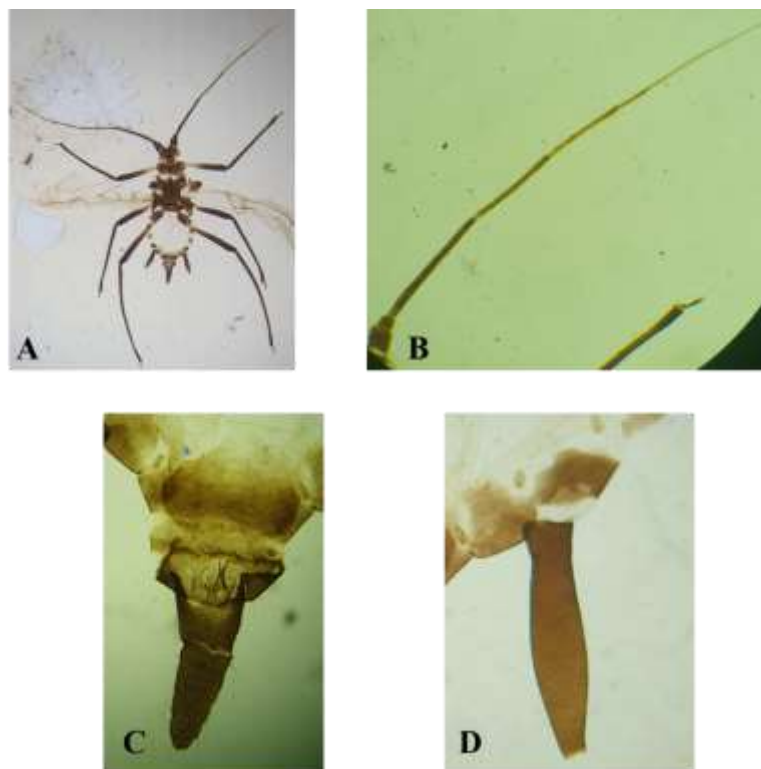


Figure 71. *Goura viciae* (Orginal)

A - Adulte aptère (Gr × 40) ; **B** - Antenne (Gr × 100) ;
C- Cauda (Gr × 100) ; **D** - Cornicule (Gr × 100)

2.8. *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)

L'adulte aptère se caractérise par une couleur variable entre le vert claire et le vert jaunâtre, de forme ovale, l'abdomen large plaque discale sombre, échancrées latéralement et perforée, sclérites marginaux (**Figure 73A**). Front avec tubercules frontaux proéminents et à bords convergents, les antennes longues et pigmentées, sauf à la base de l'article III (**Figure 73B**). Les cornicules pâles, droites à légèrement renflées du côté intérieur et à l'extrémité rétrécie sous une fine collerette sombre et la cauda digitée portant 6 à 8 soies (**Hulle et al., 1999**)(**Figure 73C**).

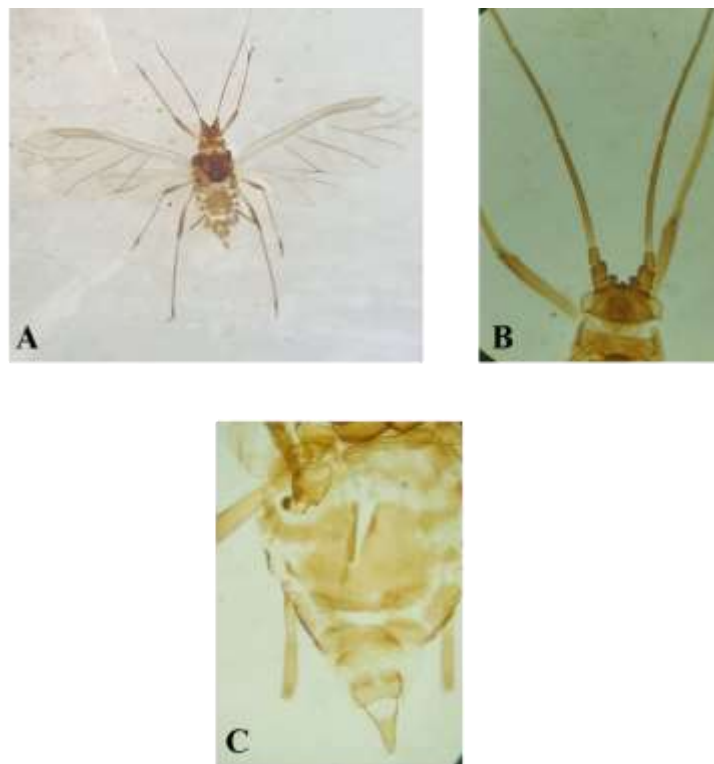


Figure 72. *Myzus persicae* (Original)

A - Adulte aptère (Gr X 40) ; B- Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

2.9. *Ureleucon sonchi* (Linné, 1767)

L'adulte est aptère possède un corps allongé, de couleur marron. La face dorsale de l'abdomen a des sclérites intersegmentaires et postcorniculaires (**Figure 74A**). Le front concave à bords divergents (**Figure 74B**). Les cornicules sont cylindriques, longues, de couleur noires et présentent des réticulations dans la partie distale et des collerettes et la cauda assez longue, linguiforme, portant 12 à 16 soies (**Hulle et al., 1999**)(**Figure 74C**).

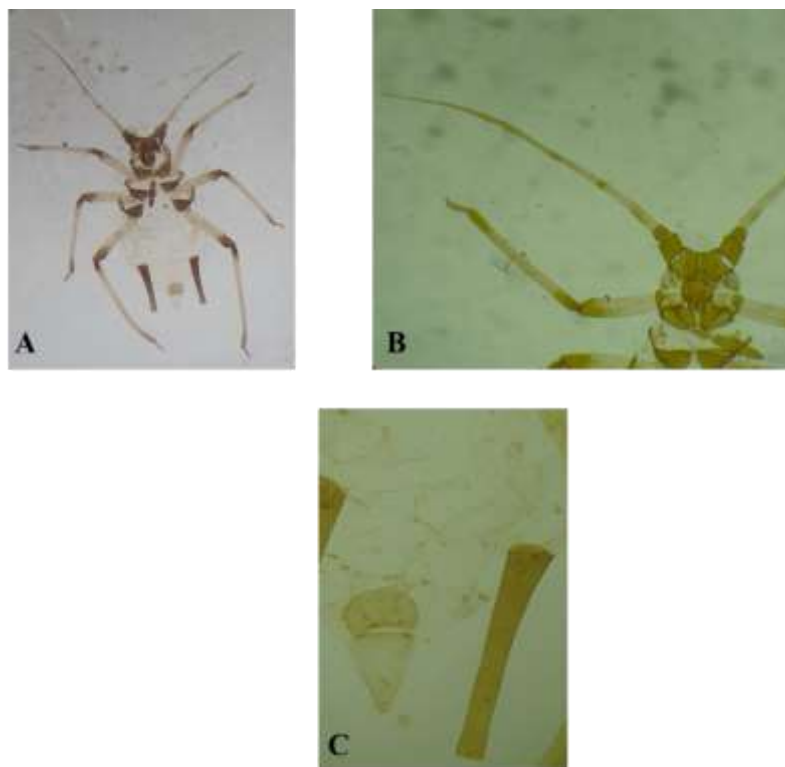


Figure 73. *Ureleucon sonchi* (Original)

A- Adulte aptère (Gr × 40) **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100)

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

2.10. *Wahlgreniella nervata* (Gillette, 1908)

Elle est reconnaissable par sa forme fusiforme, de couleur vert pale à jaune, ayant une taille entre 2.8mm et 0.7mm (**Figure 75A**). Les antennes sont filiformes, composées de 6 articles, elles sont annelées aux articulations, elles mesurent 2.8mm, .le troisième article est le plus long, mesure 0.7mm, contient 18 rhinaries secondaires (**Figure 75B**). Les antennes sont longues que le corps. La tête est de 0.23mm la longueur et 0.46mm de largeur, elle se caractérise par un sinus frontal avec tubercule médian distinct (**Figure 75C**). Les cornicules sont allongés mesure 0.87mm, légèrement renflés sur la moitié distale (**Figure 75E**). La cauda est digitiforme longue et épaisse portant 5 Poils (**Figure 75D**). Nervures des ailes très sombres surtout anale et cubitale (**Heie 1986 ; Eastop et al., 1997; Sunil et al., 2014**).

Cette espèce a déjà fait l'objet d'une publication " First records of *Wahlgreniella nervata* (Gillette, 1908) (Hemiptera: aphididae) on bell pepper in the region of Staouali (Algeria)", apparue dans la revue Egyptian Academic Journal of Biological Sciences Entomolgy, 15(3):1-7, 2022.

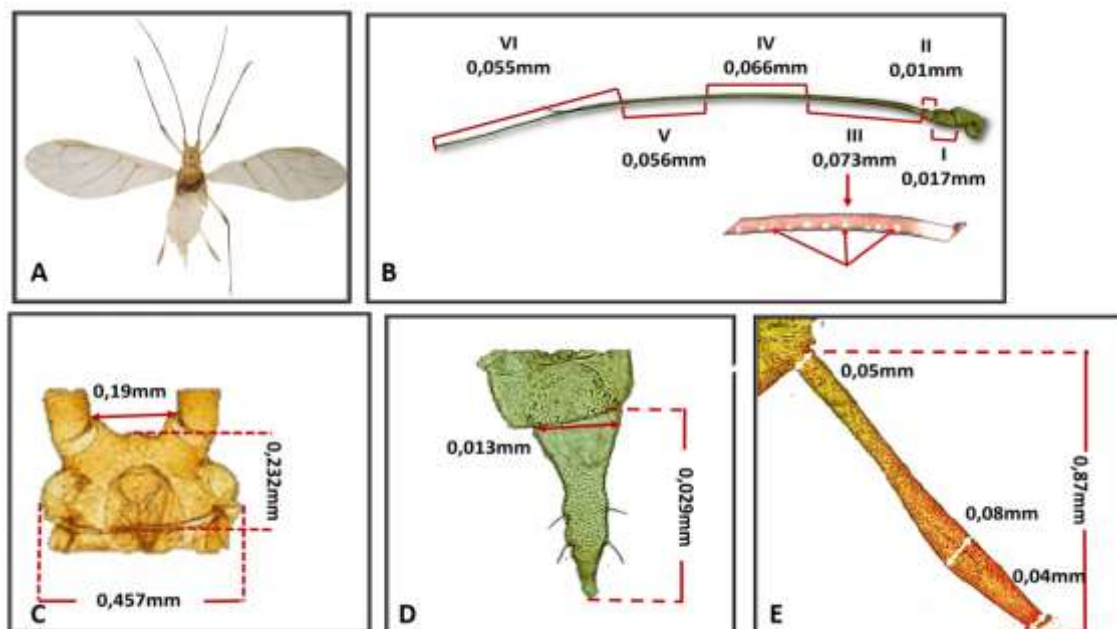


Figure 74. *Wahlgreniella nervata* (Original)

A - Adulte ailé (Gr × 40) ; **B**-Antennes (Gr × 100) **C**-Tête (Gr × 100) ;

D- Cornicule (Gr × 100) **E**- Cauda (Gr × 100)

2.11. *Acyrtosiphum pisum* (Harris, 1776)

Il se caractérise par sa couleur verte, les yeux rouge, des longues antennes, le front à des bords divergents (**Figure 57A et B**), les cornicules sont longues, étroites et droites d'une couleur claire, légèrement striées avec une cauda longue et effilée (**Hulle et al., 1999**)(**Figure 57C**).

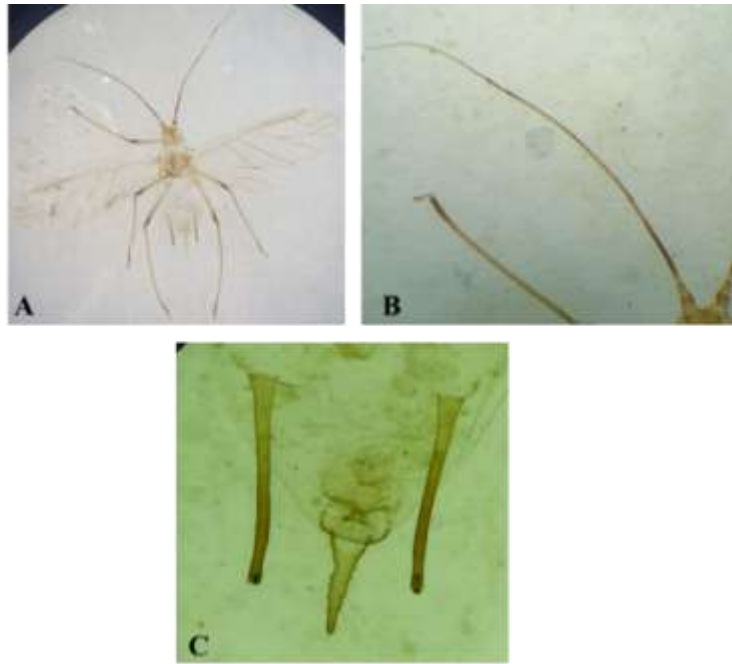


Figure 75. *Acyrtosiphum pisum* (Original)

A- Adulte ailé (Gr × 40) ; **B-** Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr × 100) ;

C- Cornicules et Cauda (Gr × 100)

3. Tribu Atheroidini

3.1. *Sipha maydis* Passerini, 1860

L'adulte est de forme globuleuse, noir brillant mesurant environ 1 à 2 mm, avec de nombreuses soies sur le corps (**Figure 76A**). Il se caractérise par un front légèrement arrondi (**Figure 76B**) Cornicules réduites à un pore et la cauda est arrondie (**Figure 76C**) Antennes courtes comporte 5 articles de couleur clair par rapport à la couleur du corps (**Hulle et al., 1999**).



Figure 76. *Sipha maydis* (Original)

A- Adulte aptère (Gr $\times 40$) B- Tête (Sinus frontal) et Antennes (Gr $\times 100$)

C- Cornicules et Cauda (Gr $\times 100$)

II. Parasites primaires

Les parasitoïdes des pucerons appartenant à la sous-famille des braconides Aphidiinae (Hyménoptères) sont des endoparasitoïdes solitaires des pucerons (Stary, 1970; 1988; Sadat et al., 2019). De nombreuses espèces sont d'importants ennemis naturels des pucerons nuisibles et sont utilisées dans les programmes de lutte biologique à travers le monde. La connaissance de leur taxonomie et de leur diversité est d'une grande importance pour la réussite des programmes de lutte biologique (Tomić et al., 2005).

1. Tribu Aphidiini

1.1. *Aphidius matricariae* Haliday, 1834

C'est un endoparasitoïde primaire, qui mesure environ 1,5 à 2,2 mm de longueur. La femelle est relativement plus grosse que le mâle qui se caractérise par son abdomen est de forme lancéolée se terminant par un ovipositeur. Les antennes des femelles sont composées de 14 à 15 articles et les mâles de 16 à 17 articles, les ailes se caractérisent par la présence des cellules 5,2 et 3 réunies et la cellule 1 est ouverte (Ouadah, 2009 ; Maameri, 2013 ; I.N.R.A., 2013) (Figure 77).



Figure 77. Adulte d'*Aphidius matricariae* (Gr × 40)(Original)

1.2. *Aphidius ervi* Haliday, 1834

C'est un endoparasitoïde primaire de pucerons, les femelles ont des antennes composées de 17 ou 18 articles. Le tergite possède une partie latérale rugueuse, au niveau des ailes ; les cellules 5, 2 et 3 des ailes sont réunies ; cellule 1 ouverte (**I.N.R.A., 2013**) (**Figure 78**).



Figure 78. Adulte d'*Aphidius ervi* (Gr × 40)(**Original**)

1.3. *Diaeretiella rapae* (M'intosh, 1855)

C'est un endoparasite primaire de puceron, les antennes possèdent 13 à 14 articles chez les femelles, plus rarement 13 ou 15, les ailes ont une seule nervation courte 3- SR, les ovipositeurs possèdent un apex carré. (**I.N.R.A., 2013 ; Dosdat, 2014**) (**Figure 79**).



Figure 79. Adulte de *Diaeretiella rapae* (Gr \times 40)(Original)

1.4. *Lysiphlebus testaceipes* Cresson, 1880

Il mesure de 1,5 à 3 mm de long, de couleur foncée. Les antennes portent 13 articles, la première cellule radiale de l'aile antérieure est plus courte que le stigmate (Lopez, 2007 ; Maameri, 2013) (Figure 80).



Figure 80. Adulte de *Lysiphlebus* (Gr \times 40)(Original)

1.5. *Praon volucre* Haliday, 1833

L'adulte a une taille de 2 à 4mm ; ses antennes portent 16 à 18 articles chez les femelles, au niveau des ailes, les nervures 2-SR et r-m absentes. 1-SR+M effacée dans la partie postérieure. m-cu est bien marquée. (Maameri, 2013; Sadaat, 2021) (Figure 81).



Figure 81. Adulte de *Praon volucre* (Gr × 40)(Original)

1.6. *Ephedrus plagiator* (nees, 1811)

L'adulte a une taille de 2 à 4mm ; ses antennes portent 11 articles chez les femelles, au niveau des ailes, les nervures 2-SR et r-m absentes. 1-SR+M effacée dans la partie postérieure. m-cu est bien marquée (I.N.R.A., 2013) (Figure 82).



Figure 82. Adulte *Aphedrus plagiator* (Gr × 40)(Original)

Discussion

L'inventaire réalisé en 2021 dans la parcelle de pomme de terre a révélé la présence de 3364 individus d'insecte. Cette classe est répartie en huit ordres et 77 familles. Tandis que lors de l'inventaire réalisé en 2022, 3118 individus d'insectes sont retrouvés appartenant à sept ordres et 45 familles. Il est à noter que la différence entre le nombre d'insectes capturés durant les deux années est liée principalement à la superficie plantée. En effet, en 2021, la superficie plantée était d'environ 350 m² tandis qu'en 2022, elle s'est étendue à 500 m². Nos résultats sont proches de ceux de **Belatra (2009)** qui a signalé lors de son inventaire réalisé sur la pomme de terre à Djelfa la présence de 1038 individus d'insectes appartenant à 11 ordres d'insectes et à 66 familles. L'inventaire réalisé sur le poivron sous abri au cours de l'année 2021, a révélé la présence de 672 individus et 117 espèces d'insectes. L'ensemble de ces Insectes sont répartis sur 8 ordres et 55 familles. Par contre l'inventaire réalisé dans la serre du poivron en 2022 a révélé la présence de 1682 individus d'insectes regroupant 78 espèces capturées appartenant à huit ordres et 45 familles. L'augmentation des effectifs d'insectes en 2022 est également proportionnelle avec la superficie plantée. **Lahmar (2008)** à Ouargla, a noté la présence de 631 individus d'arthropodes capturés dans une serre de poivron dont 602 individus sont des insectes, répartis en 5 ordres, 20 familles et 41 espèces. **Kheddam et al. (2022)** ont signalé un total de 8773 insectes recensés dans la même culture lors d'une étude menée dans la région de Boudouaou El Bahri. Cette diversité entomologique renferme 73 taxons répartis dans 11 ordres et 46 familles. **Meriem (2022)** a réalisé des inventaires sur l'entomofaune associé à des cultures maraichères cultivés en plein champs au cours de l'année 2019 au niveau d'une station privé à Ouled Hadadj (Mitidja). Elle a noté la présence de 1939 individus dans la parcelle de fève, repartis en 94 espèces d'arthropodes, 63 familles, 14 ordres et 4 classes. Par contre, dans la parcelle de tomate, elle a dénombré 1444 individus repartis en 127 espèces d'arthropodes, 83 familles, 15 ordres et 4 classes. Au niveau de la culture de l'oignon, elle a capturé 957 individus, regroupés en 56 espèces d'arthropodes, 44 familles, 14 ordres et 3 classes. Le même auteur a signalé dans des cultures de la laitue, la courgette et le navet, 70 espèces réparties en 4 classes. **Djebara (2022)** en utilisant les pots Baber et les pièges colorées comme techniques d'échantillonnage, signale lors de son inventaire de l'entomofaune associée à la tomate réalisé en 2015 et 2016, la présence au niveau de la région de Zeralda de 3507 individus repartis en 82 espèces et 5262 individus à Boudouaou El Bahri appartenant à 87 espèces. Cette différence dans les effectifs est probablement liée au biotope et aux conditions microclimatiques.

Au cours des inventaires réalisés en 2021 et 2022, l'indice de diversité de Shannon varie entre 3,62 et 4,93 bits dans la parcelle de pomme de terre, et entre 3,18 et 4,73 bits dans la serre de poivron, ce qui indique que le cortège entomologique recensé est très diversifié tout au long du cycle végétatif au niveau des deux cultures à Staoueli. En effet selon **Barbault (1976)**, plus nous sommes en présence d'espèces différentes, plus la valeur de l'indice de diversité de Shannon augmente de façon logarithmique. Ceci est lié au fait que l'indice de Shannon est forcément lié à la taille de l'échantillon. **Belatra (2009)** a noté un indice de diversité de 4,7 et 5 au niveau de deux stations à Djelfa dans la parcelle de pomme de terre. De son côté, **Lahmar (2008)** a noté un indice de diversité égale à 3,54 et une valeur de 0,63 bits pour l'indice d'équitabilité dans la serre de poivron à Ouargla. Ces résultats semblent être plus proches de ceux obtenus lors de la présente étude.

L'abondance des différents ordres recensés au cours des deux années 2021 et 2022 dans la parcelle de pomme de terre est assez stable pour certains ordres, tels que les Hemiptera (AR% de 32,79% à 32,91%), les Diptera (AR% de 29,52% à 23,80%), les Hymenoptera (AR% de 21,73% à 19,82%) et les Lepidoptera (AR% de 0,30% à 1,03%). Cependant, il existe des variations notables dans l'abondance relative des Thysanoptères (AR% de 3,75% à 0,96%) et des Coléoptères (AR% de 10,70% à 24,42%). Cette différence pourrait être attribuée aux conditions climatiques, notamment à la température, qui étaient plus élevées lors du cycle de la pomme de terre en 2022 par rapport à celui de 2021. **Belatra (2009)** a noté que la classe des Insecta prédomine avec 82 espèces (AR%=91,1 %), et parmi eux, les Coléoptères qui sont les plus abondants avec 25 espèces (AR%=30,5%). Les Hyménoptères viennent en deuxième position avec 23 espèces (AR%=28 %), suivis des Diptères avec 12 espèces (AR%=14,6 %). Les autres ordres sont moins importants. De même, ordre d'idée, **Lazono et al. (2013)** à l'Est de la Chine, ont noté la présence de 32790 individus répartis en 10 ordres et 68 familles. La majorité des individus appartenaient aux Hémiptères (AR%=88,1%), suivis des Hyménoptères (AR%=6,9%), des Diptères (AR%=2,5%) et des Coléoptères (1,1%). Les autres ordres sont moins représentés

Au cours de la présente étude, il y a des différences importantes dans la composition des familles d'insectes capturées entre les années 2021 et 2022 au niveau des parcelles de pomme de terre. Une plus grande diversité de familles d'insectes est observée en 2021 par rapport à 2022. Tout au long des deux années d'étude dans la parcelle de pomme de terre, c'est surtout les Aphididae qui sont les Hemiptera les plus abondants. Les populations des Cicadellidae et

des Psyllidae sont également statistiquement similaires. D'avantages de familles semblent apparaître en 2021 qu'en 2022. En 2021, 22 familles de Diptères sont recensées contrairement à l'année 2022 où seulement 12 familles sont observées. Toutefois, les familles les plus abondantes pendant les deux années sont les Agromyzidae, les Calliphoridae, les Muscidae, les Syrphidae, les Sciaridae, et les Phoridae. Par rapport à 2022, les Hymenoptera sont plus riches en familles taxonomiques en 2021. Cependant, les d'autres familles sont observées en 2021 avec de faibles abondances en 2022. Les Formicidae sont les plus abondantes au cours des deux années d'étude, avec une abondance relative élevée en 2022 qui est due à la saison chaude et à la présence d'insectes opophages, principalement les pucerons. Les parasitoïdes primaires appartenant aux familles des Braconidae, des Ichneumonidae, des Mymaridae et des Encyrtidae sont moins abondants en 2022 qu'en 2021. En revanche, les hyperparasitoïdes appartenant aux familles des Figitidae, des Pteromalidae et des Ceraphonidae sont plus nombreux en 2021 induisant la diminution de l'abondance des parasitoïdes primaires en 2022. Les insectes pollinisateurs appartenant aux familles des Apidae, des Andréniidae et des Vespidae sont légèrement plus nombreux en 2022 en raison de la superficie échantillonnée, de la présence de végétations avoisinantes et de l'installation de ruches d'abeilles au niveau de la station expérimentale de l'I.T.C.M.I. Pour ce qui concerne les Coleoptera, le nombre de familles observées est plus élevé en 2021 qu'en 2022 aussi bien que les familles communes présentent des abondances différentes.

Au cours des inventaires réalisés au niveau des serres de poivron en 2021 et en 2022, les Hemiptera affichent une abondance relative de 42,56% en 2021 et 30,02% en 2022 de la totalité des espèces capturées. Les Coleoptera également présentent une abondance relativement stable. Par contre l'abondance des Hymenoptera est relativement plus importante en 2021 contrairement aux Diptera qui sont plus abondants en 2022. Les autres ordres renferment des familles différentes d'une année à une autre et sont faiblement abondants. **Lahmar (2008)** mentionne lors de son étude à Ouargla que les Hemiptera dominant dans la parcelle de poivron avec 267 individus (42,31%), suivis par les Hymenoptera avec 187 individus (29,63%) et les Coleoptera avec 125 individus (19,80%). Les autres ordres présentent de faibles abondances. De même, au niveau de ces serres, les Hemiptera renferment principalement la famille des insectes ravageurs. Durant les deux années, l'abondance des aphididae semble stable, les Psyllidae et les Cicadellidae sont plus abondants en 2022, par contre en 2021 l'inventaire renferme plus de familles. Les résultats de l'inventaire réalisé en 2021, présentent d'avantage de

familles de Coleoptera mais l'abondance des familles est relativement différente comparativement entre les deux ans. Les Anthicidae et les Scarabeidae représentent les familles la plus abondantes en 2021, par contre en 2022, ce sont les Cantharidae et les Coccinellidae qui sont les plus abondantes. Bien que l'inventaire réalisé en 2021 représente d'avantage de familles, mais la population des Diptera est plus important en 2022 où la famille de Agromyzidae est la plus abondante durant les deux années d'étude. Par contre en 2022, l'abondance relative est plus importante avec les familles des Calliphoridae, des Sciaridae, des Chloropidae sont stables durant les deux ans. La richesse des familles des Hymenoptera est plus importante en 2022. La famille des Formicidae reste la plus importante chez les Hymenoptera durant les deux ans d'inventaire. Les parasitoïdes primaires notamment les Braconidae et les Mymaridae sont plus importants en 2022, alors que les Ichneumonidae et les Diapriidae sont plus abondants en 2021. Cela est dû principalement à la présence des insectes hôtes. Les hyperparasitoïdes sont plus importants en 2021 qu'en 2022. Les Diptera pollinisateurs sont plus abondants en 2021 en comparant avec 2022. **Kheddam et al. (2022)** lors de leur inventaire réalisé à Boumerdes en 2021, signalent que l'ordre des Hyménoptères prédomine avec 26 espèces réparties dans 15 familles soit 35,62% de l'effectif total. Les familles des Braconidae et des Ichneumonidae sont qualitativement les plus riches en espèces, avec 4 taxons chacune. En deuxième position arrivent les Coléoptères avec 13 espèces réparties dans 10 familles et représentent un taux de 17,81%. Les Coccinellidae, les Tenebrionidae et les Curculionidae regroupent chacune 2 espèces. Les autres familles sont représentées par un seul taxon chacune. Les Homoptères occupent la troisième place avec 11 taxons (15,07%) répartis en 3 familles. Celle des Aphididae est qualitativement la plus riche avec 8 espèces de pucerons, elle est suivie par les Psyllidae (2 espèces) et les Aleyrodidae (une espèce). Les Diptères arrivent en quatrième position avec 10 taxons (13,70%) répartis dans 8 familles. Enfin, les autres ordres, en l'occurrence les Thysanoptères, les Hémiptères, les Lépidoptères, les Dermaptères, les Orthoptères et les Psocodea, sont les moins représentés, avec des effectifs variant entre 1 et 4 taxons.

L'étude du statut trophique des espèces inventoriées dans les parcelles de pomme de terre en 2022 fait ressortir que les ravageurs sont les plus abondants. Les ravageurs appartenant à l'ordre des Hemiptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence d'avantages d'insectes phytophages tels que les Jassidae, les Cercopidae, les Aleyrodidae, les Lygaeidae et les Cydnidae. De plus, la famille des Psyllidae est plus abondante en 2021 par rapport à 2022. Les ravageurs de l'ordre des Diptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence d'un plus

grand nombre de familles, tandis qu'en 2022, leur abondance est faible. Les Coleoptera sont les ravageurs les plus abondants en 2022, avec des populations élevées de Scarabeidae et Cantharidae par rapport à 2021. Les Lepidoptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence des familles Gelchiidae et Noctuidae, en 2022, leurs cycles sont précoces et ne coïncident pas avec le cycle végétatif de la plante. A cela s'ajoute la présence des Orthoptera et des Thysanoptera plus élevée en 2021 qu'en 2022. La présence des ravageurs attire d'avantage des prédateurs, ce qui explique l'abondance des prédateurs en 2022. Les prédateurs de l'ordre des Coléoptera sont relativement stables au cours des deux années. Les prédateurs de l'ordre des Hémiptères sont plus nombreux en 2022, en particulier les Anthocoridae et les Miridae, en raison de l'abondance importante des pucerons. En 2021, les parasitoïdes sont plus abondants, notamment les Braconidae et les Pteromalidae. Ces deux familles regroupent essentiellement des espèces parasitoïdes des aphides. Cette augmentation est due principalement à l'abondance des aphides. Les parasitoïdes appartenant à la famille des Figitidae causent la diminution des Diptères durant cette saison. Les populations de pollinisateurs sont restées globalement stables au cours des deux années, avec quelques variations. Les Syrphidae et les Andrenidae sont plus abondants en 2021, tandis que les Apidae sont les plus abondants en 2022, probablement en raison de l'installation de ruches d'abeilles à l'I.T.C.M.I. **Diop et al. (2022)** au Sénégal ont signalé dans leur inventaire réalisé au cours de deux ans 2018 et 2019, qu'il existe au total 9 espèces de ravageurs sur la pomme de terre, réparties en 3 ordres et 6 familles qui sont les Noctuidae, Gelchiidae (Lepidoptera), Agromozidae (Diptera), Aleyrodidae, Aphididae et Cicadellidae (Hemiptera). Parmi les auxiliaires inventoriés au Sénégal, une diversité importante de prédateurs et de parasitoïdes a été signalée. Soit, pour les prédateurs, 5 espèces réparties dans 5 familles et 5 ordres sont recensés ; Syrphidae (Diptera), Mantidae (Dictyoptera), Chrysopidae (Nevroptera), Cocconellidae (Coleoptera) et Linyphiidae (Araneae) et pour les parasitoïdes, 8 espèces réparties dans 3 familles et 2 ordres. Selon ces auteurs, les Hymenoptera parasitoïdes, soit les Braconidae et les Ichneumonidae renferment plus d'espèces, alors que les Diptera parasitoïdes avec la famille des Tachinidae présentent plus d'hôtes.

L'étude du statut trophique des espèces recensées au niveau des serres de poivron a montré que les abondances relatives des insectes selon leurs statuts trophiques est presque stable, soit légèrement plus importants en 2022. Les ravageurs de l'ordre des Hémiptères sont plus abondants en 2022 en relation directe avec l'augmentation de la population des Aphididae, des Psyllidae et des Cicadellidae, Les ravageurs de l'ordre des Diptères sont plus abondants en 2022

en raison de la présence des populations élevées de plusieurs familles de Diptera phytophages. Tandis qu'en 2021, malgré la richesse observée des Diptera, l'abondance des familles est faible. De plus les Thysanoptera signalés en 2022 sont plus importants. Par contre les Coléoptères sont le groupe de ravageurs le plus abondant en 2021. S'ajoutent à ceux-là, les Lepidoptera et les Dermaptera mais avec de faibles abondances durant les deux ans d'inventaire. Les prédateurs de l'ordre des Coleoptera sont plus abondants en 2022 avec la présence de plus de familles prédatrices. Par contre, les prédateurs de l'ordre des Hémiptères sont relativement stables, en particulier les Anthocoridae en raison de l'abondance importante des pucerons. De plus, en 2022, la présence des espèces prédatrices de l'ordre des Neoptères est à noter. Tandis que les parasitoïdes sont plus abondants en 2021, notamment les Braconidae, les Pteromalidae et les Mymaridae. Ces deux dernières familles regroupent essentiellement des espèces parasitoïdes des aphides. Les parasitoïdes de la famille des Figitidae regroupe les parasitoïdes des Diptères qui sont plus abondants. Ce qui explique la diminution des populations des Aphididae et des Diptera durant cette saison. Le taux des pollinisateurs est important en 2022 d'où les Syrphidae et les Apidae sont plus abondants au cours de la plantation de 2022. **Kheddam et al. (2022)** notent que les phytophages représentent le groupe trophique le plus diversifié avec 42 espèces, soit 57,53% de l'effectif total. Dans cette catégorie trophique, les Hémiptères prédominent avec 11 espèces dont 8 pucerons. Parmi cet ordre figure également le principal ravageur du poivron, en l'occurrence l'aleurode. Les Diptères regroupent 9 phytophages sur les 10 taxons recensés. Les espèces *Calliphora vicina*, *Bradisia alpicola*, *Chromaromya horticola*, *Liriomyza brioniae* et *Chlorops calceatus* sont les ravageurs les plus dominants dans la serre. Les mêmes auteurs, notent aussi que les parasitoïdes arrivent en deuxième position avec 22 taxons, soit 30,14%. Les Braconidae et les Ichneumonidae sont les principales familles représentant cette catégorie trophique. Ils sont suivis par les prédateurs avec seulement 7 espèces (9,59%). Enfin les pollinisateurs sont représentés par seulement deux espèces *Apis mellifera* et *Andrena flavipes*.

Il est intéressant de noter que ces observations sont cohérentes avec les fluctuations naturelles de la faune dans les écosystèmes agricoles, et les variations peuvent être influencées par divers facteurs tels que les conditions climatiques, la disponibilité de la nourriture et la présence de pesticides ou de traitements chimiques des parcelles avoisinantes. Cette étude apporte des données utiles pour la compréhension de l'entomofaune associée à ces cultures et des informations importantes sur la dynamique des populations d'insectes dans la culture de pomme

de terre en plein champs et de poivron sous serre et peut contribuer à une meilleure gestion des ravageurs et des auxiliaires dans ces environnements.

L'évolution du cortège entomofaunistique selon le cycle végétatif de la pomme de terre révèle une abondance élevée des phytophages au cours de la phase de la plantation jusqu'au début de la végétation. Durant de cette phase, le taux des Hemiptera phytophages est stable. Les aphididae sont les plus importants durant les deux saisons de plantation. Suivi par les Diptera phytophages qui sont plus abondants en 2022 qu'en 2021, ce qui est dû à la présence des parasitoïdes des Diptera en 2021. Les Coleoptera phytophages sont plus importants en 2021. Les autres phytophages sont faiblement représentés durant les deux années d'étude. L'augmentation de la population de prédateurs et de parasitoïdes en 2021 a causé la diminution des populations de phytophages. Lors de l'apparition de la partie végétative, les taux de phytophages sont faibles. En effet, les insectes phytophages de l'ordre des Lepidoptera et des Thysanoptera sont apparus. Avec la maturation des fruits, le nombre de fleurs des parties aériennes diminuent ce qui provoque la diminution des insectes pollinisateurs. Durant ce stade, les adultes d'insectes phytophages de l'ordre de Thysanoptera et d'Orthoptera sont plus abondants en 2021 alors que les Lepidoptera sont plus abondants en 2022. L'abondance des prédateurs en 2022 est plus importante qu'en 2021 et l'abondance des parasitoïdes est plus élevée en en 202, ce qui confirme le phénomène de compétition. Lors de l'arrachage de la pomme de terre, les températures augmentent et une chute remarquable du taux de phytophages est observée. Les Hemiptera restent l'ordre le plus abondant durant les deux années. Les insectes pollinisateurs sont plus importants au cours du cycle de la plantation en 2021, l'abondance est importante après l'apparition des parties aériennes. Selon **Lazono et al. (2013)**, les aphididae appartenant à l'ordre des Hémiptères telle que la mouche mineuse *Liriomyza huidobrensis* est présente en grand nombre parmi les spécimens collectés appartenant à la famille des Agromyzidae et parmi les Homoptères, dont les individus sont phytophages piqueurs-suceurs, deux familles sont en nombre important : les Delphacidae et les Psyllidae.

De même pour la serre du poivron, une abondance élevée des phytophages durant la période de développement des parties végétatives est notée en 2022. Au cours de cette phase, le taux des Hemiptera phytophages est stable et les insectes sont les plus importants durant les deux saisons de plantation. Suivi par les Diptera phytophages qui sont plus abondants en 2022 qu'en 2021. Cela est dû à la présence des parasitoïdes des Diptera en 2021. Les phytophages des autres ordres sont faiblement représentés. Les résultats de la présente étude confirment ceux obtenus

par **Kheddam et al. (2022)** qui signalent les aphididae comme l'un des ravageurs les plus importants du poivron aussi bien que les Diptera et les Thysanoptera qui peuvent causer d'importants dommages sur la production de poivron en Algérie. L'augmentation de la population de prédateurs et de parasitoïdes durant cette phase a causé la diminution des populations de phytophages durant la période de floraison en 2021. Par contre l'application d'un insecticide contre les aphides en 2022, a causé une chute remarquable du taux d'insectes phytophages surtout que les aphides représentent le ravageur le plus abondant dans la serre de poivron durant les deux ans. Cette phase est accompagnée par une évolution des pollinisateurs. Vers la fin du cycle de poivron, le jaunissement des parties aériennes et la propagation d'un phytovirus dans la serre ainsi que les températures élevées ont causé une chute remarquable du taux des phytophages bien que les Hemiptera restent l'ordre le plus abondant durant ces deux années.

La connaissance des statuts trophiques des insectes capturés dans un milieu agricole est cruciale pour plusieurs raisons importantes, notamment pour la gestion durable des agroécosystèmes et la promotion de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. La connaissance de l'évolution de ces espèces selon le stade phénologique de la plante cultivée est importante pour comprendre les interactions entre les plantes et les organismes qui en dépendent, tels que les insectes pollinisateurs, les phytophages et les prédateurs. Ceci permet de dresser une image sur les relations tritrophiques Plante-Déprédateur-Auxiliaire. Ainsi une base des données collectées peut servir aux agriculteurs pour mettre en place des stratégies de gestion raisonnée des ravageurs pour une production intégrée saine et durable en respect de la nature et de l'environnement.

Concernant la bioécologie des aphides, l'inventaire effectué dans la parcelle de pomme de terre en 2021 fait ressortir 780 individus de pucerons et 839 individus en 2022. Malgré cette augmentation du nombre d'individus, la diversité des espèces est plus importante en 2021. Au cours de ces deux années, un total de 20 espèces d'Aphididae est inventorié, appartenant à deux tribus et à 13 genres. Il est important de souligner que la tribu des Aphidini est la plus abondante lors des inventaires réalisés dans les parcelles de pomme de terre. Le genre *Aphis* demeure le plus répandu avec *Aphis gossypii* en tant qu'espèce dominante. Dans la tribu des Macrosiphini, c'est le genre *Hyperomyzus* qui est prédominant. Ces abondances d'espèces sont principalement dues à la présence de plantes hôtes primaires, notamment les Rosacées au niveau de la station ainsi qu'à leurs plantes hôtes secondaires soit les Solanacées. **Aroun (2015)**, dans son inventaire

des aphides de la pomme de terre dans la région de Staoueli, a recensé 74 espèces de pucerons, réparties en 12 tribus et 39 genres. Par contre dans la région de Draâ Ben Khedda, **Benoufella-Kitous (2015)** a signalé la présence de 57 espèces de pucerons avec 53 espèces en 2008 et 55 en 2013, appartenant à 7 tribus et 33 genres. *Myzus persicae* est la plus dominante suivi par *Macrosiphum euphorbiae*. De même, **Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021)** ont noté la dominance de *M. persicae* dans une parcelle de pomme de terre dans la région de Tizi-Ouzou. **Ait Amar (2022)** lors de son inventaire en 2022 au niveau d'une parcelle expérimentale dans la région de Tizi-Ouzou et Boumerdes a signalé la présence de 61 espèces d'aphides appartenant à 7 tribus et 32 genres. Les espèces les plus abondantes sont *M. persicae*, *Aphis fabae* et *A. gossypii*. Dans le sud de la Belgique, **Yattara et al. (2013)** mentionnent la présence de 42 espèces d'aphides appartenant à 30 genres dans une parcelle de pomme de terre avec la dominance des mêmes espèces sur la culture de la pomme de terre en 2011. Toujours en Belgique, **Yattara et Francis (2013)** ont noté la dominance de *M. dirhodum* suivi de *M. persicae*. Dans le continent asiatique à l'Est de la Chine, **Lazono et al. (2013)** signalent que *Aphis gossypii* est l'espèce la plus abondante.

Concernant le poivron, les inventaires réalisés ont montré la présence de 239 individus de pucerons en 2021 et 361 individus en 2022. Ces pucerons sont répartis en 3 tribus, 13 genres et 18 familles. La tribu des Aphidini reste la plus abondante en 2021 avec *Aphis gossypii* en tant qu'espèce dominante. Cependant en 2022, le genre *Acyrtosiphon* avec l'espèce *Acyrtosiphon pisum* sont les plus prédominants. La tribu des Macrosiphini a également montré des variations en abondance entre les deux années, avec *Hyperomyzus* comme genre le plus abondant en 2021 et *Brevicoryne* en 2022. De plus, en 2022, une espèce appartenant à la tribu des Atheroidini et au genre *Sipha* est observée bien que sa présence soit limitée en raison de l'apparition de générations ailées qui se sont déplacées vers les plantes de refuge. **Benoufella-Kitous (2015)** a noté la présence de 27 espèces dans la parcelle de la fève durant les inventaires réalisés. Les espèces notées appartiennent à 3 sous-familles, des Aphidinae qui sont les plus dominantes suivis des Chaitophorinae et des Pemphiginae. **Zitouni et al. (2017)** rapportent que les espèces de pucerons *A. gossypii* et *M. persicae* sont les plus dominantes sur poivron dans la région de Mostaganem. **Sadaat (2021)** a mentionné lors de son étude la présence de 15 espèces d'aphides au niveau de la région de la Mitidja. Par contre, **Kheddami et al. (2022)** déclarent que les pucerons *A. gossypii* et *M. persicae* sont les pucerons les plus abondants dans la serre de poivron à Boumerdes. **Ait Amar et al. (2022)** à Tizi- Ouzou ont listé 26 espèces de pucerons

appartenant aux sous-familles des Aphidinae, des Chaitophorinae et des Eriosomatinae réparties en 4 tribus et 17 genres. La sous-famille la plus abondante est celle des Aphidinae. Ces mêmes auteurs rapportent que dans les parcelles de piments, 22 espèces de pucerons piégées appartiennent à 14 genres, 4 tribus et 3 sous-familles. Alors qu'au niveau de la serre d'aubergines, 15 espèces sont observées. Ces espèces sont réparties en 10 genres, 3 tribus et 3 sous-familles. Dans la serre de tomates, 12 espèces sont capturées dans les pièges jaunes, appartenant à 7 genres, deux tribus et deux sous-familles. **Ait Amar (2022)** note que les résultats de captures des pucerons au niveau de la parcelle de poivron variété Lipari montre que *M. euphorbiae* est l'espèce la plus représentée suivie par *A. fabae*. L'espèce *Brevicoryne helichrysi* est en tête des pucerons capturés sur la variété de poivron Grinil Giro suivie par *Dysaphis apiifolia*. **Djebara (2022)** a signalé que parmi l'aphidofaune inventoriée, 11 espèces dont 4 sont inféodées à la tomate, *A. gossypii* prédomine dans la région de Zeralda et Boudouaou El-Bahri par rapport aux autres taxons. Les pucerons *M. persicae* et *M. euphorbiae* arrivent en deuxième position, néanmoins, leurs effectifs n'est pas aussi important que celui de *A. gossypii*.

Le cycle de vie des pucerons est principalement régi par les conditions climatiques, en particulier la température. En 2021, les températures étaient modérées, et la présence de végétation a favorisé une prolifération des colonies d'aphides, en particulier de *A. gossypii*, qui était déjà présent dans la parcelle de pomme de terre dès le début de la saison de plantation. Ces pucerons se sont installés dans les plantes refuges ou à proximité des fraisiers voisins. De plus, avec l'apparition de la végétation, des espèces telles que *H. lactuacae*, *B. brassicae*, *L. erysimi* et *M. persicae* ont montré des abondances élevées, entraînant une augmentation significative des populations d'aphides par la suite. L'augmentation des populations de pucerons en 2022 peut également être attribuée à la présence de végétation voisine. De plus, au début de la saison de plantation, l'espèce *Acyrtosiphum pisum* a fait son apparition. Cependant, une fois que les parties aériennes des plantes aient poussé, une diminution des populations d'aphides est observée. Cette diminution peut être expliquée par la compétition entre les espèces d'aphides, avec notamment une augmentation des populations de *A. nasturtii* et de *A. frangulae* en 2022 qui représentent les principaux aphides ravageurs de la pomme de terre.

En revanche, dans la serre de poivron, *A. pisum* est présent dès le début de la plantation. Cependant, l'application d'un insecticide en mai a entraîné une diminution des populations des pucerons. Par la suite, une augmentation des populations de *A. gossypii*, de *B. brassicae* et de *H. lactuacae* est observée après l'apparition des boutons floraux, ce qui a contribué à une

augmentation des taux d'aphides. L'augmentation des températures, l'apparition des générations ailées d'aphides et le jaunissement des plantes ont également contribué à la diminution des populations d'aphides vers la fin du cycle de croissance des plantes cultivées.

La population de pucerons est constamment régulée par une série de prédateurs et de parasitoïdes au sein de l'agroécosystème. Lors des inventaires menés dans les parcelles de pommes de terre et les serres de poivrons, divers prédateurs de l'ordre des Coléoptères ont été recensés, notamment ceux appartenant à la famille des Coccinellidae, telles que *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Scymnus nubilus* et *Platynaspis luteorubra*, ainsi que l'espèce *Chrysoperla carnea* de la famille des Chrysopidae. Ces prédateurs se nourrissent principalement de colonies de pucerons, jouant ainsi un rôle crucial dans la limitation des infestations et la protection des cultures. **Saharaoui et Gourreau (2000)** dans leur étude sur la diversité et l'abondance des auxiliaires aphidiphages dans les champs et les parcelles d'orties, ont mis en évidence la prédominance des Coccinellidae, en particulier *Coccinella septempunctata*, qui se révèle être une prédatrice exemplaire des pucerons comme le confirment **Alhmedi et al. (2007)**. **Bakroune (2012)** et **Ait Amar et Toumi-Bara (2013)** notent également la présence de plusieurs espèces de coccinelles agissant en tant que prédateurs des pucerons. **Benoufella-Kitous (2015)** signale le rôle prépondérant que jouent les Coccinellidae, les Syrphidae et les Chrysopidae en tant que prédateurs des pucerons. **Djebara (2022)** signale quelques espèces prédatrices des aphides, principalement *Coccinella septempunctata* et quelques espèces du genre *Scymnus*.

Les parasitoïdes, en particulier les Braconidae, sont également des antagonistes des pucerons. Lors de la présente étude, la présence de 7 espèces de parasitoïdes est notée. Il s'agit notamment de *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus plagiator*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Ephedrus* sp. et *Praon* sp. en plus de la famille des Encyrtidae. Ces Hyménoptères déposent leurs œufs à l'intérieur des pucerons vivants, ce qui conduit à la mort inéluctable de leur hôte. Une fois que les larves des parasitoïdes atteignent leur maturité, elles émergent des pucerons, complétant ainsi leur cycle de vie. Ce phénomène constitue une stratégie de contrôle biologique qui se révèle particulièrement efficace contre les pucerons. Soulignant ainsi le rôle crucial des parasitoïdes dans la préservation de l'équilibre écologique des agroécosystèmes. Les études de **Aggoun et al. (2016)** viennent corroborer ces résultats en confirmant que la famille des Braconidae représente les principaux parasitoïdes primaires des pucerons, parmi lesquels *Aphidius ervi* se distingue comme l'espèce la plus abondante. Par ailleurs, **Sadat et al. (2019)**

travers les relevés effectués entre mars et septembre de l'année 2018 dans différentes localités de la Mitidja, déclarent la présence de 13 espèces de parasitoïdes primaires appartenant à la famille des Braconidae et à la sous-famille des Aphillinae. Ces parasitoïdes hyménoptères se répartissent en 6 genres : *Aphidius*, *Binodoxys*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus*, *Praon* et *Trixys*. Le genre *Aphidius* demeure le plus représenté. Les autres genres, à avoir *Binodoxys*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus*, *Praon* et *Trixys* renferment chacun une espèce unique.

Conclusion



.La présente étude a une visée biosystématique et agro-écologique en cultures maraichères. En effet, un inventaire de l'entomofaune d'un écosystème agricole est réalisé, l'un en plein champs et l'autre sous abri serre. Il s'agit d'abord, de comprendre la bio-écologie des insectes plus particulièrement les aphides de deux cultures maraichères, soit la pomme de terre et le poivron. Ceci permettra de mieux comprendre les interactions de l'entomofaune associée à ces cultures avec la phénologie des plantes cultivées prises en considération, de la dynamique des populations d'insectes présents dans le cortège entomofaunistique afin d'aboutir à une gestion durable des agroécosystèmes agricoles. Pour l'étude entomofaunistique, deux techniques d'échantillonnage sont utilisées soit les pots Barber et les assiettes jaunes durant deux saisons en 2021 et en 2022. Un montage de pucerons et leurs parasitoïdes entre lame et lamelle est effectué afin d'établir la systématique de ces derniers.

L'inventaire de l'entomofaune associée à la pomme de terre fait ressortir un effectif de 3364 individus d'insectes répartis en huit ordres taxonomiques et 77 familles en 2021 et 3118 individus répartis en sept ordres et 45 familles en 2022. L'inventaire réalisé sur le poivron sous abri en 2021, fait ressortit 672 individus renferment huit ordres, 45 familles et 117 espèces, par contre, l'inventaire réalisé en 2022 a révélé la présence de 1682 individus d'insectes regroupant 78 espèces appartenant à 8 ordres et 45 familles.

Au cours des inventaires réalisés en 2021 et 2022, l'indice de diversité de Shannon varie entre 3,62 et 4,93 bits dans la parcelle de pomme de terre, et entre 3,18 et 4,73 bits dans la serre de poivron, ce qui indique que le cortège entomologique recensé est très diversifié tout au long du cycle végétatif au niveau des deux cultures à Staoueli. L'indice d'Equitabilité signalé durant les deux ans d'inventaire au niveau des deux cultures est proche de un. L'abondance des différents ordres recensés au cours des deux années dans la parcelle de pomme de terre reste relativement stable pour certains ordres tels que les Hemiptera, les Diptera et les Hymenoptera, les Coleoptera sont plus importants en 2021. Au cours de la présente étude, il y a des différences importantes dans la composition des familles d'insectes capturées durant les années d'études au niveau des parcelles de pomme de terre. Une plus grande diversité de familles d'insectes est observée en 2021 par rapport à 2022. Au niveau de la parcelle de pomme de terre, en 2021, il existe 11 familles Hemiptera alors qu'en 2022 il existe uniquement 4 familles, tout au long des deux années d'étude, c'est surtout les Aphididae qui les plus abondants. En 2021, 22 familles de Diptera sont recensées contrairement à l'année 2022 où seulement 12 familles sont observées. Toutefois, les familles les plus abondantes pendant les deux années sont les

Agromyzidae, les Calliphoridae, les Muscidae, les Syrphidae, les Sciaridae et les Phoridae. Par rapport à 2022, les Hymenoptera sont plus riches en familles taxonomiques. Cependant, d'autres familles sont observées en 2021 avec des faibles abondances en 2022. Les Formicidae sont les plus abondantes au cours des deux années d'étude. Au cours des inventaires réalisés au niveau des serres de poivron, les Hemiptera affichent une abondance relative plus élevée en 2021, l'abondance des aphididae semble stable, les Psyllidae et les Cicadellidae sont plus abondants en 2022, par contre en 2021 l'inventaire renferme plus de familles. Les résultats de l'inventaire réalisé en 2021, présentent d'avantage de familles de Coleoptera mais l'abondance des familles est relativement différente comparativement entre les deux ans. Les Anthicidae et les Scarabeidae représentent les familles la plus abondantes en 2021, par contre en 2022, ce sont les Cantharidae et les Coccinellidae qui sont les plus abondantes. La population des Diptera est plus importante en 2022, bien que l'inventaire réalisé en 2021 représente d'avantage de familles, où la famille des Agromyzidae est la plus abondante. Par contre en 2022, l'abondance relative est plus importante avec les familles des Calliphoridae, des Sciaridae, des Chloropidae sont stables durant les deux ans. La richesse des familles des Hymenoptera est plus importante en 2022. La famille des Formicidae reste la plus importante chez les Hymenoptera durant les deux ans d'inventaire.

L'étude du statut trophique des espèces inventoriées dans les parcelles de pomme de terre en 2022 fait ressortir que les ravageurs sont les plus abondants. Les ravageurs appartenant à l'ordre des Hemiptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence d'avantages de familles phytophages tels que les Jassidae, les Cercopidae, les Aleyrodidae, les Lygaeidae et les Cydnidae. De plus, la famille des Psyllidae est plus abondante en 2021 par rapport à 2022. Les ravageurs de l'ordre des Diptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence d'un plus grand nombre de familles, tandis qu'en 2022, leur abondance est faible. Les ravageurs Coleoptera sont plus abondants en 2022, avec des populations élevées de Scarabeidae et Cantharidae par rapport à 2021. Les Lepidoptera sont plus abondants en 2021 en raison de la présence des familles Gelchiidae et Noctuidae. A cela s'ajoute la présence des Orthoptera et des Thysanoptera plus élevée en 2021 qu'en 2022. La présence des ravageurs attire d'avantage des prédateurs, ce qui explique l'abondance des prédateurs en 2022. Les prédateurs de l'ordre des Coleoptera sont relativement stables au cours des deux années. Les prédateurs de l'ordre des Hemiptera sont plus nombreux en 2022, en particulier les Anthocoridae et les Miridae, en raison de l'abondance importante des pucerons. En 2021, les parasitoïdes sont plus abondants,

notamment les Braconidae et les Pteromalidae. Ces deux familles regroupent essentiellement des espèces parasitoïdes des aphides. Cette augmentation est due principalement à l'abondance des aphides. Les parasitoïdes appartenant à la famille des Figitidae causent la diminution des Diptera durant cette saison. Les populations de pollinisateurs sont restées globalement stables au cours des deux années, avec quelques variations. Les Syrphidae et les Andrenidae sont plus abondants en 2021, tandis que les Apidae sont les plus abondants en 2022, probablement en raison de l'installation de ruches d'abeilles à l' I.T.C.M.I. L'étude du statut trophique des espèces recensées au niveau des serres de poivron a montré que les abondances relatives des insectes selon leurs statuts trophiques est presque stable, soit légèrement plus importants en 2022. Les ravageurs de l'ordre des Hemiptera sont plus abondants en 2022 en relation directe avec l'augmentation de la population des Aphididae, des Psyllidae et des Cicadellidae, Les ravageurs de l'ordre des Diptera sont plus abondants en 2022 en raison de la présence des populations élevées de plusieurs familles de Diptera phytophages. Tandis qu'en 2021, malgré la richesse observée des Diptera, l'abondance des familles est faible. De plus les Thysanoptera signalés en 2022 sont plus importants. Par contre les Coleoptera sont le groupe de ravageurs le plus abondant en 2021. S'ajoutent à ceux-là, les Lepidoptera et les Dermaptera mais avec de faibles abondances durant les deux ans d'inventaire. Les prédateurs de l'ordre des Coleoptera sont plus abondants en 2022 avec la présence de plus de familles prédatrices. Par contre, les prédateurs de l'ordre Hemiptera sont relativement stables, en particulier les Anthocoridae en raison de l'abondance importante des pucerons. De plus, en 2022, la présence des espèces prédatrices de l'ordre des Neoptères est à noter. Tandis que les parasitoïdes sont plus abondants en 2021, notamment les Braconidae, les Pteromalidae et les Mymaridae. Ces deux dernières familles regroupent essentiellement des espèces parasitoïdes des aphides. Les parasitoïdes de la famille des Figitidae regroupe les parasitoïdes des Diptères qui sont plus abondants. Ce qui explique la diminution des populations des Aphididae et des Diptera durant cette saison. Le taux des pollinisateurs est important en 2022 d'où les Syrphidae et les Apidae sont plus abondants au cours de la plantation de 2022.

L'évolution du cortège entomofaunistique selon le cycle végétatif de la pomme de terre révèle une abondance élevée des phytophages au cours de la phase de la plantation jusqu'au début de la végétation. Durant de cette phase, le taux des Hemiptera phytophages est stable. Les insectes sont les plus importants durant les deux saisons de plantation. Suivi par les Diptera phytophages qui sont plus abondants en 2022 qu'en 2021, ce qui est dû à la présence des

parasitoïdes des Diptera en 2021. Les Coleoptera phytophages sont plus importants en 2021. Les autres phytophages sont faiblement représentés durant les deux années d'étude. L'augmentation de la population de prédateurs et de parasitoïdes en 2021 a causé la diminution des populations de phytophages. Après l'apparition de la végétation, une diminution des populations de phytophages est notée. En effet, les insectes phytophages de l'ordre des Lepidoptera et des Thysanoptera sont apparus. Avec le jaunissement de parties aériennes, le nombre de fleurs diminuent ce qui provoque la diminution des insectes pollinisateurs, le taux de phytophages est stable, le comportement des insectes phytophages est le même, après l'apparition de la végétation où une abondance très importante est observée. Durant ce stade, les adultes d'insectes phytophages de l'ordre de Thysanoptera et d'Orthoptera sont plus abondants en 2021 alors que les Lepidoptera sont plus abondants en 2022. L'abondance des prédateurs en 2022 est plus importante qu'en 2021 et vice versa pour les parasitoïdes, ce qui confirme le phénomène de compétition. Lors de l'arrachage de la pomme de terre, les températures augmentent et une chute remarquable du taux de phytophages est observée. Les Hemiptera restent l'ordre le plus abondant durant les deux années. Les insectes pollinisateurs sont plus importants au cours du cycle de la plantation en 2021, l'abondance est importante après l'apparition des parties aériennes. De même pour la serre du poivron, une abondance élevée des phytophages durant la période de développement des parties végétatives est notée en 2022. Au cours de cette phase, le taux des Hemiptera phytophages est stable et les insectes sont les plus importants durant les deux saisons de plantation. Suivi par les Diptera phytophages qui sont plus abondants en 2022 qu'en 2021. Cela est dû à la présence des parasitoïdes des Diptera en 2021. Les phytophages des autres ordres sont faiblement représentés. L'augmentation de la population de prédateurs et de parasitoïdes durant cette phase a causé la diminution des populations de phytophages durant la période de floraison en 2021. Par contre l'application d'un insecticide contre les aphides en 2022, a causé une chute remarquable du taux d'insectes phytophages surtout que les aphides représentent le ravageur le plus abondant dans la serre de poivron durant les deux ans. Cette phase est accompagnée par une évolution des pollinisateurs. Vers la fin du cycle de poivron, le jaunissement des parties aériennes et la propagation d'un phytovirus dans la serre ainsi que les températures élevées ont causé une chute remarquable du taux des phytophages bien que les Hemiptera restent l'ordre le plus abondant durant ces deux années.

Concernant la bioécologie des aphides, l'inventaire effectué dans la parcelle de pomme de terre en 2021 fait ressortir 780 individus de pucerons et 839 individus en 2022. Malgré cette augmentation du nombre d'individus, la diversité des espèces est plus importante en 2021. Au cours de ces deux années, un total de 20 espèces d'Aphididae est inventorié, appartenant à deux tribus et à 13 genres. Il est important de souligner que la tribu des Aphidini est la plus abondante lors des inventaires réalisés dans les parcelles de pomme de terre. Le genre *Aphis* demeure le plus répandu avec *Aphis gossypii* en tant qu'espèce dominante. Dans la tribu des Macrosiphini, c'est le genre *Hyperomyzus* qui est prédominant. Ces abondances d'espèces sont principalement dues à la présence de plantes hôtes primaires, notamment les Rosacées au niveau de la station ainsi qu'à leurs plantes hôtes secondaires soit les Solanacées. Concernant le poivron, les inventaires réalisés ont montré la présence de 239 individus de pucerons en 2021 et 361 individus en 2022. Ces pucerons sont répartis en 3 tribus, 13 genres. La tribu des Aphidini reste la plus abondante en 2021 avec *Aphis gossypii* en tant qu'espèce dominante. Cependant en 2022, le genre *Acyrtosiphon* avec l'espèce *Acyrtosiphon pisum* sont les plus prédominants. La tribu des Macrosiphini a également montré des variations en abondance entre les deux années, avec *Hyperomyzus* comme genre le plus abondant en 2021 et *Brevicoryne* en 2022. De plus, en 2022, une espèce appartenant à la tribu des Atheroidini et au genre *Sipha* est observée bien que sa présence soit limitée en raison de l'absence de leurs plantes hôtes principales. Le cycle de vie des pucerons est principalement régi par les conditions climatiques, en particulier la température. En 2021, les températures étaient modérées, et la présence de végétation a favorisé une prolifération des colonies d'aphides, en particulier de *A. gossypii*, qui était déjà présent dans la parcelle de pomme de terre dès le début de la saison de plantation. Ces pucerons se sont installés dans les plantes refuges ou à proximité des fraisiers voisins. De plus, avec l'apparition de la végétation, des espèces telles que *H. lactuacae*, *B. brassicae*, *L. erysimi* et *M. persicae* ont montré des abondances élevées, entraînant une augmentation significative des populations d'aphides par la suite. L'augmentation des populations de pucerons en 2022 peut également être attribuée à la présence de végétation voisine. De plus, au début de la saison de plantation, l'espèce *Acyrtosiphon pisum* a fait son apparition. Cependant, une fois que les parties aériennes des plantes aient poussé, une diminution des populations d'aphides est observée. Cette diminution peut être expliquée par la compétition entre les espèces d'aphides, avec notamment une augmentation des populations de *A. nasturtii* et de *A. frangulae* en 2022 qui représentent les principaux aphides ravageurs de la pomme de terre. En revanche, dans la serre de poivron, *A. pisum* est présent dès le début de la plantation. Cependant, l'application d'un insecticide en

mai a entraîné une diminution des populations des pucerons. Par la suite, une augmentation des populations de *A. gossypii*, de *B. brassicae* et de *H. lactuacae* est observée après l'apparition des boutons floraux, ce qui a contribué à une augmentation des taux d'aphides. Lors des inventaires menés dans les parcelles de pommes de terre et les serres de poivrons, divers prédateurs de l'ordre des Coléoptères ont été recensés, notamment ceux appartenant à la famille des Coccinellidae, telles que *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Scymnus nubilus* et *Platynaspis luteorubra*, ainsi que l'espèce *Chrysoperla carnea* de la famille des Chrysopidae. Ces prédateurs se nourrissent principalement de colonies de pucerons, jouant ainsi un rôle crucial dans la limitation des infestations et la protection des cultures. Les parasitoïdes, en particulier les Braconidae, sont également des antagonistes des pucerons. Lors de la présente étude, la présence de 7 espèces de parasitoïdes est notée. Il s'agit notamment de *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Ephedrus plagiator*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Ephedrus* sp. et *Praon* sp. en plus de la famille des Encyrtidae.

En perspective, il serait intéressant de réaliser des inventaires dans d'autres localités en Algérie à différents étages bioclimatiques afin d'identifier les espèces de pucerons présentes dans les cultures maraîchères, en mettant l'accent sur celles qui causent le plus de dommages. Il est important de communiquer les résultats de l'étude aux agriculteurs, aux agronomes et aux décideurs pour sensibiliser à l'importance de la gestion des pucerons dans les cultures maraîchères. En menant une étude approfondie sur ces aspects, les chercheurs pourraient contribuer à développer des pratiques agricoles plus durables et résilientes face aux infestations de pucerons dans les cultures maraîchères.

Références
bibliographiques



Références bibliographiques

1. 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.
2. Ait Amar S. and Benoufella-Kitous K., 2021- Diversity of aphids (Hemiptera: Aphididae) associated with potato crop in Tizi-Ouzou (North of Algeria), with new records. *Acta Agriculturae Slovenica*, 117 (1) : 1-9.
3. Ait Amar S., 2022- *Étude de la diversité des pucerons des solanacées cultivées et des auxiliaires aphidiphages*. thèse de doc., U.M.M.T.O., 260 p.
4. Ait Amar S., Benoufella-Kitous K. et Medjdoub-Bensaad F., 2021- Aphid survey reveals the first record of the bramble aphid *Aphis ruborum* (Börner & Schilder, 1931) (Hemiptera: Aphididae) in Algeria, and a second report for Africa after 59 years. *African Entomology*, 29(2) : 649–657.
5. Ait Amar S., Benoufella-Kitous K. et Tahar Chaouche S. 2020- Potato Aphids and Their Natural Enemies in Tizi-Ouzou Northern of Algeria: Biodiversity and Importance. *Bulletin of Pure and Applied Sciences*, 39 (1) : 75-81.
6. Ait Amar S., Benoufella-Kitous K., Medjdoub-Bensaad F. et Tahar-Chaouche S., 2022- Diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures sous serre à Tizi-Ouzou, Algérie. *Faunistic Entomolog*, (75) : 1-15
7. Ait Amar S., et Toumi-Bara L., 2013- *Inventaire des pucerons et leurs ennemis naturels sur une culture de pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou)*. Mém. de Master, Université de Tizi-Ouzou, 58 p.
8. Alhmedi A., Francis F., Bodson B., Haubruge E., 2007- Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité de parcelles d'orties. *Notes fauniques de Gembloux* 60 (4) : 147-152.
9. Amrar, 2013- Conservation et stockage de la pomme de terre, *Rev. I.N.V.A. Conseils et pratiques Agricoles*, 22 p.
10. Aroun M.F., 2015- *le complexe aphides et ennemis naturels en milieu cultivé et forestier en Algérie*. thèse doc., E.N.S.A. El Harrach Alg., 158 p.
11. Bakroune N.H., 2012- *Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (2) stations : El-Outaya et Ain naga (Biskra) sur piment et*

- poivron (*Solanacées*) sous abris-plastique. Mem. de magister, univ. Mohamed Kheider, Biskra, 47 p.
12. Belatra O., 2009- *Diversité de l'Arthropodofaune de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région de Djelfa*. thèse Magis., E.N.S.A. Alger, 99 p.
13. Bello S., Babalakoun A.O., Zoudjiekpon J. et Coulibaly K.A., 2018- Diversité de l'entomofaune du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers) au Nord-Ouest du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 132 : 13424-13438.
14. Benkhelil M.L., 1992 – *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office. Pub. Univ., Alger, 60 p.
15. Benoufella-Kitous K., 2015- *Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aissi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou)*. thèse de doc., E.N.S.A, Alg., 334 p.
16. Benoufella-Kitous K., Doumandji S. et Medjdoub-Bensaad F., 2014- Interest and place of three *Vicia faba* Aphid species in Draâ Ben Khedda (Great Kabylia, Algeria). *International Journal of Academic Scientific Research*, 4 (6) : 27-36.
17. Benoufella-Kitous K., Medjdoub-Bensaad F. et Kheloul L., 2019- Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. *Entomologie Faunistique* 72 : 5-12.
18. Blackman R. L., et Eastop V. F., 2000 - *Aphids on the World's Crops, An Identification and Information Guide*. 2nd Ed. New York., John Wiley et Sons Publishers, 466 p.
19. Blackman R. L., et Eastop V.F., 2017- *Taxonomic issues, in Aphids as Crop Pests*. ed. CAB International, 29 p.
20. Blackman, R. L. et Eastop V. F., 2006- *Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs*. ed. The Natural History Museum, London, 1438 p.
21. Blondel J., 1975 – L'analyse des peuplements d'oiseaux—élément d'un diagnostic écologique : la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. écol. (Terre et vie)*, Vol. 29, (4) : 533 – 589.
22. Blondel J., Ferry C. et Frochot B., 1973 – Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 (1 - 2) : 63 – 84.
23. Bodlah I., Naeem M. et Rakhshani E., 2012 – Genus *Binodoxys* Machauer, 1960 (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) from Punjab Province of Pakistan. *J. zool.*, 44 (2) : 551 – 557.

24. Bosquée E., Boullis A., Bertaux M., Francis F. et Verheggen F.J., 2018- Dispersion of *Myzus persicae* and transmission of potato virus Y under elevated CO₂ atmosphere. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 166 : 380-385.
25. Bosquée E., Lopes T., Serteyn L., Chen J. L., Yong L. et Francis F., 2014- Impacts d'une association culturale de pois et de pommes de terre sur les pucerons et auxiliaires aphidiphages en Chine. *Entomologie Faunistique*, 67 : 97-104.
26. Bouabida N., 2021- *Diversité des légumineuses alimentaires. Essai de lutte*. Thèse de Doc., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 210 p.
27. Bouabida N., Benoufella-Kitous K., Ait Amar S. et Medjdoub-Bensaad F., 2020- Aphid diversity in two food legume crops: fava bean and pea in Naciria region, and first record of *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) in Algeria. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 52 (9503) : 54-60.
28. Brault V., Blanc S. et Jacquot E., 2007- Comment les pucerons transmettent des maladies virales aux plantes. *Pucerons, les connaître pour mieux les combattre*, France : 40-44
29. Brinon I., Micoleau E., S.M.R.H., Daly P. et Desvals L., 2001- *Guide de la culture du poivron en nouvelle-Calédonie*. ed. Inst. Agro.néo-Calédonien, 20 p.
30. Buttler, A., 1998 - Cours SSTEP : *Méthodes d'études de la végétation*. Univ. de Franche Comté, 49 p.
31. C.T.E.M., 2021- *poivron*. Ed. C.T.E.L livret technique, 7 p.
32. Cemali, A., et Benazzouz, M. T., 2019- Ressources en eau et perspectives de développement agricole dans la région saharienne, par types de cultures maraichères : Étude de cas de la région M'ziraa, Ain naga et El fidh (wilaya de Biskra-Algérie). *Revue Recherche et Étude en Développement*, 6(1) : 21-37.
33. Chougale N.P. et Bonning B.C., 2012 – Toxins for transgenic resistance to hemipteran pests. *Special issue of the online journal Toxins « Insecticidal Toxins »* 4 (6) : 405 – 429.
34. Chougale R.A., Chougale S.P., Bharathi P. et Salimath A.H.S., 2013 - Buffalo colostrum β -lactoglobulin inhibits VEGF-induced angiogenesis by interacting with g protein-coupled receptor kinase Appl. *Biochem. Biotechnol.* 171 : 366-381
35. Christine J., 2002- *Maladies, insectes nuisibles et utiles de la pomme de terre*. Ed. I.R.D.A., Québec, 32p.
36. Dahlin P. 2019- Nématodes à kystes de la pomme de terre *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*. *Plantes agroscopie fiche technique*, n°94 : 1:2.
37. Dajoz R., 1971 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.

38. Dajoz R., 2010 – *Dictionnaire d'entomologie*. Ed. Lavoisier, 348 p.
39. Dedryver C.-A., 2007- Pucerons : des dégâts et des hommes. *Pucerons les connaître pour mieux les combattre*, France : 22-26.
40. Dedryver C.-A., 2010 – *les pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes*. ed. Journées Techniques fruits et légumes biologiques, Angers, 60 p.
41. Delaplace P et Fauconnier M., 2004 - *Valorisation industrielle de la pomme de terre*. Ed. Institut nat. rech. agro., Paris, 6 p.
42. Dervin C., 1992 – *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances*. Ed. Inst. techn. cult. four. (I.T.C.F.), Paris, 72 p.
43. Djebara Fatiha, 2022- *Biodiversité de l'entomofaune de la tomate Fatiha Djebara les principaux bioagresseurs dans la région de Mitidja*. thèse de doctorat, E.N.S.A., Alg.,
44. Diop P., Labou B., Sylla E. S., Tending E., Diatte M., Balde A., Seydi O, Sene S. O., Ndiaye I. A. et Diarra K., 2022- Actualisation de l'entofaune associée à la culture de pomme de terre dans dans les Niayes, Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 16 (3) : 1314-1319.
45. Dixon A.F.G., 2000 - *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, 268 p.
46. Dosdat S., 2014- *Influence de la distance aux bandes fleuries sur la consommation de nectar et le condole du puceron par le parasitoïde Diaeretiella rapae en parcelles de colza*. mem. Master, Univ. de Lorraine, 47p.
47. Eastop V. F., Heie O. E., Fuentes-Contreras E., Pettersson J. et Niemeyer H. M., 1997- Notes on two new aphid species (Hemiptera: Aphididae) detected in Chile. *Chilena Ent.* 24 : 81-84.
48. Elattir H., Skiredj M. et Elfadl A. -2003- Tomate, aubergine, poivron, gombo. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du P.N.T.T.A.*, Maroc, N°100 : 3-4.
49. Erard P., 2002 – *Le poivron*. Ed. Ctifl, Paris, 155 p.
50. Eric C.L., Lys, A.A., Carlos A.H., Rachidi A.F., Nicodème V.F.H. et Eroch G. A., 2020- Fiche technique synthétique pour la production du poivron (*Capsicum annum* L.). *Laboratory of Genetics Horticulture and Seed Science* :76-73.
51. F.A.O., 2008- *Pomme de terre, nutrition et diététique*. ed. F.A.O., Rome Italie, 2p.
52. Faurie C., Ferra Ch. et Medori P., 1984 – *Ecologie*. Ed. Baillière J. B., Paris, 147 p.
53. Fernando L.F., Elizanilda R.R. et Mailson M.R., 2016- *Production and Breeding of Chilli Peppers (Capsicum spp.)*. Ed.Springer International Publishing, Switzerland, 141 p.

54. Forbes A.R., 1969 - The stylets of the green peachaphid, *Myzus persicae* (Homoptera:Aphididae). *The Canadian Entomologist* 101: 31–41.
55. Francis F., Colignon P. et Haubruge E., 2003- Evaluation de la présence des Syrphidae (Diptera) en culture maraichères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica*, 59 (3-4) : 129-139.
56. Godin C. et Boivin G., 2002 – *Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec*. Ed. Agriculture et Agroalimentaire, Canada. 31 p.
57. Gratwick M., 1992 - cereal aphids. *M. Sc. D.I.C., C.Biol., M.I.Biol., F.R.E.S.* : 36-41.
58. Guenaoui Y. et Ait Chaabane A., 1991- Les pucerons des cultures maraichères sous abris : un sérieux problème en Algérie. *Bulletin Oilb Srop*, Vol 14, n° 5 :111-115.
59. Guerrieri E. et Digilio M.C., 2008- Aphid-plant interactions : a review. *Journal of Plant Interactions*, 3(4) : 223-232.
60. Guet G., 2003- *Mémento d'agriculture biologique, guide pratique à usage professionnel*. Ed. Agridécisions, Paris. 416 p.
61. Halikowski Smith S., 2015- In the shadow of a pepper-centric historiography: Understanding the global diffusion of capsicums in the sixteenth and seventeenth centuries. *Journal of Ethnopharmacology*, 167: 64–77.
62. Hawkes, J.G.1990- *The potato, Evolution, Biodiversity and genetic resources*. Ed. Belhaven Press, London, 259 p.
63. Heie O.E., 1986- The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark III, family aphididae : subfamily Pterocommatinae and tribe aphidini of subfamily Aphidinae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 5 (17), Denmark, 314p.
64. Heie O.E., 1995 - The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: Part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae, and family achnidae. *Fauna Entomologica Scandinavica* 31:1–217.
65. Hill T.A., Ashrafi H., Reyes-Chin-wo S., Yao J., Stoffel K., Truco M.-J., Kozik A., Michelmore R.W. et Deynze A.V., 2013- Caractérisation de la diversité génétique et de la structure de la population de *Capsicum annuum* basée sur la découverte de polymorphismes parallèles avec un GeneChip Unigene Pepper 30K. *Plos One*, vol. 8 (2) : 1-16.
66. Hingrat Y., Hélias V., Le Roux-Nio AC., Cellier G., Prior P., Rivoal C., Poliakoff F., Soubelet H., Moreau M., Deveaux V., Latour X., Gaucher D., Benigni M., Martinon V., 2012- Evaluation (et Gestion) des risques sanitaires bactériens liés aux itinéraires culturaux de la pomme de terre et d'autres cultures spécialisées. *Innovations Agronomiques*, 25 : 253-267.

67. Huaman Z. 1986- *Systematic, botany and morphology of the potato*. Technical information bulletin 6, ed. International potato center, Pero, Lima, 22p.
68. Hulle M., Turpeau – A.I. E., Robert Y. Et Monnet Y., 1999 – *Les pucerons des plantes maraîchers. Cycle biologiques et activités de vol*. Ed. I.N.R.A., Paris, 136p.
69. Hulle M., Turpeau- A.I. E., Leclant F. et Rahn M.J., 1998- *Les pucerons des arbres fruits cycles biologiques et activités de sol*. Ed. I.N.R.A., Paris, 77p.
70. Hulle M., Turpeau-Ait Ighil E. et Chaubet B. 2012 - Encyclop'Aphid, tout savoir sur les pucerons. *I.N.R.A. Magazine*, 21, 31p.
71. I.N.R.A. 2013 et 2015. Site web : [www6.inra.fr/encyclopedie_pucerons/ Espèces / Parasitoïdes / Braconidae-Aphidiinae](http://www6.inra.fr/encyclopedie_pucerons/Espèces/Parasitoïdes/Braconidae-Aphidiinae).
72. I.T.C.M.I., 2015- *Guide pratique du piment/ poivron sous serre*. Ed. institut technique des cultures maraichères industrielles, Staouali, Alger, Algérie, 17p.
73. I.T.C.M.I., 2022- *Fiche techniques valorisées des cultures maraichères et industrielles, la culture du piment/ poivron*. ed. I.T.C.M.I., Staouali, Alger, Algérie, 5p.
74. I.T.C.M.I., 2022- *fiches techniques valorisées des cultures maraichères et industrielles, la culture de pomme de terre*. ed. ITCMI, Staouali, Alger, Algérie, 8p.
75. Kavallieratos N.G., Tomanovi Z., Petrovi A., Koci K., Jankovi M. et Stray P., 2016 – Parasitoïds (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) of Aphids Feeding on Ornamental Trees in Southeastern Europe : Key for identification and Trophic Associations. *Annals of the Entomological Society of America* , 1 – 15.
76. Kheddami H., Saharaoui L. et Kaidi K., 2022- Diversité entomologique associée au poivron sous abri et fluctuations de ses principaux bioagresseurs. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, vol 147 (3) : 105 – 114.
77. Khellaf N., 2011- *Contribution à la lutte intégrée contre la mineuse de la tomate Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sous serre*. Thèse de Magister, École Nationale Supérieure Agronomique, 96 p.
78. Kolev N., 1976- *Les cultures maraichères en Algérie, Tome I , Légumes fruits*. ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles, 52 p.
79. Laamari M. and Starý P., 2013. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidinae) of Algeria: Diversity, host associations and distribution. *International Symposium Ecology of Aphidophaga*, Belgrade, Serbia: 71-82.

80. Laamari M. et Akkal Y., 2002- Aphids population dynamics and the rate of virus diseases in potato fields in the Setif Region of Algeria. *Arab Journal of Plant Protection*, 20 (2): 111–117.
81. Laamari M., Coeur d'Acier A. et Jousselin E., 2013- New data on aphid fauna (Hemiptera, Aphididae) in Algeria. *Zookeys*, 319 : 223-229.
82. Laamari M., Jousselin E. et Cœur d'Acier A., 2010- Assesment of aphid diversity (Hemiptera : Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Faunistic Entomology*, 62 (2): 73–87.
83. Laffly, D., Mercier, D., 1999 - Réflexion méthodologiques sur les observations de terrain et la télédétection. *Photo-Interprétation*, 2 : 15-58.
84. Lahmar R., 2008- *Entomofaune de quelques cultures maraichères sous serre- Inventaire et caractérisation (Hassi Ben Abdallah – Ourgla)*. mém. Master, Univ.Kasdi Merbah – Ouargla, 163 p.
85. Lambert L., 2005 - *Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève*. Ed. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, Canada, 7 p.
86. Lamotte M. et Bourliere F., 1969 – *Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
87. Leclant F., 1978- *les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification*, tome I. ed. Association de Coordination Technique Agricole, Paris, 63 p.
88. Leclant F., 1999- *Les pucerons des plantes cultivées clefs d'identification II- cultures maraichères*. Ed. I.N.R.A., Paris, 98 p.
89. Leclant F., 2000 – *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. III – cultures fruitières*. Ed. ACTA – I.N.R.A., 128 p.
90. Leraut P., 2003 – *Le guide entomologique*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 527 p.
91. Lopes T., Bosquée E., Lozano D.P., Chen J. L., Dengfa C., Yong L., FangQiang Z., Haubruge E., Bragard C. & Francis F., 2011- Évaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraichères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 64 (3): 63-71.
92. Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., Deng Fa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2012- Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraichères dans l'est la Chine. *Entomologie Faunistique*, 64 (3) : 63-71.

93. Lou Q., Iovene M., Spooner D.M., Buell C.R. et Jiang J., 2010- Évolution of chromosome 6 of Solanum species revealed by comparative fluorescence in situ hybridization mapping. *Chromosoma*, 119 : 435-442.
94. Lozano D. P., Bosquée E., Lopes T., Chen J., Cheng Deng Fa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2013- Evaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraichères dans l'est de la Chine. *Faunistic Entomology*, 66 : 27-37.
95. Lozano D.-P., Bosquée E., Lopes T., Chen J., Deng Fa Ch., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2013- Evaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraichères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique*, 66 : 27-37.
96. Maameri E., 2013. *Étude bioécologique de deux pucerons Aphis gossypii et Myzus persicae et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre dans la région de Mostaganem*. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Univ. de Mostaganem, Algérie, 120 p.
97. Mackauer, M. et Starý, P., 1967 - *Hymenoptera: Ichneumonoidea, World Aphidiidae*, in *Index of entomophagous insects*. Ed. Le Fransois, Paris, 167 p.
98. Mappa D., 2010- *Les productions légumières*. Ed. Educagri, 164 p.
99. Marchoux G., Gognalons, P. et Gébré Sélassié K., 2008- *Virus des Solanacées Du génome viral à la protection des cultures*. Ed. Quae, paris, 20 p.
100. Martin J. F., 2004- *Culture de la pomme de terre de conservation*. Ed. Arvalis, Institut du Végétal, 72 p.
101. Matile L., 1993 - *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p.
102. Meriem A., *Place de la punaise verte Nezara viridula (Hemiptera, Pentatomidae) au sein de la biocoenose de 8 cultures maraichères dans l'Est de la Mitidja*. Thèse doc., E.N.S.A., Alg., 286 p.
103. Michels Jr. G.J. et Burd J.D., 2007 - IPM case studies : sorghum. *C.A.B. International aphids as crop pests*: 627-637.
104. Murphy N.P., Carey D., Castro L.R., Dowton M. et Austin A.D., 2007 - Phylogeny of the platygastroid wasps (Hymenoptera) based on sequences from the 18S rRNA, 28S rRNA and cytochrome oxidase I genes: implications for the evolution of the ovipositor system and host relationships. *Biological Journal of the Linnean Society*, 91: 653–669.
105. Nechadi S., Benddine F., Moumen A. et Kheddami M., 2002- Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. *Bulletin O.E.P.P.*, 32 : 21–24.
106. Nieto Nafria J. M. et Mierdurante M. P., 1998-. *Hemiptera, Aphididae I*. In: *Fauna Iberica*, Vol. 11. Ed. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid, Spain, 424 p.

107. Nyabyenda P., 2005- *Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique*. Ed. Lavoisier, 223p.
108. Ouadah F., 2009. *Lutte biologique contre les pucerons : interaction entre parasitoïde et prédateurs: cas du parasitoïde d'Aphis gossypii Glover (Hom: Aphididae), Lysiphlebus fabarum Marshall (Hym: Braconidae: Aphidiinae) et de la cécidomyie prédatrice Aphidoletes aphidimyza Rondani (Diptère: Cecidomyidae)*. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université de Mostaganem, Algérie, 59 p.
109. Oumata S., Bouzid L., Sid-Otmane T., Kahlaine K., Bouta M. et El-Kolli Z., 2008- la situation des cultures maraîchères en Algérie. *recherche agronomique*, n°22 : 48-58.
110. Pelletier Y., Horgan F.G. et Ponpon J., 2011- Potato resistance to insects. *The American Journal of Plant Science and Biotechnology*, 5: 37-52.
111. Pèron, J., 2006 - *Références productions légumières*. Ed. Synthèse agricole, Paris : 613 p.
112. 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, Biologie de l'évolution et écologie. Université de Montpellier Sup Agro, 260 p.
113. Plantegenest M. et Ralec A., 2007- Lutter contre les pucerons en respectant l'environnement, pucerons. *Connaitre pour mieux les combattre*, France : 31-34.
114. Polese J. M., 2006 - *La culture des pommes de terre*. Ed. Artémis, 95 p.
115. Rakhshani E., Barahoei H., Ahmad Z., Starý P., Ghafouri- Moghaddam M., Mehrparvar M., Kavallieratos N.G., Čkrkić J., Tomanović Ž., 2019 - Review of Aphidiinae parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of the Middle East and North Africa, key to species and host associations. *European Journal of Taxonomy*, 552: 1–132.
116. Ramade F., 1984 – *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
117. Ramade F., 2009 - *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 289 p.
118. Remaudiere G. et Remaudiere M., 1997 - *Catalogue des Aphididae du Monde Homoptera, Aphidoidea*. Ed. I.N.R.A., Paris, 473 p.
119. Rose A.H. et Lindquist O.H., 1997- *Insectes des feuillus de l'est du canada*. Ed. Canada, 304 p.
120. Roselle P., Robert Y. et Crosnier j.-C., 1996- *La pomme de terre Production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations*. Ed. Quae, 607 p.

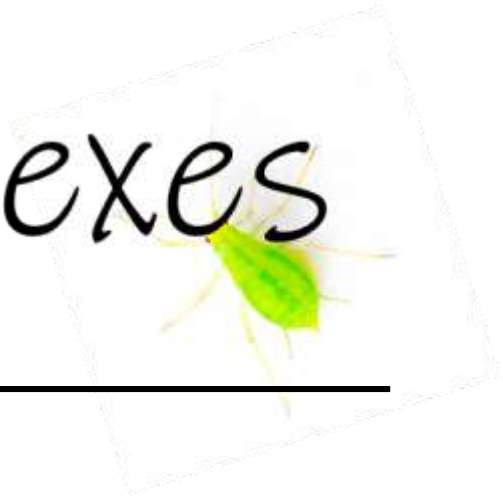
121. Ryckewaert P. et Rhino B., 2017- *insectes et acariens des cultures maraichères en milieu tropical humide*. Ed Quae, France, 151 p.
122. Sadat A., 2021- *Contribution à l'étude des pucerons et de leurs hyménoptères parasitoïdes dans la Mitidja*. thèse doc., E.N.S.A., Alg., 241 p.
123. Sadat A., Bouhalissa Z., Saharaoui L. et Daoudi-Hacini S., 2019- parasitoïdes de pucerons d'Algérie (hymenoptera, braconidae, aphidiinae). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2019, 144(3) : 121-131.
124. Sadeghi H. et Gilbert F., 2000 - Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology* 69 : 771- 784.
125. Sahali N. , Douar B. et Selmani A., 2022- Analyse de l'évolution récente des cultures maraichères en Algérie Analysis of recent trends in market gardening in Algeria. *Cahiers économique*, vol.12, n° 02 : 487-496.
126. Saharaoui L., 2017 - *Les coccinelles algériennes (analyse faunistique et structure des communautés)*. Thèse de doctorat, écologie, biodiversité et évolution, Université Paul Sabatier Toulouse, 198 p.
127. Saharaoui L., Gourreau J.M., 2000 - Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera : Coccinellidae). *Recherche Agronomique*. 6: 11-27.
128. Segnou, J., Amougou, A. et Youmbi, A., 2012-. Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences. *tropicultura*, 30 (1) : 15-23.
129. Sekkat A. 2015- Les pucerons du Maroc : abrégé bioécologique des espèces évoluant sur les cultures. *Rev. Marocaine de Protection des Plantes*, n° 7: 1-23.
130. Simon J.-Ch., Stoeckel S. et Tagu D., 2010- Evolutionary and functional insights into reproductive strategies of aphids Variation du mode de reproduction chez les pucerons : aspects évolutifs et fonctionnels. *Comptes Rendus Biologies*, Vol (333) : 488- 496.
131. Singh R. et Singh G., 2021- *Aphids In Polyphagous Pests of Crops*. Ed. Omkar, India : 105-182.
132. Site FAOstat, consultez le 10/06/2023.
133. Smith C. F. et Cermeli M. M., 1979- An annotated list of Aphididae (Homoptera) of the Caribbean Islands and South and Central America. Ed. North Carolina Agric. Res. Serv., *Tech. Bull.* 259, U.S.A., 131 p.
134. Soltner D. 2016- *Les grandes productions végétales, 22ème édition*. Ed. Collections Sciences et Techniques agricoles. 472 p.

135. Starý P., 1970 - *Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control*. Vol. 6. Ed. Dr. W. Junk, b.v., The Hague, Netherlands, 643 p.
136. Struik P.C., 2007- *Above-ground and below-ground plant development*. Ed. Elsevier Science, 164 p.
137. Sullivan D.J., 2008 - *Aphids (Hemiptera: Aphididae)*, in *Encyclopedia of Entomology 2nd edition*. Ed. Capinera : 127 - 146.
138. Talebi A.A., Rakhshani E., Fathipour Y., Starý P., Tomanovic Z., Rajabi-Mazhar N., 2009 - Aphids and their Parasitoids (Hym.:Braconidae: Aphidiinae) Associated with Medicinal Plants in Iran. *Am–Eur J Sustain Agric*, 3(2) : 205–219.
139. Tendeng E., Labou B., Djiba S., et Diarra K., 2017- Actualisation de l'entomofaune des cultures maraîchères en Basse Casamance (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(3) : 1021-1028.
140. Tomanović Ž., Starý P., Kavallieratos N.G., Gagic V., Plecas M., Jankovic M., Rakhshani E., Cetkovic A., Et Petrovic A., 2012- Aphid parasitoid (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) in wetland habitats in western Palearctic : key and associated aphid parasitoid guilds. *Ann.soc.entomol. Fr.*, 48 : 189 – 198.
141. Tomić M., Tomanović Ž., Kavallieratos N.G., Starý P., Athanassioud, C.G., Tomić V. et Lucic L.,2005- Morphological variability of several biotypes of *Ephedrus plagiator* (Nees, 1811) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and description of a new species. *Zoologischer Anzeiger* 244 : 153–162.
142. Tomić M., Željko Tomanovic N. G. Kavallieratos , Starý P.,Christos G. A.,Tomić V. et Lucic L., 2005- Variabilité morphologique de plusieurs biotypes d' *Ephedrus plagiator* (Nees, 1811) (Hymenoptera : Braconidae : Aphidiinae) et description d'une nouvelle espèce. *Zoologischer Anzeiger- un journal de zoologie comparée*, Vol. 244, n2: 153-16.
143. Torres-Quintero M. C., Arenas-Sosa I., et Peña-Chora G., 2013- Hernández-Velázquez, V.M. Feeding chamber for *Myzus persicae* culture (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 96 : 1600-1602.
144. Turpeau-Ait Ilghil E., Dedryver C.A., Chaubet B. et Hulle M., 2011- *Les pucerons des grandes cultures cycles biologiques et activités de sol*. Ed. Quæ, Paris Cedex 12, 135p.
145. Vaerenbergh J.- V. et Jonghe K. D., 2022- *Maladies et ravageurs en culture de pommes de terre, de nouveaux défis à relever*. Ed. instituuat voor Landbouw en Visserijonderzoek, Belgique, 35 p.

146. Vanlerberghe-Masutti F. et Guillemaud T., 2007- la résistance des pucerons aux insecticides. *Pucerons les connaître pour mieux les combattre*, France : 27-30.
147. Villiers A., 1977 – *L'entomologiste amateur*. Ed. Lechevalier S.A.R.L., Paris, 248 p.
148. Vincent C., Panneton B. et Fleurat-Lessard F., 2000- *La lutte physique en phytoprotection*. Ed. I.N.R.A., Paris, 256 p.
149. Weesie P.D.M. Et Belemsobgo U., 1997 – *Les rapaces diurnes du Ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso)*. *Alauda*, 65 (3) : 263 – 278.
150. Xavier Latour X., Denis Faure D., Stéphanie Diallo S., Amélie Cirou A., Bruno Smadja B., Dessaux Y. et Orang N., 2008- Lutte contre les maladies bactériennes de la pomme de terre dues aux *Pectobacterium* spp. (*Erwinia carotovora*). *Cahiers Agricultures*, vol. 17, n° 4 : 335-360.
151. Yarou B. B., Silvie P., Komlan F. A., Mensah A., Alabi T., Verheggen F. et Francis F., 2017- Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 21(4) : 288-304.
152. Yattara A.A.A., Amadou K. C. et Frédéric F., 2023- Diversité et abondance des pucerons [Homoptera : Aphididae] et leur impact sur la dissémination des virus infectant la pomme de terre au Mali. *Phytoprotection* 94: 1-7.
153. Yattara A.A., Coulibaly A. K. 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*, Vol.94, n°1 :1–7.
154. Zitouni, D. et Douar, K. (2017) - *Étude bioécologique de la faune auxiliaire des aphides de poivron sous serre*. Mem. Master Agro. Univ. Mostaganem, 35 p.
155. Zongo S., Ilboudo Z., Waongo A., Gnankiné O., Doumma A., Sembène M. et Sanon A., 2015 - Risques Liés À l'utilisation d'insecticides au cours du stockage du niébé (*Vigna Unguiculata* L. Walp.), Dans La Région Centrale Du Burkina-Faso. *Science de la vie, de la terre et agronomie*, vol.3 (1) : 2424-7235.



Annexes



Annexe 1. Diversité entomologique répertoriée dans la parcelle de pomme de terre en 2021

Ordre	Famille	Espèces
Coleoptera	Anthicidae	<i>Anthicus floralis</i> (Linné, 1758)
		<i>Formicomus</i> sp.
	Buprestidae	<i>Anthaxia</i> sp.
		<i>Harpalus</i> sp.
		<i>Microlestes corticalis</i> Dufour, 1820
		<i>Triodonta</i> sp.
		Cetoniidae sp.
	Chrysomilidae	Chrysomilidae sp. indé.
		<i>Lachnaia</i> sp.
		<i>Oulema</i> sp.
	Cleridae	<i>Trichodes</i> sp.
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)
		<i>Platynaspis luteorubra</i> (Goeze, 1777)
		<i>Scymnus nubilus</i> Mulland, 1850
		<i>Chorus punctillum</i>
		<i>Tytthaspis phalerata</i> (Costa, 1849)
	Curculionidae	<i>Otiorhynchus</i> sp.
		Curculionidae sp. indé.
	Dermestidae	<i>Anthrenus verbasci</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Attagenus</i> sp.
		<i>Anthrenus</i> sp.
	Dytiscidae	<i>Agabus guttatus</i> (Paykull, 1798)
		<i>Hydrovatus cusp. idatus</i> Kunze, 1818
	Elateridae	<i>Cryptohypnus pulchellus</i> (Linnaeus, 1761)
		<i>Cryptohypnus</i> sp.
	Drilidae	<i>Drilus</i> sp.
	Histeridae	Histeridae sp. indé.
	Meloidae	<i>Mylabris variabilis</i> (Pallas, 1781)
	Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.
	Staphylinidae	Staphylinidae sp. indé.
Tenebrionidae	<i>Asida</i> sp.	
	Tenebrionidae sp. indé.	
	<i>Omophlus</i> sp.	
Diptera	Agromyzidae	Agromyzidae sp. indé.
		<i>Liriomyza brionae</i> Kaltenbach, 1858
	Asilidae	Asilidae sp. indé.
	Calliphoridae	<i>Calliphora</i> sp.

		<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)
	Chloropidae	Chloropidae sp. indét.
		<i>Chlorops calceatus</i> Meigen, 1826
		<i>Thaumatomyia</i> sp.
	Dolichopodidae	<i>Sciapus</i> sp.
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.
	Empididae	Empididae sp. indét.
	Halictidae	<i>Sphecodes</i> sp.
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
	Phoridae	Phoridae sp. indét.
	Psycodidae	<i>Psychoda</i> sp.
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga africa</i> Wiedemnn, 1824
		Sarcophagidae sp. indét.
	Sciaridae	Sciaridae sp. indét.
		<i>Bradysia</i> sp.
	Sepsidae	Sepsidae sp. indét.
	Sphaeroceridae	<i>Leptocera</i> sp.
	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i> (Linnaeus, 1758)
	Syrphidae	<i>Allograpta obliqua</i> (Dites, 1823)
		<i>Callicera</i> sp.
		<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
		<i>Eristalis</i> sp.
		<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Phanerosyrphus corianus</i>
		<i>Platycheirus fulviventris</i> (Macquart, 1829)
		<i>Platycheirus</i> sp.
		<i>Sp.haerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)
	Syrphidae sp. indét.	
	Tachinidae	Tachinidae sp. indét.
	Tephritidae	Tephritidae sp. indét.
	Tipulidae	Tipulidae sp. indét.
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp. indét.
	Opomyzidae	Opomyzidae sp. indét.
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)
	Anthocoridae	<i>Cardiastethus</i> sp.
		Anthocoridae sp. indét.
		<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabrucus, 1794)
	Aphididae	Aphididae sp. indét.
		<i>Acyrtosiphum pisum</i> (Harris, 1776)
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854		
	<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	

		<i>Aphis frangulaekaltenbach</i> , 1845
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Hyperomyzus lactuacae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Hyperomyzus picridis</i> (Borner, 1916)
		<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)
		<i>Megoura viciae</i> Buckton, 1876
		<i>Myzus persicae</i> (Sulze, 1776)
		<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)
		<i>Rhopalosiphum</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Wahlgreniella nervata</i> (Gillette, 1908)
	Cicadellidae	Cicadellidae sp. indét.
	Cydnidae	<i>Shirus</i> sp.
	Jassidae	Jassidae sp. indét.
	Lygaeidae	Lygaeidae sp. indét.
	Miridae	<i>Nesidiocoris</i> sp.
		Miridae sp. indét.
		<i>Phytocoris</i> sp.
	Pentatomidae	Pentatomidae sp. indét.
	Psyllidae	Psyllidae sp. indét.
	Cercopidae	Cercopidae sp. indét.
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i> spanze, 1799
	Aphelinidae	<i>Coccophagus</i> sp.
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> linnaeus,1758
	Braconidae	<i>Aphidius ervi</i> halidy, 1833
		<i>Aphidrus</i> sp.
		<i>Apanteles</i> sp.
		Braconidae sp. indét.
		<i>Chorebus</i> sp.
		<i>Diaeretiella rapae</i> (m'Intosh, 1855)
		<i>Ephedrus plagiator</i> (Nees, 1811)
		<i>Ephedrus</i> sp.
		<i>Microgaster</i> sp.
		<i>Opius</i> sp.
		<i>Praon</i> sp.

	Ceraphronidae	<i>Ceraphron</i> sp.
	Chalcididae	Chalcididae sp. indét.
	Crabronidae	<i>Crossocerus</i> sp.
	Diapriidae	<i>Belyta</i> sp.
		<i>Trichopria basalisashmead</i> , 1893
		<i>Trichopria</i> sp.
	Encyrtidae	<i>Syrphophagus</i> sp.
	Eulophidae	Eulophidae sp. indét.
		<i>Quadrastichus</i> sp.
		<i>Diglyphus</i> sp.
	Figitidae	<i>Aganaspis</i> sp.
		<i>Alloxysta vitrix</i> (Westwood, 1833)
	Formicidae	<i>Camponotus barbaricus</i> Emery, 1905
		<i>Cataglyphis viatica</i> (Fabricius, 1787)
		<i>Cataglyphis dehlii</i>
		<i>Linepithema humile</i> Mayr, 1868
		<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)
		<i>Tapinoma nigerrimumnylander</i> , 1856
		<i>Tapinoma</i> sp.
		<i>Tapinoma simrothi</i> Krausse, 1911
		<i>Tetramorium biskrensis</i> Forel, 1904
		<i>Tetramorium lanuginosum</i> Mayr, 1870
		<i>Tetramorium negerimum</i>
		<i>Tetramorium</i> sp.
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp.
	Ichneumonidae	<i>Diaparis</i> sp.
		<i>Diadegma</i> sp.
		Ichneumonidae sp. indét.
		<i>Nemerites</i> sp.
	Megaspilidae	<i>Dendrocerus</i> sp.
	Mymaridae	Mymaridae sp. indét.
	Pteromalidae	<i>Asaphes</i> sp.
		Pteromalidae sp. indét.
	Vespidae	Vespidae sp. indét.
		<i>Vespula germanica</i>
	Pompilidae	Pompilidae sp. indét.
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)
		<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)
		Noctuidae sp. indét.
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)

	Pyralidae	Pyralidae sp. indét.
Orthoptera	Acrididae	<i>Acrotylus putruelis</i> (Herrich-Schaffer, 1838)
		<i>Acridaturita</i> sp.
		Acrididae sp. indét.
		<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
		<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)
	<i>Calliptamus</i> sp.	
	Gryllidae	<i>Trigonidium cicindeloides</i> Rambur, 1838
Thysanoptera	Thrips	Thrips sp. indét.
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)

Annexe 2. Diversité entomologique répertoriée dans la parcelle de pomme de terre en 2022

Ordre	Famille	Espèces	
Coleoptera	Brentidae	<i>Apion</i> sp.	
	Cantharidae	<i>Malthinus baltetus</i> Suffrian, 1851	
	Carabidae	Carabidae sp. indét.	
	Chrysomelidae		<i>Bruchidae</i> sp.
			<i>Oulema</i> sp.
	Coccinellidae		<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758
			<i>Scymnus nubilus</i> Mulsant, 1850
			<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)
	Dytiscidae		<i>Hydrovatus cuspidatus</i> Kunze, 1818
			<i>Agabus bipustulatus</i> (Linnaeus, 1767)
			<i>Bidessus</i> sp.
	Elateridae	<i>Agriotes lineatus</i> (Linnaeus, 1767)	
	Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)	
	Miridae	<i>Nesidiocoris</i> sp.	
Scarabaeidae		<i>Triodonta</i> sp.	
		<i>Tropinota</i> sp.	
Staphylinidae	Staphylinidae sp. indét.		
Diptera	Agromyziidae	Agromyziidae sp. indét.	
		<i>Liriomyza brionae</i> Kaltenbach, 1858	
		<i>Delia</i> sp.	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	
	Asilidae	Asilidae sp. indét.	
	Calliphoridae		<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)
			<i>Calliphora</i> sp.
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp. indét.	
	Chloropidae	<i>Chlorops calceatus</i> Meigen, 1826	
Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.		
Sciaridae	<i>Bradysia</i> sp.		

	Syrphidae	<i>Allograpta obliqua</i> (Dites, 1823)
		<i>Eristalis</i> sp.
		<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Platycheirus fulviventris</i> (Macquart, 1829)
	Therevidae	Therevidae sp. indét.
	Phoridae	Phoridae sp. indét.
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)
	Aphididae	<i>Hyperomyzus lactuacae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Acyrtosiphum pisum</i> (Harris, 1776)
		<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854
		<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763
		<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach, 1845
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	
Cicadellidae	Cicadellidae sp. indét.	
Cicadellidae	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahlbom, 1850)	
Psyllidae	Psyllidae sp. indét.	
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i> Panze, 1799
	Formicidae	<i>Camponotus barbaricus</i> Emery, 1905
		<i>Cataglyphus</i> sp.
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
	Braconidae	<i>Praon</i> sp.
		<i>Aphidius matricariae</i> Haliday 1834
		<i>Opius</i> sp.
		<i>Apanteles</i> sp.
		<i>Chorebus</i> sp.
	Ceraphronidae	<i>Ceraphron</i> sp.
	Diapriidae	<i>Trichopria basalis</i> Ashmead, 1893
		<i>Belyta</i> sp.
	Figitidae	<i>Alloxysta vitrix</i> (Westwood, 1833)
	Ichneumonidae	<i>Diaparis</i> sp.
		Ichneumonidae sp. indét.
		<i>Diadegma</i> sp.
	Mymaridae	Mymaridae sp. indét.
Pteromalidae	Pteromalidae sp. indét.	
	<i>Asaphes</i> sp.	
Vespidae	<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	
Encyrtidae	<i>Syrphophagus</i> sp.	

Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)
		<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)
	Pyalidae	Pyalidae sp. indé.
	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
Orthoptera	Acrididae	<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
Thysanoptera	Thrips	Thrips sp. indé.

Annexe 3. Diversité entomologique répertoriée sur le poivron sous serre en 2021

Ordre	Famille	Espèce
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Cardiastethus</i> sp.
		Anthocoridae sp. indé.
		<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)
	Aphididae	Aphididae sp. indé.
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)
		<i>Hyperomyzus lactuacae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)
		<i>Hyperomyzus picridis</i> (Borner, 1916)
		<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854
		<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Aphis nasturtii</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776)
	<i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus, 1767)	
	Cercopidae	Cercopidae sp. indé.
	Cicadellidae	Cicadellidae sp. indé.
Lygaeidae	<i>Lygaeus saxatilis</i> (Scopoli, 1763)	
Pentatomidae	<i>Aelia</i> sp.	
Pyrrhocoridae	Pyrrhocoris sp.	
Jassidae	Jassidae sp. indé.	
Psyllidae	Psyllidae sp. indé.	
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
	Braconidae	<i>Ephedrus</i> sp.
		<i>Apanteles</i> sp.
		<i>Crossocerus</i> sp.

		<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880)
		<i>Aphidius</i> sp.
	Chalcididae	Chalcididae sp. indét.
	Cynipidae	Cynipidae sp. indét.
	Diapriidae	<i>Trichopria</i> sp.
	Encyrtidae	Encyrtidae sp. indét.
	Figitidae	<i>Alloxysta victrix</i> (Westwood, 1833)
	Formicidae	<i>Cataglyphis diehlii</i> (Forel, 1902)
		<i>Cataglyphis viatica</i> (Fabricius, 1787)
		<i>Linepithema humile</i> Mayr, 1868
		<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Messor</i> sp.
		<i>Monomorium</i> sp.
		<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander, 1849)
		<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander, 1856)
		<i>Tetramorium biskrensis</i> Menozzi, 1934
		<i>Camponotus barbaricus xerthauelas</i> Emery, 1905
		<i>Camponotus</i> sp.
	Dorylinae sp.	
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp.
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp. indét.
		<i>Diadegma</i> sp.
		<i>Diaparis</i> sp.
		<i>Opius</i> sp.
	Megaspilidae	<i>Dendrocerus</i> sp.
	Platygastridae	<i>Teelenomus</i> sp.
	Pteromalidae	<i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouché, 1834)
		<i>Asaphes</i> sp.
	Vespidae	Vespidae sp. indét.
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach, 1858)
		Agromyzidae sp. indét.
	Calliphoridae	Calliphora sp.
	Cecidomyiidae	Cecidomyia sp.
	Chloropidae	Chloropidae sp. indét.
	Dolichopodidae	<i>Sciapus</i> sp.
	Empididae	Empididae sp.
	Diptera ind.	Diptera sp. indét.
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
	Opomyzidae	Opomyzidae Espèce Indéterminée
	Psychodidae	<i>Psychoda phalaenoides</i> (Linnaeus, 1758)
Scathophagidae	Scathophagidae sp. indét.	

	Sciaridae	Sciaridae sp. indé.
	Sepsidae	Sepsidae sp. indé.
	Syrphidae	<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
		<i>Cyrphus</i> sp.
Syrphidae sp. indé.		
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)
	Nymphalidae	<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)
	Pieridae	<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
	Pyralidae	Pyralidae sp. indé.
Teneidae	Teneidae sp. indé.	
Coleoptera	Anthicidae	<i>Anthicus floralis</i> (Linnaeus, 1758)
	Cantharidae	Cantharidae sp. indé.
		<i>Scymnus</i> sp.
	Carabidae	<i>Harpalus</i> sp.
	Chrysomelidae	<i>Oulema</i> Sp.
		Chrysomelidae sp. indé.
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758
	Curculionidae	Curculionidae sp. indé.
	Etoridae	<i>Cryptohypnis</i> Sp.
	Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)
		<i>Dasytes</i> sp.
	Scarabaeidae	<i>Pleurophorus</i> sp.
		Scarabaeidae sp. indé.
Scarabeidae	Scarabeidae sp. indé.	
Coleoptera ind.	Coleoptera sp. indé.	
Tenebrionidae	<i>Asida</i> sp.	
Thysanoptera	Thysanoptera indé.	Thysanoptera sp. indé.
Dermaptera	Labiduridae	<i>Nala lividipes</i> (Duffour, 1820)
		<i>Labidura riparia</i>
Siphonaptera	Aphaniptera	Aphaniptera sp. indé.

Annexe 4. Diversité entomologique répertoriée sur le poivron sous serre en 2022

Ordre	Familles	Espèces
Coleoptera	Chrysomelidae	Chrysomelidae sp. indét.
		<i>Oulema</i> sp.
	Cantharidae	<i>Malthinus baltetus</i> Suffrian, 1851
	Carabidae	Carabidae Espèce indéterminée
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758
		<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)
		<i>Tytaspis phalerata</i> Crotch, 1874
		<i>Scymnus</i> sp.
	Meloidae	<i>Mylabris variabilis</i> (Pallas, 1781)
	Cantharidae	Cantharidae Espèce indéterminée
Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1785)	
Tenebrionidae	<i>Asida</i> sp.	
Famille ind.	Espèce indéterminée	
Diptera	Agromyziidae	Espèce indéterminée
		<i>Liriomyza bryoniae</i> (Kaltenbach, 1858)
	Anthomyiidae	<i>Delia</i> sp.
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826)
		<i>Calliphora</i> sp.
	Chloropidae	<i>Chlorops</i> sp.
		<i>Thaumatomyia</i> sp.
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758
	Phoridae	Espèce indéterminée
	Sciaridae	<i>Bradysia</i> Sp.
	Syrphidae	Espèce indéterminée
Tephritidae	Espèce indéterminée	
Famille ind.	Espèce indéterminée	
Hemiptera	Psyllidae	Espèce indéterminée
	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)
	Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776)
		<i>Brachycaudus cardui</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Ureleucon sonchi</i> (Linné, 1767)
		<i>Wahlgreniella nervata</i> (Gillette, 1908)
		<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854
		<i>Aphis fabae</i> Scopolo, 1763
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	

		<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)
		<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)
		<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)
		<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Sipha maydis</i> Passerini, 1860
	Cicadellidae	<i>Psammotettix alienus</i> (Dahltbom, 1850)
Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Coccophagus</i> sp.
	Cerphronidae	<i>Ceraphron</i> sp.
	Eulophidae	<i>Diglyphus isaea</i> Walker, 1838
	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.
		<i>Cataglyphis</i> sp.
	Mymaridae	Mymaridae sp.
	Vespidae	<i>Vespa germanica</i> (Fabricius, 1793)
	Diapriidae	<i>Trichopria basalis</i> (Thomson, 1859)
	Figitidae	<i>Alloxysta victrix</i> (Westwood, 1833)
	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
	Braconidae	<i>Apanteles</i> sp.
		<i>Praon</i> sp.
		<i>Chorebus</i> sp.
		<i>Aphidius</i> sp.
		<i>Crossocerus</i> sp.
		<i>Ephedrus</i> sp.
	Ichneumonidae	<i>Nemeritis</i> sp.
		<i>Diadegma</i> sp.
		<i>Diaparis</i> sp.
Espèce indéterminée		
	<i>Opius</i> sp.	
Pteromalidae	<i>Asaphes</i> sp.	
Lepidoptera	Gelchiidae	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)
	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel, 1766)
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
	Pyralidae	Espèce indéterminée
	Teniedae	Espèce indéterminée
Néoptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)
Orthoptera	Acridiae	<i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804)
Thysanoptera	Thrips Sp	Espèce indéterminée

Résumés



Bio-écologie des aphides des cultures maraichères (Pomme de terre, Poivron) à Staoueli

Résumé

La présente étude a une visée biosystématique et agro-écologique en cultures maraichères. En effet, un inventaire de la biocénose d'un écosystème agricole est réalisé, l'un en plein champs et l'autre sous abri serre. Il s'agit d'abord, de comprendre la bio-écologie des insectes plus particulièrement les aphides de deux cultures maraichères, soit la pomme de terre et le poivron. Ceci permettra de mieux comprendre les interactions de l'entomofaune associée à ces cultures, de la phénologie des plantes cultivées prises en considération et de la dynamique des populations d'insectes présents dans le cortège entomofaunistique afin d'aboutir à une gestion durable des agroécosystèmes agricoles. Pour l'étude entomofaunistique, deux techniques d'échantillonnage sont utilisées soit les pots Barber et les assiettes jaunes et ce durant deux saisons en 2021 et en 2022 au niveau de la station I.T.C.M.I à Staoueli. Un montage de pucerons entre lame et lamelle est effectué afin d'établir la systématique de aphides et leurs parasitoïdes.

L'étude menée a révélé une diversité entomofaunistique importante. En effet, dans la parcelle de pomme de terre, 77 familles appartenant à huit ordres taxonomiques sont observés en 2021 et 45 familles appartenant à sept ordres en 2022. Dans la serre de poivron, 55 familles appartenant à huit ordres sont notés en 2021. Le même nombre d'ordres est observé en 2022 avec un peu moins de familles (45). Les Hemiptera sont l'ordre le plus dominant dans les deux cultures, suivis des Diptera, des Hymenoptera et des Coleoptera. La diversité des familles varie selon les cultures et les années. La richesse des espèces piégées et l'indice de diversité de Shannon sont plus élevés dans la parcelle de pomme de terre par rapport à la serre de poivron. Il est probable que les variations climatiques influencent la diversité de l'entomofaune, principalement la température et l'humidité. Les deux milieux agricoles étudiés durant les deux années sont des écosystèmes écologiquement équilibrés. La population des ravageurs représentent la majorité des espèces capturées lors de la présente étude. Les Hemiptera sont les ravageurs les plus abondants, avec une dominance des aphididae, suivis des Diptera et des Coleoptera. Il existe aussi des insectes prédateurs, des parasitoïdes et aussi des pollinisateurs. Leurs abondances dépend de l'environnement, principalement la température, les relations inter et intra-spécifiques ainsi que le stade phénologique de la plante. Concernant la bioécologie des aphides, l'inventaire effectué dans la parcelle de pomme de terre en 2021 fait ressortir 780 individus de pucerons et 839 individus en 2022. Malgré cette augmentation du nombre d'individus, la diversité des espèces est plus importante en 2021 soit 20 espèces appartenant à trois tribus et 13 genres sont recensées. La tribu des aphidini, en particulier le genre *Aphis*, est la plus dominante. Dans la serre de poivron, les inventaires réalisés ont montré la présence de 239 individus de pucerons en 2021 et 361 individus en 2022. Ces pucerons sont répartis en 3 tribus, 13 genres. Des prédateurs et parasitoïdes des aphides sont recensés, tels que Coccinellidae et Braconidae.

Mots clés : Entomofaune, Systématique, pucerons, *Solanum tuberosum esculentum*, *Capsicum annuum*, I.T.C.M.I.

Bio-ecology of aphids on vegetable crops (potato, bell pepper) in Staoueli

Summary

The aim of this study is biosystematic and agro-ecological in market-garden crops. Indeed, an inventory of the biocenosis of an agricultural ecosystem is carried out, one in the open field and the other under greenhouse shelter. The aim is firstly to understand the bio-ecology of insects, more specifically the aphids of two vegetable crops: potatoes and peppers. This will enable us to better understand the interactions between the entomofauna associated with these crops, the phenology of the crops under consideration and the population dynamics of the insects present in the entomofaunal cortège, in order to achieve sustainable management of agricultural agroecosystems. For the entomofaunistic study, two sampling techniques will be used: Barber pots and yellow plates, for two seasons in 2021 and 2022 at the I.T.C.M.I station in Staoueli. Aphids are mounted between slide and coverslip to establish the systematics of aphids and their parasitoids.

The study revealed significant entomofaunal diversity. In the potato plot, 77 families belonging to eight taxonomic orders were observed in 2021, and 45 families belonging to seven orders in 2022. In the bell pepper greenhouse, 55 families belonging to eight orders are recorded in 2021. The same number of orders is observed in 2022, with slightly fewer families (45). Hemiptera is the most dominant order in both crops, followed by Diptera, Hymenoptera and Coleoptera. Family diversity varies from crop to crop and from year to year. Trapped species richness and Shannon diversity index are higher in the potato plot than in the bell pepper greenhouse. It is likely that climatic variations influence entomofaunal diversity, mainly temperature and humidity. The two agricultural environments studied over the two years are ecologically balanced ecosystems. The pest population represents the majority of species captured during the present study. Hemiptera are the most abundant pests, with aphididae dominating, followed by Diptera and Coleoptera. There are also predatory insects, parasitoids and pollinators. Their abundance depends on the environment, mainly temperature, inter- and intra-specific relationships and the phenological stage of the plant.

With regard to the bioecology of aphids, the inventory carried out in the potato plot in 2021 revealed 780 aphid individuals and 839 individuals in 2022. Despite this increase in the number of individuals, species diversity is greater in 2021, with 20 species belonging to three tribes and 13 genera recorded. The Aphidini tribe, in particular the genus *Aphis*, is the most dominant. In the bell pepper greenhouse, inventories showed the presence of 239 aphids in 2021 and 361 in 2022. These aphids are divided into 3 tribes and 13 genera. Aphid predators and parasitoids such as Coccinellidae and Braconidae have been recorded.

Key words: Entomofauna, systematics, Aphid, *Solanum tuberosum esculentum*, *Capsicum annuum*, I.T.C.M.I.

البيئة الحيوية لحشرة المن في محاصيل الخضر (البطاطا، الفلفل) بسطاوالي

ملخص

الدراسة الحالية تهدف الى دراسة Biosystematique و agro-écologique لمحاصيل الخضراوات. حيث تم إجراؤها في نظام بيئي زراعي، شملت الحقول المفتوحة والبيوت بلاستيكية. ومن أهداف هذه الدراسة ، فهم البيئة الحيوية للحشرات، خاصة حشرة المن في محصولي البطاطا والفلفل. وهذا سيسمح لنا بفهم تفاعلات الكائنات الحيوانية المرتبطة بهذه المحاصيل مع خصائص النباتات المزروعة وديناميكيات مجموعات الحشرات الموجودة من أجل تحقيق رقابة المستدامة للنظم الإيكولوجية الزراعية. بالنسبة لدراسة الحشرات، تم استخدام تقنيتين لأخذ العينات: اواني Barber والملونة، بالمحطة التجريبية للمعهد التقني لزراعة البقول والزرعات الصناعية بسطاوالي خلال موسمين 2021 و 2022. تم إجراء تركيب حشرات المن وطفيلياتها بين الشريحة والشفة من أجل تحديد نظامياتها.

كشفت الدراسة التي أجريت عن تنوع كبير في الحشرات. ففي حقل البطاطا، تمت ملاحظة 77 عائلة تنتمي إلى ثمانية رتب تصنيفية في عام 2021 و 45 عائلة تنتمي إلى سبع رتب في عام 2022. وفي البيوت البلاستيكية المغروسة بالفلفل، تم ملاحظة 55 عائلة تنتمي إلى ثمانية رتب في عام 2021. نفس عدد الرتب تم ملاحظتها في عام 2022 مع عدد أقل من العائلات (45). تعتبر نصفيات الأجنحة هي الرتبة الأكثر انتشارًا في كلى المحصولين، تليها ثنائيات الأجنحة، عشائيات الأجنحة، ومعدتات الأجنحة. يختلف تنوع العائلات حسب المحصول وسنة الزرع. إن ثراء أنواع الحشرات ومؤشر تنوع شانون أعلى في قطعة البطاطا مقارنة بالفلفل. ومن المحتمل ان تؤثر التغيرات المناخية على تنوع الكائنات الحيوانية الحشرية، ولا سيما درجة الحرارة والرطوبة. والبيئات الزراعتان اللتان تم دراستهما خلال السنتين هما نظامان بئينان متوازنان بئينيا. يمثل عدد الأفات غالبية الأنواع التي تم التقاطها خلال هذه الدراسة. تعد نصفيات الأجنحة أكثر الأفات انتشارًا، حيث تهيمن عليها حشرات المن، تليها ثنائيات الأجنحة ومعدتات الأجنحة. هناك أيضًا الحشرات المفترسة والطفيلية والملقحة أيضًا. كما تعتمد وفرة هذه الحشرات على العوامل البيئية، خاصة درجة الحرارة، والعلاقات الداخلية والخارجية، بالإضافة إلى المرحلة الفينولوجية للنبات. وفيما يتعلق بالبيئة الحيوية لحشرات المن، فالباحث الذي اجري في قطعة البطاطا لعام 2021 يكشف عن 780 فردا من حشرات المن و 839 فردا في عام 2022. ورغم هذه الزيادة في عدد الأفراد، إلا أن عدد الأنواع أكبر في عام 2021 أي 20 نوعا تنتمي إلى ثلاثة القبائل و13 جنسا. قبيلة Aphidini ، وخاصة جنس Aphis ، هو الأكثر هيمنة. وفي البيوت البلاستيكية المزروعة بالفلفل، أظهرت عينات الجرد التي أجريت وجود 239 فرداً من حشرة المن في عام 2021 و 361 فرداً في عام 2022. وتنقسم حشرات المن هذه إلى 3 قبائل و13 جنساً. تم تسجيل الحيوانات المفترسة والطفيلية لحشرات المن، مثل Coccinellidae و Braconidae

الكلمات المفتاحية: الحشرات، النظامية ، المن، البطاطا، الفلفل، المعهد التقني لزراعة البقول والزرعات الصناعية