



Thèse

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

Présentée par :

M^{lle} AIT AMAR Samia

SUJET

Etude de la diversité des pucerons des solanacées cultivées et des auxiliaires aphidiphages

Soutenue publiquement le 31 / 03 /2022 devant le Jury composé de :

Présidente	M ^{me} HEDJAL-CHEBHEB Mariam	Professeur	U. Tizi-Ouzou
Directrice de thèse	M ^{me} BENOUFELLA-KITOUS Karima	MCA	U. Tizi-Ouzou
Co-Directrice de thèse	M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur	U. Tizi-Ouzou
Examinatrice	M ^{me} ALLAL-BENFEKIH Leila	Professeur	U. Blida
Examinatrice	M ^{me} GUETTALA-FRAH Naama	Professeur	U. Batna
Examinatrice	M ^{me} BELGUENDOZ-BENKHELFA Rachida	MCA	U. Blida

Remerciements

Tout d'abord je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et ma gratitude à ma directrice de thèse Madame **BENOUFELLA-KITOUS Karima** Maitre de conférences classe A à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou pour la qualité de son encadrement, sa vigilance scientifique, pour la confiance qu'elle m'a accordée et ses encouragements durant toutes ces années. Vos conseils m'ont aidé dans tout le temps de la recherche et de la rédaction de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma respectueuse considération et ma profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce fut un plaisir d'apprendre et de travailler à vos côtés.

J'exprime mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance au Professeur **MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja** de l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou qui m'a co-encadré tout au long de cette thèse et qui m'a fait partager ses chers conseils, qu'elle soit aussi remerciée pour sa confiance, sa disponibilité et pour les nombreux encouragements. Ce travail est pour moi l'occasion de vous témoigner ma profonde gratitude.

Mes remerciements les plus cordiaux à M^{me} **HEDJAL-CHEBHEB Mariam** Professeur à l'Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour l'intérêt qu'elle manifeste à mon travail et surtout de me faire l'honneur de présider le jury.

Ma reconnaissance et mes remerciements vont à M^{me} **ALLAL-BENFEKIH Leila** Professeur à l'Université de Blida, pour l'intérêt porté à ce travail et de m'avoir donné de son précieux temps pour l'évaluation de cette thèse malgré ses nombreuses tâches.

Mes cordiaux remerciements à M^{me} **GUETTALA-FRAH Naama** Professeur à l'Université de Batna, d'avoir accepté de faire partie du jury et d'évaluer ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent également à M^{me} **BELGUENDOZ-BENKHELFA Rachida** Maitre de conférences classe A à l'Université de Blida d'avoir accepté de faire partie du jury et d'évaluer ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à M^{lle} **TAHAR-CHAOUCHE Souad**, Chercheure au Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides, pour m'avoir accueilli très chaleureusement au sein de son équipe de recherche, pour l'identification et la confirmation des parasitoïdes, l'encouragement et l'intérêt qu'elle a manifesté vis-à-vis de ce travail. Je lui dis un grand merci pour toutes les longues journées au laboratoire.

Je suis extrêmement reconnaissante à Mr **PEREZ HIDALGO Nicolas**, Chercheur à l'Université de Valence (Espagne), pour la confirmation des espèces aphidiennes, pour ses encouragements et pour sa disponibilité malgré ses innombrables occupations. Un grand merci à Mr **LAKHAL Mohamed Amine**, Docteur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie ENSA (Alger), pour la confirmation des coccinelles. Mes remerciements vont

aussi à Mr **BENGHANEM Abdelkader.**, maître assistant à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie ENSA d'Alger pour avoir confirmé les plantes adventices.

Je tiens à remercier également Mr **ALHUSSAIN KAREEM Alhusaien Ali** Docteur à l'Université de Kerbala (Iraq), pour avoir identifié le parasitoïde des syrphes. Un grand merci pour Monsieur **PENIGOT William.**, Chercheur indépendant de France pour avoir confirmé l'identité de ce parasitoïde.

J'exprime ma profonde reconnaissance :

A mon cher papa Mr **AIT AMAR Rabah** pour son accompagnement, sa disponibilité sur le terrain et d'avoir accepté de venir avec moi avant même de connaître la destination, pour tous les sacrifices et toute la patience et la compréhension dont il m'a fait preuve durant toutes ces années et lors de mes sorties qui s'étendaient sur plusieurs heures (dans la chaleur). Sans toi je n'aurais jamais pu arriver à ce que je suis aujourd'hui. Reçois ici papa, toute ma reconnaissance, ma gratitude et mon amour.

A ma chère maman M^{me} **AIT AMAR-BOUGHERFA Nora**. Face à tes sacrifices et ton amour, les mots me manquent pour te remercier, j'espère que tu trouves dans cette thèse l'accomplissement de tous tes rêves, de tes sacrifices et de tes prières. Reçois ici maman, toute ma reconnaissance, ma gratitude et mon amour.

A mon fiancé Mr **BERRAS Sid Ahmed** qui m'a toujours soutenu, motivé et qui a fait preuve de beaucoup de patience pour mes études. J'espère que tu trouveras ici toute ma reconnaissance et ma gratitude. Merci pour tout ce que tu fais pour moi.

Un merci spécial à M^{me} **KEBIR Noura** chef de service expérimentation à la S.R.P.V de Draâ Ben Khedda pour sa disponibilité, sa gentillesse, son accueil et sa précieuse aide dans la recherche des parcelles cultivées.

Un merci particulier aux agriculteurs Mr **OUMELIL B.**, Mr **JELIL M.**, Mr **HENNOUCHE J.**, Mr **TOUMI G.**, Mr **MAAMAR S.**, Mr **KABRANE M.**, Mr **BOUBAKOUR Y.**, Mr **NAAM R.** et Mr **BELLIL Y.** d'avoir accepté de déposer les pièges et de travailler à l'aise dans leurs parcelles cultivées et pour l'aide et leur gentillesse sur le terrain. Merci pour tout. Un grand merci à mon frère **Mohamed** et à mon beau-frère **BOUIRI Samir** pour m'avoir aidé et contribué à la recherche des parcelles et d'avoir transplanté la variété d'aubergine en plein champ. Je ne peux qu'être reconnaissante envers mes chères sœurs **Sabrina**, **Nacima** et **Lynda**, et ma nièce **Amel-Sarah** pour leurs disponibilités, leurs accompagnements sur le terrain, et leurs encouragements durant tout mon parcours. Merci du fond du cœur.

Un merci spécial à M^{me} **CHAHED Soumeiya** doctorante en biologie de la conservation à l'UMMTO, une professionnelle de recherche pour son aide infini, ses conseils, ses idées, sa présence et son écoute durant ces 4 ans.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de cette thèse, dont la présence ou l'intervention à un moment donné de la thèse était vraiment bénéfique.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon père, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour les immenses sacrifices, qu'il n'a cessé de consentir à ma formation et mon bien être.

A ma mère, pour son affection, son amour et son soutien moral. Qu'elle trouve ici l'expression de ma grande reconnaissance, mon grand attachement et mes sentiments les plus sincères.

A la mémoire de mon très cher frère Karim, j'aurais souhaité ta présence. Tu es toujours présent dans mon esprit, dans mon cœur et dans mes pensées. Que ton âme repose en paix,

A mon cher frère Mohamed et mes chères sœurs, Sabrina, Nacima et Lynda.

A mon fiancé et à mon beau-père, ma belle-mère et mes belles-sœurs Fatima et Amina.

A mes nièces Amel et Meriem et à mon neveu Abdelkrim

Figure 1 : Appareils végétatif et racinaire de la pomme de terre (Originale, 2019)	7
Figure 2 : Maladies de la pomme de terre (Wale et <i>al.</i> , 2008)	8
Figure 3 : Ravageurs de la pomme de terre (Wale et <i>al.</i> , 2008)	11
Figure 4 : Appareil végétatif de la tomate (Originale, 2019)	14
Figure 5 : Maladies de la tomate (Blancard et <i>al.</i> , 2009)	17
Figure 6 : Ravageurs de la tomate (Shankara et <i>al.</i> , 2005).....	18
Figure 7 : Appareils végétatif et racinaire du piment et du poivron (Originale, 2019 ; 2021).....	21
Figure 8 : Maladies du piment et du poivron (AGROLIB, 2019)	22
Figure 9 : Appareils végétatif et racinaire de l'aubergine (Originale, 2021)	26
Figure 10 : Maladies de l'aubergine (AGROLIB, 2019)	29
Figure 11 : Ravageurs de l'aubergine (AGROLIB, 2019 ; Shankara et <i>al.</i> , 2005)	30
Figure 12 : Phylogénie des Aphidoidea (Podsiadlowski, 2016)	31
Figure 13 : Description morphologique d'un puceron (Turpeau et <i>al.</i> , 2010)	32
Figure 14 : Phéromone d'alarme sécrétée par <i>Aphis nerii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841) (Originale, 2019) (zoom optique × 6)	33
Figure 15 : Cycle de vie des pucerons hétéroeciques (Hardie, 2017)	34
Figure 16 : Phase de salivation du puceron à l'intérieur de la plante (Tjallingii, 2006)	36
Figure 17 : Parasitoïde primaire des pucerons	40
Figure 18 : Situation géographique des deux régions d'étude (Originale, Arcgis10.7, 2021).....	42
Figure 19 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2019 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)	44
Figure 20 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2020 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)	44
Figure 21 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)	44
Figure 22 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Boumerdès durant l'année 2020 (O.N.M. Dellys, 2021)	45
Figure 23 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Boumerdès durant l'année 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)	45
Figure 24 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)	46

Figure 25 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Boumerdès durant les années 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)	47
Figure 26 : Humidité relative de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalifa, 2021)	48
Figure 27 : Humidité relative de la région de Boumerdès durant les années 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)	49
Figure 28 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2010-2020)	51
Figure 29 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Boumerdès sur 10 ans (2010-2020)	52
Figure 30 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdès (2010-2020)	53
Figure 31 : Localisation des parcelles d'études (Originale, Arcgis10.7, 2021)	57
Figure 32 : Vue aérienne de la station d'Oued Aissi (Google Earth, 2019)	58
Figure 33 : Serre de tomate et aubergine transplantées dans la région d'Oued Aissi (Originale, 2019)	58
Figure 34 : Serre de piment transplanté dans la région d'Oued Aissi (Originale, 2019)	59
Figure 35 : Vue aérienne de la station de Tala Athmane (Google Earth, 2019)	69
Figure 36 : Parcelle de pomme de terre variété Louane cultivée dans la région de Tala Athmane (Originale, 2019)	60
Figure 37 : Vue aérienne de la station de Makouda (Google Earth, 2020)	60
Figure 38 : Parcelle de pomme de terre variété Désirée cultivée dans la région de Makouda (Originale, 2020).....	61
Figure 39 : Vue aérienne de la station de Boukhalifa (Google Earth, 2021)	61
Figure 40 : Parcelle de tomate variété Zin 45 transplantée dans la région de Boukhalifa (Originale, 2019)	62
Figure 41 : Parcelle de pomme de terre variété Liseta cultivée dans la région de Boukhalifa (Originale, 2019)	62
Figure 42 : Parcelle de pomme de terre variété Fabula cultivée dans la région de Boukhalifa (Originale, 2020)	63
Figure 43 : Parcelle de piment variété Mexicaine transplantée dans la région de Boukhalifa (Originale, 2021)	63
Figure 44 : Vue aérienne de la station de Tizi-Ouzou (Google Earth, 2019)	64

Figure 45 : Parcelle de tomate variété Zahra transplantée dans la région de Tizi-Ouzou (Originale, 2019)	64
Figure 46 : Vue aérienne de la station de Draâ Ben Khedda (Google Earth, 2021)	65
Figure 47 : Parcelle d'aubergine variété Galine transplantée dans la région de Draâ Ben Khedda (Originale, 2021)	65
Figure 48 : Vue aérienne de la station d'Oued Falli (Google Earth, 2021)	66
Figure 49 : Parcelle de piment variété Capillon transplantée dans la région d'Oued Falli (Originale, 2021)	66
Figure 50 : Vue aérienne de la station de Timizart (Google Earth, 2021)	67
Figure 51 : Parcelle de poivron variété Grinil Giro transplantée dans la région de Timizart (Originale, 2021).....	67
Figure 52 : Vue aérienne de la station d'Azazga (Google Earth, 2021)	68
Figure 53 : Parcelle de poivron variété Lipari transplantée dans la région d'Azazga (Originale, 2021)	68
Figure 54 : Vue aérienne de la station de Baghlia (Google Earth, 2021)	69
Figure 55 : Parcelle de pomme de terre variété Timate cultivée dans la région de Baghlia (Originale, 2020)	69
Figure 56 : Parcelle d'aubergine variété Classique transplantée dans la région de Baghlia (Originale, 2021)	70
Figure 57 : Dispositif expérimental (Originale, 2019)	71
Figure 58 : Piège jaune (Originale, 2020)	72
Figure 59 : Ennemis naturels piégés et trouvés sur les feuilles des solanacées (Originale, 2021)	73
Figure 60 : Séchage des plantes adventices (Originale, 2020)	74
Figure 61 : Technique de montage des aphides (Originale, 2021)	76
Figure 62 : Conservation des momies de pucerons parasités (Originale, 2019)	77
Figure 63 : Morphologie externe de <i>Coccinella algerica</i> et <i>Coccinella septempunctata</i> (Bensusan et al., 2006)	79
Figure 64 : Puceron du laurier rose <i>Aphis nerii</i> (Originale, 2020)	79
Figure 65 : Puceron grand du laituron <i>Uroleucon sonchi</i> (Originale, 2020)	80
Figure 66 : Récolte et élevage des coccinelles (Originale, 2020)	81
Figure 67 : Technique de montage des génitalias mâles et femelles de <i>Coccinella algerica</i> (Originale, 2020)	83
Figure 68 : Syrphes adultes (Originale, 2020)	84

Figure 69 : Le puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i> (Originale, 2020)	84
Figure 70 : Elevage des larves de syrphes (Originale, 2020)	85
Figure 71 : Elevage des syrphes adultes (Originale, 2020)	86
Figure 72 : Étapes de détermination du sexe des syrphes (<i>Episyrphus balteatus</i> et <i>Syrphus. ribesii</i>) (Originale, 2020)	87
Figure 73 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Louane durant l'année 2019	104
Figure 74 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Liseta durant l'année 2019	104
Figure 75 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Désirée durant l'année 2020.....	105
Figure 76 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Fabula durant l'année 2020	105
Figure 77 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Timate durant l'année 2020	105
Figure 78 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pomme de terre variété Louane, Fabula et Désirée durant les années 2019 et 2020.....	106
Figure 79 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Louane dans la région de Thala Athmane en 2019	107
Figure 80 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Désirée dans la région de Makouda en 2020.....	107
Figure 81 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Fabula dans la région de Boukhalfa en 2020	107
Figure 82 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate Kawa durant l'année 2019.....	118
Figure 83 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate Zahra durant l'année 2019.....	118
Figure 84 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate Zin 45 durant l'année 2019	118
Figure 85 : Effectif des espèces de pucerons installées sur les feuilles de tomate variétés Zahra et Zin 45 dans la région de Boukhalfa et Tizi-Ouzou en 2019	119
Figure 86 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Zahra en 2019.....	120

Figure 87 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Zin 45 en 2019.....	120
Figure 88 : Courbe de vol des pucerons capturés à l'aide des pièges jaunes dans la parcelle Grinil Giro durant l'année 2021	128
Figure 89 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Lipari durant l'année 2021	128
Figure 90 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Joker durant l'année 2019	136
Figure 91 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Biskra durant l'année 2019	136
Figure 92 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Capillon durant l'année 2021	136
Figure 93 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Mexicaine durant l'année 2021	137
Figure 94 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles de piment variétés Biskra, Joker et Mexicaine durant les années 2019 et 2021.....	138
Figure 95 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Biskra en 2019.....	138
Figure 96 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Joker en 2019	139
Figure 97 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Mexicaine en 2021	139
Figure 98 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Adria durant l'année 2019	146
Figure 99 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Galine durant l'année 2021	146
Figure 100 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Classique durant l'année 2021	146
Figure 101 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles d'aubergine variétés Classique, Galine et Adria durant les années 2019 et 2021	147
Figure 102 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Adria en 2019	148
Figure 103 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Classique en 2021.....	148

Figure 104 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Galine en 2021	148
Figure 105 : Quantité de nourriture ingérée par chaque stade larvaire de <i>Coccinella algerica</i>	174
Figure 106 : Durée moyenne des stades de développement de <i>Coccinella algerica</i>	175
Figure 107 : Cycle biologique de <i>Coccinella algerica</i> nourrie avec deux espèces de pucerons (Originale, 2020) (G : 2×10)	176
Figure 108 : Représentation de la sex-ratio chez les coccinelles nourries avec <i>Uroleucon sonchi</i> et <i>Aphis nerii</i>	176
Figure 109 : Taux de mortalité des individus de <i>Coccinella algerica</i> nourris avec <i>Uroleucon sonchi</i> et <i>Aphis nerii</i>	177
Figure 110 : Consommation journalière des larves d' <i>E. balteatus</i> et <i>Syrphus ribesii</i> jusqu'à la pupaison	180
Figure 111 : Quantité de nourriture ingérée par chaque stade larvaire pour les espèces de syrphes <i>Episyrphus balteatus</i> et <i>Syrphus ribesii</i>	181
Figure 112 : Durée moyenne des trois stades larvaires d' <i>Episyrphus balteatus</i> et de <i>Syrphus ribesii</i>	182
Figure 113 : Durée moyenne des stades de développement (larvaire, pupal et adulte) d' <i>Episyrphus balteatus</i> et <i>Syrphus ribesii</i>	183
Figure 114 : Cycle biologique d' <i>Episyrphus balteatus</i> nourri avec le puceron noir de la fève (Originale, 2020)	184
Figure 115 : Cycle biologique de <i>Syrphus ribesii</i> nourri avec le puceron noir de la fève (Originale, 2020)	184
Figure 116 : Représentation de la sex-ratio chez <i>Episyrphus balteatus</i> et <i>Syrphus ribesii</i> ...	185
Figure 117 : Taux de mortalité des différents stades de développement d' <i>Episyrphus balteatus</i> et <i>Syrphus ribesii</i>	185
Figure 118 : Adulte mâle de <i>Syrphophilus bizonarius</i> (G :10×2) (Originale, 2020)	185
Figure 119 : Analyse en composantes principales de l'espèce <i>Episyrphus balteatus</i>	186
Figure 120 : Analyse en composantes principales de l'espèce <i>Syrphus ribesii</i>	187
Figure 121 : Arbre hiérarchique d' <i>Episyrphus balteatus</i>	188
Figure 122 : Arbre hiérarchique de <i>Syrphus ribesii</i>	189

Tableau 1 : Principales maladies de la pomme de terre (Soltner, 1979 ; Rousselle et <i>al.</i> , 1996 ; Fraser, 1998 ; Maurin et <i>al.</i> , 1999 ; Jean, 2002 ; Masse, 2004 ; Wale et <i>al.</i> , 2008 ; Talburt et Smith, 2018)	9
Tableau 2 : Principaux ravageurs de la pomme de terre (Rousselle et <i>al.</i> , 1996 ; Fraser, 1998 ; Maurin et <i>al.</i> , 1999 ; Jean, 2002 ; Masse, 2004 ; Noronha et <i>al.</i> , 2008 ; Wale et <i>al.</i> , 2008) ...	10
Tableau 3 : Principales maladies de la tomate (Shankara et <i>al.</i> , 2005 ; Blancard et <i>al.</i> , 2009)	16
Tableau 4 : Principaux ravageurs de la tomate (Shankara et <i>al.</i> , 2005)	18
Tableau 5 : Principales maladies du piment et du poivron (AGROLIB, 2019)	26
Tableau 6 : Principaux ravageurs du piment et du poivron (Naika et <i>al.</i> , 2005 ; Chabrière et Caudal., 2007 ; Zalom et <i>al.</i> , 2007)	24
Tableau 7 : Principales maladies de l'aubergine (Messiaen et <i>al.</i> , 1991 ; Daunay et Janick 2007 ; Jones et <i>al.</i> , 2014)	28
Tableau 8 : Principaux ravageurs de l'aubergine (Jones et <i>al.</i> , 2014)	29
Tableau 9 : Valeurs de la vitesse du vent (m /s) dans la région de Tizi-Ouzou couvrant la période d'étude en 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)	50
Tableau 10 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Boumerdès couvrant la période d'étude en 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)	50
Tableau 11 : Coordonnées géographiques des parcelles d'étude situées au niveau des wilayas de Tizi-Ouzou et de Boumerdès	57
Tableau 12 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées durant les trois années d'étude (2019, 2020 et 2021) sur les différentes variétés de solanacées cultivées dans la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdès.....	91
Tableau 13 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les cinq parcelles de pomme de terre dans les deux régions d'études.....	94
Tableau 14 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de pomme de terre.....	97
Tableau 15 : Richesse totale en espèces sur les cinq cultures de pomme de terre.....	97
Tableau 16 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les cinq variétés de pomme de terre.....	98
Tableau 17 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de pomme de terre	101

Tableau 18 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre durant les deux années d'étude (2019 et 2020)	103
Tableau 19 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de pomme de terre de saison et des variétés d'arrière-saison.....	103
Tableau 20 : Liste des espèces recensées sur les trois variétés de tomate	108
Tableau 21 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de tomate	111
Tableau 22 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles de tomate	111
Tableau 23 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois variétés de culture de tomate	112
Tableau 24 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois cultures de tomate	114
Tableau 25 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les trois parcelles de tomate durant l'année d'étude.....	117
Tableau 26 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de tomate cultivées en plein champs et celle cultivée sous serre	117
Tableau 27 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de poivron	121
Tableau 28 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de poivron.....	122
Tableau 29 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les deux parcelles de poivron	123
Tableau 30 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les deux parcelles de poivron.....	123
Tableau 31 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées sur les deux cultures de poivron	125
Tableau 32 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les deux parcelles de poivron	127
Tableau 33 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour la variété Lipari et la variété Grinil Giro.....	127

Tableau 34 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles de piment dans la région de Tizi-Ouzou	129
Tableau 35 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de piment	130
Tableau 36 : Richesse totale en espèces sur les quatre variétés de piment.....	131
Tableau 37 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les quatre variétés de piment	131
Tableau 38 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de piment.....	133
Tableau 39 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les quatre parcelles de piment durant les deux années d'étude 2019 et 2021	135
Tableau 40 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de piment cultivées sous serre et en plein champs.....	135
Tableau 41 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine dans les régions d'Oued Aissi, Draâ Ben Khedda et Baghlia.....	140
Tableau 42 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés sur les cultures d'aubergine	141
Tableau 43 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'aubergine	141
Tableau 44 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois variétés d'aubergine	142
Tableau 45 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois cultures d'aubergine	143
Tableau 46 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les trois parcelles d'aubergine durant les deux années d'étude 2019 et 2021	145
Tableau 47 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés d'aubergine cultivées sous serre et en plein champs.....	145
Tableau 48 : Principales espèces prédatrices et parasitoïdes de pucerons recensées par les deux méthodes d'échantillonnage dans les parcelles de solanacées cultivées durant les trois années 2019, 2020 et 2021	149
Tableau 49 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les cinq parcelles de pomme de terre dans les deux régions d'études.....	150

Tableau 50 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices capturées dans les cinq variétés de pomme de terre	151
Tableau 51 : Richesse totale en espèces prédatrices sur les parcelles de pomme de terre	152
Tableau 52 : Abondances relatives des espèces prédatrices capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre	152
Tableau 53 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre.....	153
Tableau 54 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices dans les cinq parcelles de pomme de terre durant les deux années d'études (2019 et 2020)	154
Tableau 55 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles de tomate..	155
Tableau 56 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de tomate	156
Tableau 57 : Richesse totale des espèces de prédateurs capturés dans les trois parcelles de tomate	156
Tableau 58 : Abondance relative des espèces prédatrices dans les trois variétés de tomate.	157
Tableau 59 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois cultures de tomate	157
Tableau 60 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de tomate durant l'année d'étude.....	158
Tableau 61 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les deux parcelles de poivron dans la région de Tizi-Ouzou	159
Tableau 62 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de poivron.....	159
Tableau 63 : Richesse totale des espèces des prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron	160
Tableau 64 : Abondances relatives des espèces des prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron.....	160
Tableau 65 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux cultures de poivron	161
Tableau 66 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) des espèces de prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron	162

Tableau 67 : Liste des espèces prédatrices et parasitoïdes inventoriées dans les quatre parcelles de piment dans la région de Tizi-Ouzou	162
Tableau 68 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des auxiliaires capturés sur les cultures de piment.....	163
Tableau 69 : Richesse totale en espèces sur les parcelles de piment.....	164
Tableau 70 : Abondances relatives des ennemis naturels capturés dans les parcelles de piment.....	164
Tableau 71 : Fréquences d'occurrences des espèces ennemis naturels capturées sur les quatre cultures de piment.....	165
Tableau 72 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces des ennemis naturels dans les quatre parcelles de piment durant les deux années d'étude 2019 et 2021	166
Tableau 73 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine dans la région de Draâ Ben Khedda et la région de Baghlia.....	167
Tableau 74 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les cultures d'aubergine	168
Tableau 75 : Richesse totale des espèces prédatrices capturés dans les trois parcelles d'aubergine	168
Tableau 76 : Abondances relatives des espèces de prédateurs capturés dans les trois variétés d'aubergine	169
Tableau 77 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois cultures d'aubergine	170
Tableau 78 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'aubergine durant les deux années d'étude 2019 et 2021	171
Tableau 79 : Quantité de nourriture (<i>U. sonchi</i>) nécessaire à la nymphose de <i>C. algerica</i>	171
Tableau 80 : Quantité de nourriture (<i>A. nerii</i>) nécessaire à la nymphose de <i>C. algerica</i>	173
Tableau 81 : Quantité de nourriture (<i>A. fabae</i>) nécessaire pour la pupaison d' <i>E. balteatus</i>	178
Tableau 82 : Quantité de nourriture (<i>A. fabae</i>) nécessaire pour la pupaison de <i>S. ribesii</i>	179

Sommaire

Liste des figures**Liste des tableaux****Introduction1****Chapitre I : Synthèse bibliographique**

1. Généralités sur les Solanaceae	4
1.1. Pomme de terre (<i>Solanum tuberosum</i>)	4
1.1.1. Histoire et origine	4
1.1.2. Nomenclature et classification	4
1.1.3. Description botanique	5
1.1.4. Différentes variétés de pomme de terre	6
1.1.5. Maladies et ravageurs.....	7
1.2. Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>).....	12
1.2.1. Histoire et Origine.....	12
1.2.2. Nomenclature et classification	12
1.2.3. Description botanique	13
1.2.4. Différentes variétés de tomate.....	15
1.2.5. Maladies et ravageurs.....	15
1.3. Piment et poivron (<i>Capsicum annum</i>)	19
1.3.1. Histoire et origine	19
1.3.2. Nomenclature et classification	19
1.3.3. Description botanique	19
1.3.4. Différentes variétés de piment et de poivron	20
1.3.5. Maladies et ravageurs.....	22
1.4. Aubergine (<i>Solanum melongena</i>)	24
1.4.1. Histoire et origine	24
1.4.2. Nomenclature et classification	25
1.4.3. Description botanique	25
1.4.4. Différentes variétés d'aubergine	27
1.4.5. Maladies et ravageurs.....	27
2. Généralités sur les aphides	31
2.1. Systématique.....	31
2.2. Importance de la famille des Aphididae	32
2.3. Description morphologique	32
2.3.1. Tête	32

2.3.2. Thorax	32
2.3.3. Abdomen.....	32
2.4. Cycle de vie	33
2.5. Dégâts	35
2.5.1. Dégâts directs.....	35
2.5.2. Dégâts indirects.....	35
2.6. Mode de nutrition	36
2.7. Défense des pucerons contre les ennemis naturels	36
2.7.1. Mutualisme entre les pucerons et les fourmis.....	36
2.7.2. Bactéries endosymbiotiques secondaires	37
2.8. Lutte biologique contre les pucerons.....	37
2.8.1. Définition	37
2.8.2. Types de lutte biologique.....	38
2.9. Ennemis naturels des pucerons.....	39
2.9.1. Prédateurs.....	39
2.9.2. Parasitoïdes.....	39

Chapitre II : Présentation des régions d'étude

1. Situation géographique des régions d'étude	42
2. Caractéristiques climatiques.....	42
2.1. Température.....	43
2.2. Précipitations	46
2.3. Humidité relative de l'air.....	48
2.4. Vent	49
3. Synthèse climatique	51
3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	51
3.2. Climagramme d'Emberger.....	52
4. Facteurs biotiques.....	54
4.1. Flore.....	54
4.2. Faune	55

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Choix des stations	56
2. Présentation des sites d'échantillonnage.....	56
2.1. Station d'Oued Aissi.....	58
2.2. Station de Tala Athmane	59

2.3. Station de Makouda.....	60
2.4. Station de Boukhalfa	61
2.5. Station de Tizi-Ouzou.....	64
2.6. Station de Draâ Ben Khedda	65
2.7. Station d'Oued Falli	66
2.8. Station de Timizart	67
2.9. Station d'Azazga	68
2.10. Station de Baghlia.....	69
3. Méthodologie de travail appliquée sur le terrain.....	70
3.1. Dispositif expérimental	70
3.2. Méthode de piégeage des pucerons ailés.....	71
3.3. Méthode du contrôle visuel des pucerons sur les plantes.....	72
3.4. Méthode d'échantillonnage des auxiliaires	72
3.5. Echantillonnage des plantes adventives	73
4. Méthodologie de travail appliquée au laboratoire.....	74
4.1. Tri et montage des pucerons ailés piégés	74
4.2. Identification.....	75
4.3. Tri des pucerons aptères	76
4.4. Suivi et dénombrement des auxiliaires	76
4.5. Montage et identification des auxiliaires.....	77
5. Utilisation des insectes utiles contre les pucerons	78
5.1. Lutte biologique avec des coccinelles	78
5.1.1. Matériel biologique.....	78
5.1.2. Méthode d'élevage des coccinelles	80
5.1.3. Quantité de nourriture nécessaire à la mue.....	80
5.1.4. Influence de la qualité de nourriture sur la durée de développement.....	81
5.1.5. Détermination de la sex-ratio	81
5.1.6. Détermination du taux de mortalité.....	83
5.2. Lutte biologique avec les syrphes.....	83
5.2.1. Matériel biologique.....	83
5.2.2. Elevage des syrphes.....	85
5.2.3. Comparaison du taux de prédation	86
5.2.4. Détermination de la durée moyenne des différents stades de développement	86
5.2.5. Effet des facteurs abiotiques sur les paramètres biologiques	87

5.2.6. Détermination de la sex-ratio	87
5.2.7. Détermination du taux de mortalité	87
6. Exploitation des résultats	87
6.1. Qualité d'échantillonnage.....	88
6.2. Indices écologiques de composition	88
6.2.1. Richesse spécifique.....	88
6.2.2. Abondance relative	88
6.2.3. Constance ou fréquence d'occurrence	88
6.3. Indices écologiques de structure.....	89
6.3.1. Indice de diversité de Shannon	89
6.3.2. Indice d'équitabilité (E).....	89
6.4. Indice de similarité de Jaccard	89
7. Etude statistique	90
7.1. Analyse en composante principale (ACP).....	90
7.2. Analyse hiérarchique de Cluster.....	90

Chapitre IV : Résultats

1. Bio-écologie des aphides des solanacées cultivées	91
1.1. Inventaire global des aphides des solanacées cultivées.....	91
1.2. Culture de pomme de terre (<i>S. tuberosum</i>).....	94
1.2.1. Exploitation des résultats.....	96
1.2.2. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés	104
1.2.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de pomme de terre	106
1.2.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de pomme de terre	107
1.3. Culture de Tomate (<i>L. esculentum</i>)	108
1.3.1. Exploitation des résultats	110
1.3.2. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés.....	117
1.3.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de tomate	119
1.3.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux variétés de tomate.....	120
1.4. Culture de Poivron (<i>C. annuum</i>).....	121
1.4.1. Exploitation des résultats.....	122
1.4.2. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés.....	127

1.5.Piment (<i>C. annuum</i>).....	128
1.5.1.Exploitation des résultats	130
1.5.2. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés.....	135
1.5.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de piment	137
1.5.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des variétés de piment	138
1.6 Culture d'aubergine (<i>S. melongena</i>)	139
1.6.1. Exploitation des résultats.....	141
1.6.2.Evolution temporelle des populations de pucerons ailés	146
1.6.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures d'aubergine	147
1.6.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés d'aubergine durant les années 2019 et 2021.	147
2. Inventaire des auxiliaires dans les différentes parcelles de solanacées.....	149
2.1. Culture de pomme de terre (<i>S. tuberosum</i>).....	150
2.1.1. Exploitation des résultats	151
2.2. Culture de Tomate (<i>L. esculentum</i>)	155
2.2.1. Exploitation des résultats	155
2.3. Culture de poivron (<i>C. annuum</i>).....	159
2.3.1. Exploitation des résultats	159
2.4. Culture de Piment (<i>C. annuum</i>).....	162
2.4.1. Exploitation des résultats	163
2.5. Culture d'aubergine (<i>S. melongena</i>)	167
2.5.1. Exploitation des résultats	168
3. Etude de quelques aspects biologiques des coccinelles et des syrphes aphidiphages..	171
3.1. Coccinelles aphidiphages	171
3.1.1.Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la nymphose.....	171
3.1.2. Détermination de la nourriture nécessaire à la mue.....	174
3.1.3. Détermination moyenne du cycle de développement de <i>C. algerica</i>	174
3.1.4. Détermination de la sex-ratio.....	176
3.1.5. Détermination du taux de mortalité.....	177
3.2.Syrphes aphidiphages.....	177
3.2.1. Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la pupaison.....	178

3.2.2. Détermination de la consommation journalière des larves des syrphes <i>E. balteatus</i> et <i>S. ribesii</i>	180
3.2.3. Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la mue	181
3.2.4. Détermination de la durée moyenne des différents stades larvaires	181
3.2.5. Détermination de la durée moyenne des différents stades de développement (larve, puppe et adulte).....	182
3.2.6. Détermination de la sex-ratio.....	184
3.2.7. Détermination du taux de mortalité	184
3.2.8. Effets des facteurs abiotiques sur les paramètres biologiques	185
Chapitre V : Discussion	190
Conclusion	220
Références bibliographiques	226
Annexes	

Introduction

Parmi les Angiospermes, la famille des Solanaceae est la plus importante pour l'alimentation humaine. Elle représente le troisième taxon d'importance économique d'une part, et d'autre part par la diversité des espèces cultivées (Hawkes, 1999). Cette famille comporte 98 genres et environ 2700 espèces dont la moitié appartient au genre *Solanum* (Lou et *al.*, 2010). Les espèces appartenant à la famille des Solanaceae sont diverses, en terme biologique et vigueur (des herbes annuelles aux arbres pérennes), d'habitas (des forêts tropicales humides aux déserts) et de morphologie des fleurs et des fruits (Knapp, 2001).

Plusieurs maladies et ravageurs peuvent nuire à ces plantes durant le cycle végétatif. Parmi les ravageurs les plus redoutables à cette famille, les aphides. Ces derniers appartiennent à la famille des Aphididae et constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu. Plus de 4700 espèces ont été recensées dans le monde (Remaudière et Remaudière, 1997), dont environ 450 ont été identifiées sur des plantes cultivées (Blackman et Eastop, 2000). Les pucerons sont des insectes piqueurs-suceurs qui se nourrissent de sève, ce qui entraîne des taches nécrotiques, un recroquevillement des feuilles et un affaiblissement des plantes. La production de miellat, réduit la valeur marchande des récoltes (Torres-Quintero et *al.*, 2013). Sur le miellat excrété la fumagine se dépose, ce qui diminue la photosynthèse, obstruant les stomates respiratoires des feuilles et réduisant la régularité des processus respiratoires des plantes (Capinera, 2001). De plus, les pucerons peuvent nuire à leurs plantes hôtes en transmettant des virus phytopathogènes (Torres-Quintero et *al.*, 2013 ; Bosquée et *al.*, 2018).

En Algérie, la lutte chimique est la principale méthode de lutte contre les pucerons. L'utilisation excessive et continue d'insecticides de synthèse a entraîné plusieurs impacts négatifs sur l'environnement (Scorsetti et *al.*, 2007) et la santé humaine (Mack et *al.*, 2000 ; Devine et Denholm, 2009). Ces produits détruisent les insectes utiles tels que les pollinisateurs, les parasitoïdes et les prédateurs (Hardin et *al.*, 1995 ; Torres et *al.*, 2003 ; Torres et Ruberson, 2004). Le surusage des pesticides peut également entraîner une résistance chez les insectes nuisibles (Ogendo et *al.*, 2003). Les pucerons peuvent être contrôlés d'une manière naturelle par leurs ennemis naturels (Lu et *al.*, 2012). A ce titre, plusieurs insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations aphidiennes, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) ; les syrphes (Diptera : Syrphidae) et les micro-parasitoïdes (Hymenoptera : Braconidae). Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages et peuvent dévorer plusieurs espèces de pucerons (Dixon, 2000). Les syrphes font partie de l'une des plus grandes familles d'insectes, avec plus de 6000 espèces décrites dans le monde (Thompson, 2006 ; Brown, 2009 ; Miranda

et *al.*, 2013). Les chrysopes sont des prédateurs polyphages, et peuvent se nourrir de plusieurs insectes ravageurs (Paulian, 1999). Ils sont considérés parmi les agents utiles contre les aphides (Senior et Mcewen, 2001). Certaines espèces de chrysopes comme *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), sont aphidiphages uniquement au stade larvaire et floricole au stade adulte (San Martin, 2004). Toutes les espèces de la famille des Braconidae (sous-famille des Aphidiinae) sont des endo-parasitoïdes solitaires des pucerons (Völkl et *al.*, 2007) et jouent un rôle très important dans la régulation des populations de ces ravageurs dans des programmes de lutte biologique (Powell et Pell, 2007).

La lutte biologique est l'une des méthodes les plus recommandées pour limiter l'usage des produits chimiques. Un programme de lutte biologique nécessite une compréhension approfondie entre la relation prédateur-proie. Actuellement, plus de 40 espèces d'insectes sont utilisées pour le biocontrôle mondial des aphides (Powell et Pell, 2007 ; Bale et *al.*, 2008 ; Barriault et *al.*, 2018). Parmi-elles les syrphes aphidiphages (Diptera : Syrphidae) qui constituent l'une des familles les plus diversifiées (Brown, 2009 ; Qiao et *al.*, 2004 ; Miranda et *al.*, 2013). Cette famille est importante pour l'homme puisque les adultes sont considérés comme un excellent groupe de pollinisateurs (Sadeghi et *al.*, 2014), et un tiers de leurs larves sont prédatrices et consomment les pucerons et d'autres insectes homoptères et jouent donc un rôle important dans la lutte biologique (Zheng et *al.*, 2019). Dans le monde, plusieurs chercheurs signalent l'importance des syrphes aphidiphages en lutte biologique contre les pucerons (Ankersmit et *al.*, 1986 ; Tenhumberg, 1995 ; Rojo et *al.*, 1996 ; Hindayana et *al.*, 2001 ; Sutherland et *al.*, 2001 ; Verma et *al.*, 2005 ; 2016 ; Putra et Yasuda, 2006 ; Mushtaq et *al.*, 2014 ; Sadeghi et *al.*, 2014 ; Amiri-Jami et *al.*, 2017 ; Bellefeuille et *al.*, 2019 ; Faheem et *al.*, 2019 ; Zheng et *al.*, 2019 ; Singh et *al.*, 2020 ; Meena, 2020). *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) et *Syrphus ribesii* (Linnaeus, 1758) sont des espèces prédatrices efficaces qui s'attaquent à de nombreuses espèces de pucerons (Sadeghi et Gilbert, 2000 ; Sadeghi et *al.*, 2014). Les coccinelles peuvent également diminuer les infestations de pucerons. Elles sont bien connues en lutte biologique depuis le succès de *Rodolia cardinalis* Mulsant, 1850 en Californie pour le contrôle de la cochenille australienne *Icerya purchasi* Maskell, 1878 dans les vergers d'agrumes (Dixon et *al.*, 1997). Les coccinelles sont des ennemis naturels qui contribuent efficacement au contrôle des populations de ravageurs. Leur intérêt réside dans le fait qu'elles sont en mesure de consommer plusieurs proies lorsque le ravageur ciblé est absent. Ceci permet de maintenir les populations de prédateurs dans l'habitat, prêtes à réagir s'il y a résurgence de l'espèce ciblée (Dixon, 2000). Lors des programmes de lutte biologique, les coccinelles peuvent diminuer les infestations de pucerons. Deux études ont démontré que

les coccinelles *Harmonia axyridis* et *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 étaient les principales responsables du contrôle biologique du puceron du soya et parvenaient à maintenir les populations de ce ravageur sous le seuil économique (Costamagna et al., 2007).

Dans le monde, plusieurs études se sont intéressées à la biodiversité des pucerons et leurs ennemis naturels, parmi elles, celles de Francis et al. (2003) ; Chougourou et al. (2012) ; Lopes et al. (2012) ; Bosquée et al. (2014) ; Tendeng et al. (2017) et Bello et al. (2018). En Algérie, nous notons les travaux de Laamari et Hebbel (2006), Benoufella-Kitous et al. (2014 ; 2017 ; 2019), Benoufella-Kitous et Medjdoub-Bensaad (2016), Bouabida et al. (2020), Bouabida (2021), Ait Amar et al. (2020) et Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021).

Dans ce contexte, l'objectif global de ce travail est de déterminer la diversité des espèces de pucerons qui peuvent être inféodées aux différentes cultures de solanacées cultivées, comme la pomme de terre *Solanum tuberosum* Linné, 1753, la tomate *Solanum lycopersicum* Linné, 1753, l'aubergine *Solanum melongena* Linné, 1753, le piment et le poivron *Capsicum annuum* Linné, 1753 dans la région de Tizi-Ouzou et celle de Boumerdès. Ce travail a pour objectif de réaliser un inventaire des espèces auxiliaires pouvant avoir un impact sur les populations aphidiennes. Aussi, dans ce présent travail, une étude de lutte biologique est effectuée au laboratoire, dans le but de cerner quelques aspects biologiques et évaluer l'efficacité prédatrice de deux espèces de syrphes aphidiphages : *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii* et de comparer leur potentiel prédateur contre le puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 dans les conditions de laboratoire. Un autre essai de lutte biologique avec la coccinelle à sept points *Coccinella algerica* Kovar 1977 est effectué dans le but de comparer la prédation de cette coccinelle à l'égard de deux espèces aphidiennes à savoir le puceron du laurier rose *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe, 1841) et le grand puceron du laitron *Uroleucon sonchi* (Linnaeus, 1767).

Le présent travail est structuré comme suit : le premier chapitre porte sur une synthèse bibliographique sur les plantes hôtes (les solanacées cultivées) et les insectes ravageurs (les aphides). Le second chapitre sera consacré à la présentation des régions d'étude. Le troisième chapitre porte sur le matériel utilisé lors de l'étude et sur les méthodologies de travail adoptées pour réaliser l'étude. Le quatrième chapitre annoncera les différents résultats obtenus suivi de leur interprétation. Le cinquième et le dernier chapitre concerne la discussion des différents résultats obtenus. Une conclusion assortie de perspectives pour les travaux futurs clôturera ce travail.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur les Solanaceae

La famille des Solanaceae compte parmi les plus importantes familles des Angiospermes. Elle est subdivisée en trois sous-familles les Cestroideae, les Nolanoideae et les Solanoideae. Presque la moitié des espèces de cette dernière appartiennent au genre *Solanum* (Lou et *al.*, 2010).

La famille des Solanaceae est cosmopolite, composée d'herbes, buissons et arbustes et comprend des plantes médicinales et/ou toxiques. Selon Daunay et Lester (1989), cette famille inclue plusieurs plantes alimentaires économiquement importante comme la pomme de terre, la tomate, le piment et l'aubergine et d'autres moins connues telle que le pépino (*Solanum muricatum* Aiton, 1789). Elle comprend aussi le tabac (*Nicotiana tabacum* Linnaeus, 1753) et d'autres espèces utilisées à des fins pharmaceutiques ou ornementales.

Dans cette étude, nous nous sommes intéressées aux cultures de pomme de terre, de tomate, de piment, de poivron et d'aubergine.

1.1. Pomme de terre (*Solanum tuberosum*)

1.1.1. Histoire et origine

La pomme de terre est originaire de la Cordillère des Andes au Sud-Ouest de l'Amérique du Sud (le Sud du Pérou et le Nord-Ouest de la Bolivie). Sa domestication remonte à environ 8 000 et 5 000 ans avant J.C. (Brown et Henfling, 2014). Les premières introductions de la pomme de terre en Europe ont eu lieu aux îles Canaries en 1567 et à Séville (Espagne), en 1570 (Hawkes et Francisco-Ortega, 1992), elle s'est rapidement répandue dans le monde (Rousselle et *al.*, 1996). En 1843, le mildiou de la pomme de terre a fait son apparition aux États-Unis puis en Belgique, ce qui a entraîné une perte de récolte à une échelle rarement vue auparavant (Brown et Henfling, 2014).

1.1.2. Nomenclature et classification

La pomme de terre est une plante dicotylédone annuelle de la famille des solanacées dont l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum* (Kleinkopf, 1983). C'est une plante, à fleurs gamopétales, cultivée souvent pour l'alimentation humaine (Darpoux, 1967).

Boumlik (1995) rapporte que la pomme de terre appartient à :

Règne : Plantae
Embranchement : Spermatophyta
Sous-embranchement : Angiosperma
Classe : Magnoliopsida

Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Polemoniaceae
Famille :	Solanacea
Genre :	<i>Solanum</i>
Espèce :	<i>Solanum tuberosum</i> L. 1753

1.1.3. Description botanique

D'après Rousselle et *al.* (1996), la pomme de terre est une plante herbacée, vivace cultivée comme plante annuelle. Elle est constituée de deux parties distinctes : une partie aérienne (Tiges, feuilles, fleurs et fruits) et une partie souterraine (Racines, stolons et tubercules) (Fig. 1).

1.1.3.1. Partie aérienne

La partie aérienne est constituée de tige, de feuilles, de fleurs, de fruits, et de graines.

1.1.3.1.1. Tige

Les plants germant à partir des graines ont une seule tige principale, tandis que ceux germant à partir des tubercules peuvent en produire plusieurs (Rousselle et *al.*, 1996). Les tiges sont en section ronde, anguleuse, formant des bords sur lesquels naissent des ailes ou côtés. La couleur de la tige est généralement verte, elle peut parfois être rouge ou pourpre (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.3.1.2. Feuilles

Les feuilles sont composées, comprenant une nervure centrale ou rachis et plusieurs folioles. Chaque rachis peut comporter plusieurs paires de folioles dont une terminale (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.3.1.3. Fleurs

Les fleurs sont hermaphrodites, autogames : ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature. Elles sont de couleur blanche à couleur violette selon les variétés (Rousselle et *al.*, 1996).

1.1.3.1.4. Fruit

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de couleur verte, de 1 à 3 cm de diamètre, à deux chambres renfermant des graines aplaties. Il est à noter que les fruits ne se forment que dans les régions froides (Soltner, 1979).

1.1.3.1.5. Graines

Les graines sont petites, ovales et aplaties avec un petit hile qui indique leur point d'attache sur l'ovaire. Dans ce cas, on parle de vraies semences botaniques (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.3.2. Partie souterraine

La partie souterraine comprend les racines, les tubercules et les stolons.

1.1.3.2.1. Racines

Chez la pomme de terre, les plantes issues de graines forment une racine pivotante mince avec des racines latérales (Soltner, 1979 ; Rousselle et *al.*, 1996). Les plantes issues de tubercules forment des racines adventives à la base du germe et au-dessus des nœuds de la partie souterraine de chaque tige. Les racines peuvent se développer jusqu'à 60 cm sous le tubercule mère (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.3.2.2. Stolons

Les stolons appelés aussi rhizomes ou tiges souterraines, sont à faible profondeur et leur longueur est un caractère variétal important, dont le renflement donne naissance aux nouveaux tubercules (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.3.2.2. Tubercules

Les tubercules représentent les bouts renflés des stolons, lieu de stockage des réserves. Leur grosseur, leur couleur et leur forme sont très variables allant du rond au long et plus ou moins aplatis selon les variétés (Vanderhofstadt et Jouan, 2009).

1.1.4. Différentes variétés de pomme de terre

En Algérie, la liste des variétés de pomme de terre homologuées destinées à la production et à la commercialisation établie par le CNCC (2010), est composée de 122 variétés qui sont importées d'Europe, 58 % des Pays Bas, 16% de France et 13% du Danemark.

Les principales variétés cultivées en Algérie sont :

1.1.4.1. Variétés à peau blanche : ce sont les variétés Spunta, Atlas, Timate, Fabula, Arnova, Liseta, Burren, Safrane, Escort, Alaska et Arinda.

1.1.4.2. Variétés à peau rouge : ce sont les variétés Désirée, Kondor, Bartina, Pamela, Sarpo Mira, Kuroda et Rubis.



Figure 1 : Appareils végétatif et racinaire de la pomme de terre (Originale, 2019)
a : Fleur. b : Feuilles. c : Tige. d : Tubercules et stolons

1.1.5. Maladies et ravageurs

Les parties aériennes et souterraines subissent des dommages causés par des bactéries des champignons pathogènes et des virus (Fig. 2), mais aussi par de nombreux invertébrés tels que les nématodes, les gastéropodes, les myriapodes, les insectes, les acariens, et même par de petits mammifères.

Outre les dégâts qu'ils causent sur les différentes parties de la plante (Tableau 1). Ces pathogènes provoquent des retards de croissance, un affaiblissement des plantes, une destruction des parties malades ou une mauvaise qualité des tubercules qui sont généralement associés à des pertes de rendement considérables (Noronha et *al.*, 2008).

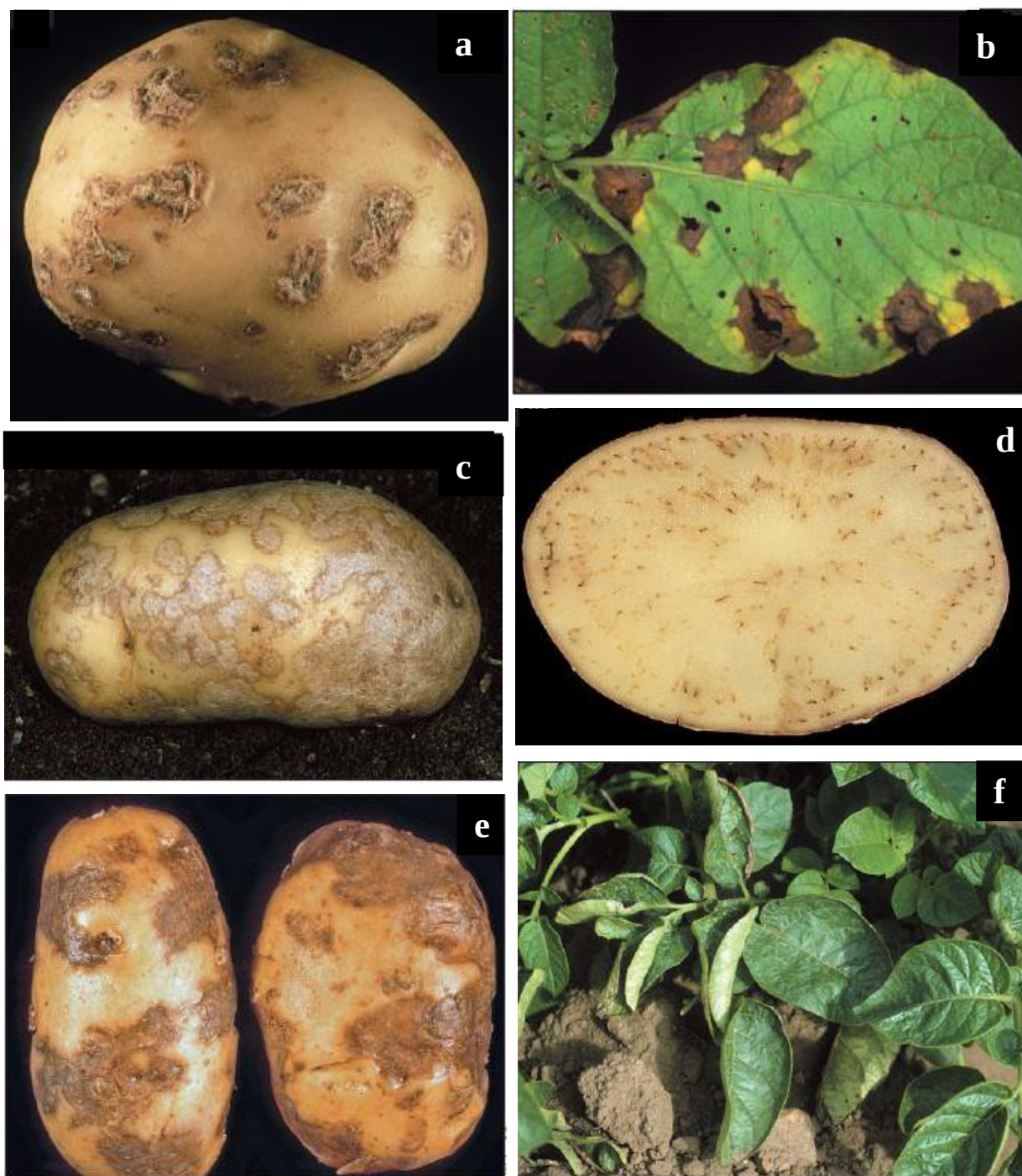


Figure 2 : Maladies de la pomme de terre (Wale et *al.*, 2008)

a : *Streptomyces scabies* sur le tubercule.

b : Alternariose sur les feuilles.

c : Lésions circulaires de gale argentée sur le tubercule.

d : Nécrose sur les tissus vasculaires des tubercules infectés par le virus de l'enroulement.

e : Symptômes de l'alternariose sur les tubercules.

f : Enroulement des feuilles inférieures suite à l'infection par le virus de l'enroulement.

Tableau 1 : Principales maladies de la pomme de terre (Soltner, 1979 ; Rousselle et *al.*, 1996 ; Fraser, 1998 ; Maurin et *al.*, 1999 ; Jean, 2002 ; Masse, 2004 ; Wale et *al.*, 2008 ; Talburt et Smith, 2018).

Maladies	Vecteurs/Agents	Symptômes
Maladies fongiques		
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Feuilles : taches décolorées ; tubercules : taches brunes.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i>	A la face supérieure des feuilles, des taches dispersées. Peuvent être observées de type nécrotique avec des contours anguleux, de diamètre variable.
Gale argentée	<i>Helminthosporium solani</i>	Plaques claires et argentées sur les tubercules.
Rhizoctone brune	<i>Rhizoctonia solani</i>	Taches brunâtres, ligneuses à la surface du tubercule.
Maladies virales		
Virus de l'enroulement	Les pucerons	Enroulement et jaunissement des feuilles.
Virose de la pomme de terre	Les pucerons	Mosaïque (décoloration) au niveau des feuilles.
Virus du Rattel	Les nématodes	Taches sur les feuilles et tubercules, nécroses.
Maladies bactérienne		
Jambe noire	<i>Erwinia</i> spp.	Pourriture noire des tubercules et des tiges. Jambe noire classique : nécroses et coloration noire.
Gale commune	<i>Streptomyces scabies</i>	Gale en pustule ou en liège sur les tubercules.
Pourriture molle	<i>Erwinia</i> spp.	Les tubercules atteints pourrissent dans le sol ou au cours de l'entreposage.
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Feuille : taches ou brûlures circulaires d'un vert foncé, duvet blanchâtre. Tubercules : zones de pelure brun rougeâtre, tissus internes à filaments bruns diffus.

Parmi les ravageurs de la pomme de terre, les insectes (Tableau 2) occupent une très large place puisqu'ils peuvent attaquer cette culture à différents stades de son développement (Fig. 3).

Les pucerons constituent les ravageurs les plus importants. Ils sont susceptibles de causer jusqu'à 5 tonnes de pertes en rendement par hectare et par an (20%) dans le Nord de la France (Harmel et *al.*, 2008).

Tableau 2 : Principaux ravageurs de la pomme de terre (Rousselle et *al.*, 1996 ; Fraser, 1998 ; Maurin et *al.*, 1999 ; Jean, 2002 ; Masse, 2004 ; Noronha et *al.*, 2008 ; Wale et *al.*, 2008).

Ravageurs	Espèces	Dégâts causés
Nématodes à kystes (Tylenchida : Hoplolaimidae)	<i>Pratylenchus</i> spp. <i>Trichodorus</i> spp.	Kystes bruns racinaires.
Altise (Coleoptera : Chrysomelidae)	<i>Epitrix</i> spp. et <i>Psylliodes</i> spp.	Larves : causent des dégâts aux racines. Adultes : petits trous sur feuilles.
Cicadelle (Hemiptera : Cicadellidae)	<i>Empoasca fabae</i> Harris, 1841	Les larves et les adultes provoquent le jaunissement des nervures et la brûlure de la pointe.
Doryphore (Coleoptera : Chrysomelidae)	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Say, 1824)	Les larves et les adultes se nourrissent des feuilles et causent une diminution de rendements.
Taupins (Coleoptera : Elateridae)	<i>Agriotes</i> spp.	Les larves creusent des galeries dans les tubercules, perte de rendement et de qualité.
Teigne (Lepidoptera : Hyponomeutidae)	<i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller, 1873)	Les chenilles minent les feuilles, forent les tiges et les tubercules.
Pucerons (Hemiptera: Aphididae)	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878) <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach, 1843)	Perte de rendement, transmission de plusieurs virus, en particulier le virus de l'enroulement.

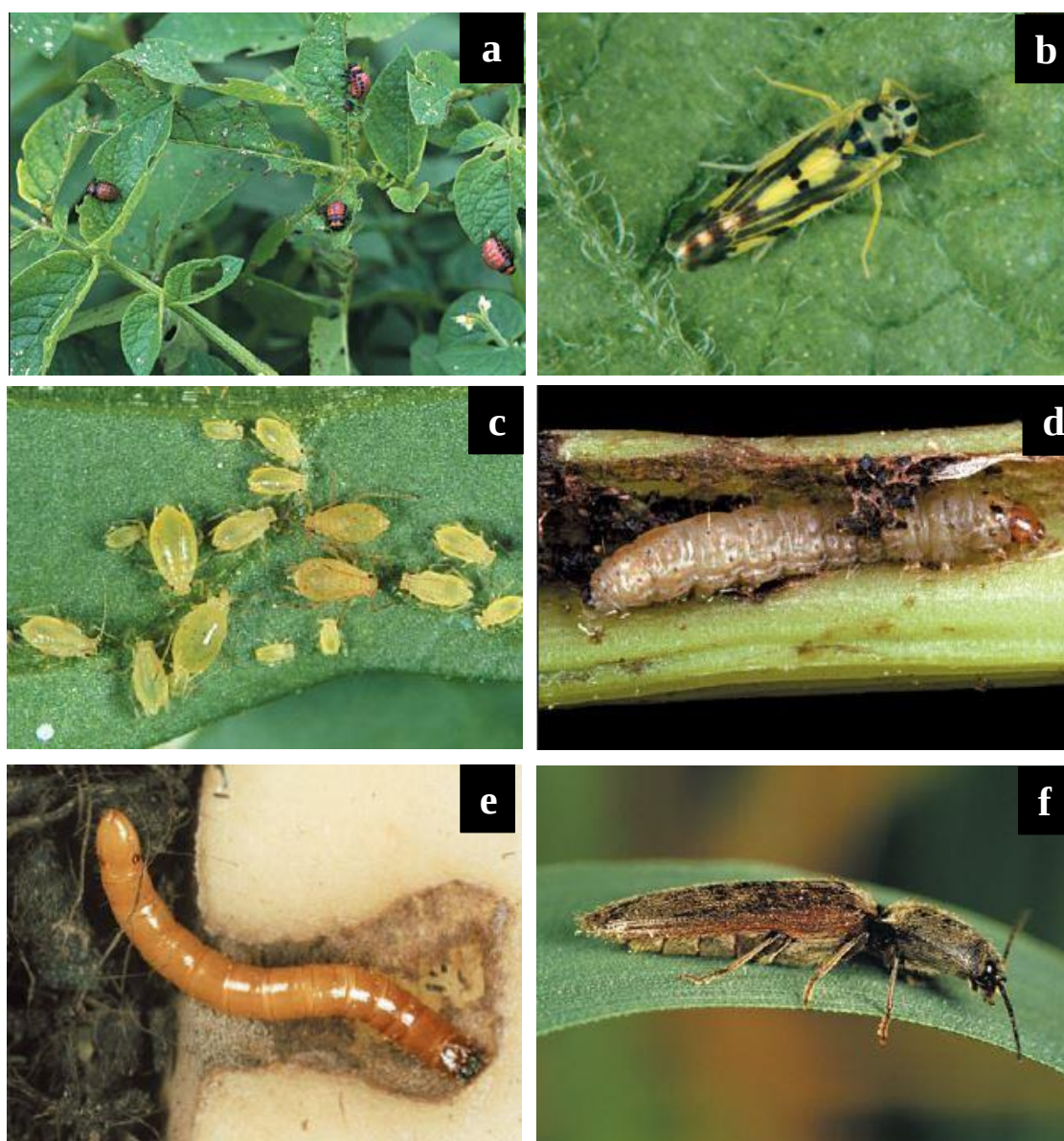


Figure 3 : Ravageurs de la pomme de terre (Wale et *al.*, 2008)

a : Larve de doryphore. **b :** Adulte de cicadelle **c :** Colonie de pucerons. **d :** Larve de teigne de la pomme de terre. **e :** Larve de taupin. **c :**Adulte de Taupin

1.2. Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

1.2.1. Histoire et Origine

La tomate est parmi les légumes les plus consommés au monde. Originaire de l'Amérique du sud, la tomate a été domestiquée au Mexique, puis introduite en Espagne et en Italie, par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Shankara et *al.*, 2005), puis introduite vers d'autres pays européens, dans la première moitié du XVI^e siècle (Blancard, 2012). En Amérique du sud, neuf espèces sauvages peuvent être observées dont seulement deux comestibles, la « tomate groseille » *Solanum pimpinellifolium* et la « tomate cerise » *Solanum lycopersicon var cesariforme*, qui est l'ancêtre des tomates actuelles (Broglie et *al.*, 2005 ; Renaud, 2006). Elle a été longtemps considérée comme toxique, en lui associant tous types de vertus maléfiques à cause de sa ressemblance avec la mandragore (Blancard, 2012). La tomate a donc d'abord été utilisée en tant que plante ornementale, puis en 1778, elle a rejoint le catalogue de semences potagères de Vilmorin-Andrieu (Degioanni, 1997 ; Mikanowski et Mikanowski, 1999).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne, qui l'ont introduite. Sa consommation, a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (Latigui, 1984).

1.2.2. Nomenclature et classification

À plusieurs reprises, les botanistes ont modifié les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. Elle a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*, d'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicon*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon licopersicum*. Finalement, d'après Munroe et Small (1998), c'est *Lycopersicon esculentum*, nom attribué par Philippe Mille en 1754, qui a été retenu. Le nom du genre «*Lycopersicon*» est gréco-latin, qui signifie « pêche de loup », la partie «*esculentum* » complétant le nom de l'espèce vient du latin qui signifie « comestible ».

Cronquist (1981) ; Gaussen et *al.* (1982) rappellent la classification de la tomate comme suit :

Règne :	Plantae
Sous règne :	Trachenobionta
Embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Solanales
Genre :	<i>Solanum</i> ou <i>Lycopersicon</i>
Espèce :	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. 1763

1.2.3. Description botanique

La tomate est une plante herbacée annuelle, appartenant au groupe des légumes-fruits (Fig. 4) (Judd et *al.*, 2002).

1.2.3.1. Partie aérienne

La partie aérienne est constituée de la tige, des feuilles, des fleurs, des fruits et des graines (Fig. 4).

1.2.3.1.1. Tige

La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m, pleine, fortement poilue et glandulaire, se ramifie souvent pour donner un arbuste large et empli. Le port de croissance varie entre érigé et prostré (Judd et *al.*, 2002).

1.2.3.1.2. Feuilles

Les feuilles sont disposées en spirale, de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Shankara et *al.*, 2005).

1.2.3.1.3. Fleurs

Les fleurs sont bisexuées, régulières et entre 1.5 et 2 cm de diamètre. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général, il y a six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres et six étamines et les anthères ont une couleur jaune vif entourant le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère, doté de deux à neuf carpelles. Souvent, la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu où les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Judd et *al.*, 2002).

1.2.3.1.4. Fruits

Selon Shankara et *al.* (2005), le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu, en revanche, la couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. Le fruit à maturité peut se présenter soit, rond et régulier ou côtelé.

1.2.3.1.5. Graines

Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara et *al.*, 2005).



Figure 4 : Appareils végétatif de la tomate (Originale, 2019)

a : Fruits. **b :** Fleurs. **c :** Tige. **d :** Feuilles. **e :** Graines

1.2.3.2. Système racinaire

La tomate a une forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (Shankara et *al.*, 2005).

1.2.4. Différentes variétés de tomate

D'après Polese (2007), les tomates sont classées selon leur caractère morphologique et botanique. Leur croissance peut-être du type indéterminé ou déterminé.

1.2.4.1. Variété à croissance indéterminée

La plupart des cultivars disponibles sont des variétés à croissance indéterminée. Ces variétés présentent un nombre indéfini d'inflorescences sur la tige principale et les tiges latérales (Mikanowski et Mikanowski, 1999), parmi ce type de croissance, il existe :

1.2.4.1.1. Les variétés fixées

Avec plus de 500 variétés, les variétés de tomate fixées ont des fruits de qualité gustative excellente (Polese, 2007). D'après Snoussi (2010), les variétés les plus utilisées en Algérie sont la Marmande et la Saint Pierre.

1.2.4.1.2. Les variétés hybrides

Les variétés hybrides sont relativement récentes puisqu'elles n'existent que depuis les années 1960, elles réunissent plusieurs caractères tels que : bonne précocité, bonne qualité de résistance aux maladies et aux attaques parasitaires (Polese, 2007). Selon Snoussi (2010), les variétés les plus utilisées en Algérie sont Actana, Agora, Bond, Nedjma, Tafna, Tavira, Toufan, Tyerno et Zahra.

1.2.4.2. Variétés à croissance déterminée

Ce sont des variétés naines dont la croissance de la plante s'arrête lorsqu'elle produit un nombre déterminé de bouquets de fleurs (en général trois ou quatre). Ce type de variété est destiné à l'industrie et à la conserverie (Laumonnier, 1979). Cependant selon Polese (2007), même pour ce type de croissance, il y a des variétés fixées et des hybrides. Les hybrides les plus utilisés en Algérie sont : Farouna, Joker, Luxor, Super Red, Tomaland, Top 48, Suzana, Zigana, Zeralda. Tandis que les variétés fixées sont représentées par la variété Aicha (Snoussi, 2010).

1.2.5. Maladies et ravageurs

La culture de la tomate est sujette à de nombreuses maladies causées par divers agents pathogènes tels que les virus, les bactéries, les champignons, les nématodes et les insectes (Tableau 3 et Fig. 5).

Tableau 3 : Principales maladies de la tomate (Shankara et *al.*, 2005 ; Blancard et *al.*, 2009).

Maladies	Vecteurs/Agents	Symptômes
Maladies fongiques		
Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>	De grandes taches évoluant en pourriture se forment au niveau de la cicatrice pédonculaire, souvent à partir des sépales ou sur les fruits.
Alternariose	<i>Alternaria tomatophila</i>	De grandes lésions circulaires concaves, avec une texture plutôt dure et parfois cuticule plissée, se forment sur la cicatrice pédonculaire des fruits verts ou mûrs.
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Il se manifeste par des taches nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide. Il peut s'attaquer à tous les organes aériens de la plante.
Pourriture à <i>Sclerotium</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Des lésions translucides apparaissent sur les fruits en contact avec le sol. Elles développent rapidement une pourriture humide et molle qui entraîne l'effondrement des tissus.
Maladies virales		
TSV (Virus de la striure du Tabac)	Les pucerons	Les fleurs nécrosées peuvent tomber. Les fruits sont parfois couverts d'anneaux nécrotiques.
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)	Les thrips	Décoloration des feuilles. Sur les tiges et pétioles, il y a apparition de tâches nécrotiques. Les fruits peuvent être localement décolorés, bronzés et déformés.
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)	La mouche blanche	Les feuilles sont de taille réduite et présentent un jaunissement et/ou un enroulement. En cas d'infection précoce, les plantes deviennent naines et ne produisent plus de fruits.
Maladies bactériennes		
Chancre bactérien	<i>Clavibacter michiganensis subsp michiganensis</i>	Flétrissement et chlorose des organes aériens. Les plantes fortement affectées produisent des fruits plus petits, mal colorés ou chutant prématurément.
Moucheture bactérienne	<i>Pseudomonas syringae</i>	La moucheture se manifeste par des petites taches grasses, sombres, prenant rapidement une teinte brune à noire, et peuvent apparaître n'importe où sur le feuillage.
Tache	<i>Xanthomonas</i>	Des lésions grasses et translucides

bactérienne	<i>vesicatoria</i>	apparaissant sur les folioles ou en bordure du limbe et donnant lieu à des taches brunes à noires qui finissent par se nécroser et se dessécher.
--------------------	--------------------	--

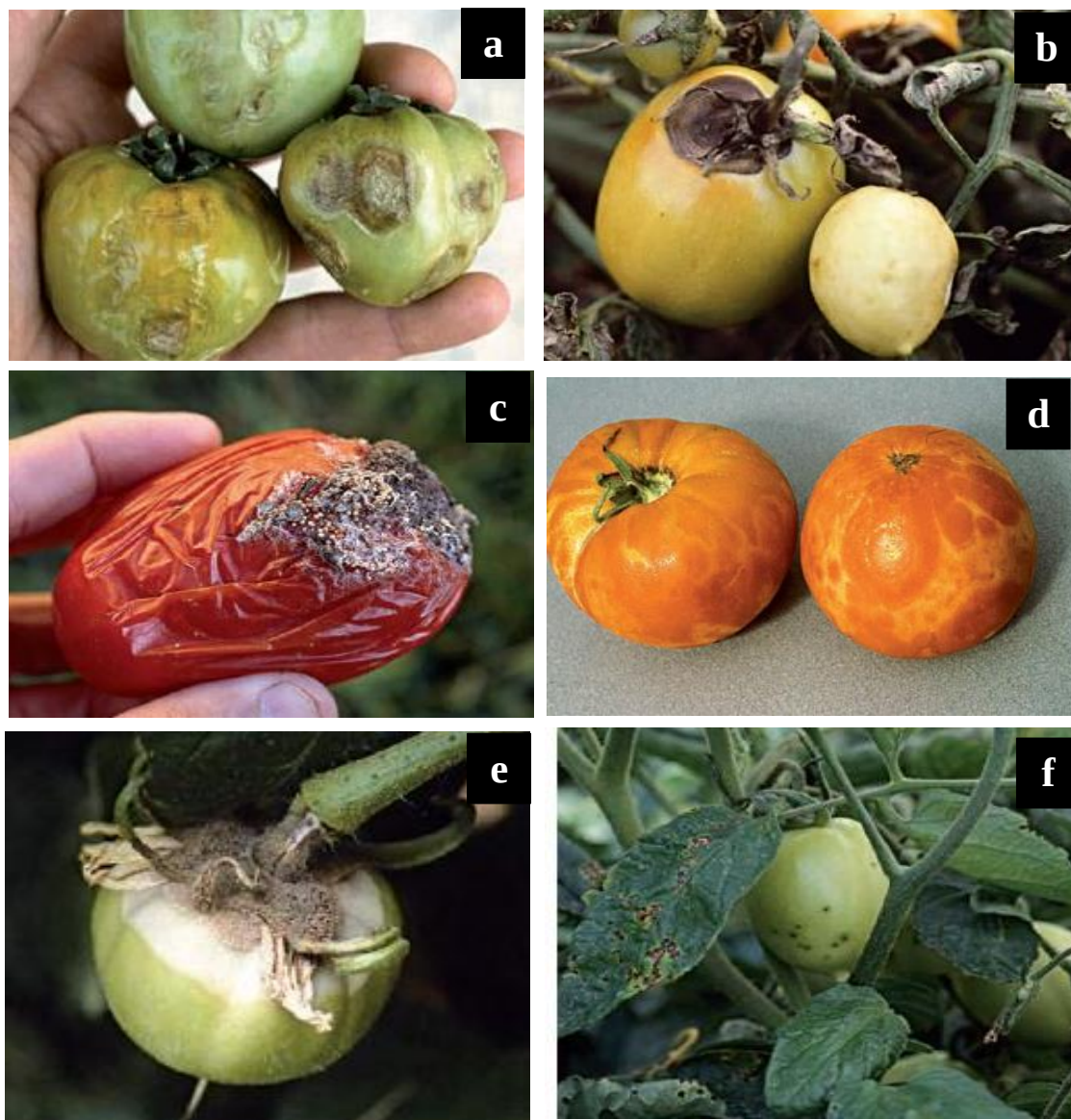


Figure 5 : Maladies de la tomate (Blancard et *al.*, 2009)

a : Cucumber Mosaic Virus sur fruit. **b :** Alternariose sur fruit vert. **c :** *Sclerotium rolfsii* sur le fruit. **d :** Virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV). **e :** *Botrytis cinerea* sur fruit. **f :** Moucheture bactérienne sur les feuilles et les fruits.

La culture de la tomate est soumise à l'attaque de plusieurs ravageurs qui peuvent nuire à cette plante durant son cycle végétatif (Tableau 4 et Fig. 6).

Tableau 4 : Principaux ravageurs de la tomate (Shankara et *al.*, 2005).

Ravageurs	Espèces	Dégâts causés
Pucerons (Hemiptera: Aphididae)	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Aulacorthum solani</i>	Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus.
Mineuse (Lepidoptera : Gelechiidae)	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)	Les chenilles creusent des mines, pouvant évoluer jusqu'à une destruction complète du limbe.
Aleurodes (Hemiptera: Aleyrodidae)	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood, 1856) <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889) <i>Bemisia argentifolii</i> (Bellows et Perring, 1994)	Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, transmission de virus.
Nématodes (Tylenchida : Heteroderidae)	<i>Meloïdogyne incognita</i> (Kofoed et White 1919)	Formation de galles sur racines et perturbation de l'absorption racinaire.

**Figure 6 :** Ravageurs de la tomate (Shankara et *al.*, 2005)

a : Aleurodes (adulte et larves). **b :** Chenille de *Tuta absoluta*.

1.3. Piment et poivron (*Capsicum annuum*)

1.3.1. Histoire et origine

Le piment est originaire d'Amérique tropicale (Jones, 1994 ; Fortin et *al.*, 1996 ; Basu et De, 2003 ; Kothari et *al.*, 2010). Il fait partie des premières plantes cultivées en Amérique du sud, son appellation est diversifiée selon les pays et les régions (Fortin et *al.*, 1996). Coon (2003), rapporte qu'au Sud-Est du Mexique, des vestiges de piments de plus de 7000 ans avant J.C ont été trouvés dans des sites archéologiques. Selon l'opinion générale, son introduction dans l'ancien monde a suscité des grands débats, les espèces cultivées ont été introduites en Europe par les expéditions de Christophe Colomb (Bosland et Volana, 2000).

D'après Stummel et Bosland (2007), ce sont les espagnols relayés par les portugais, qui l'ont répandu dans le monde. Actuellement, le genre *Capsicum* est cosmopolite (Bosland et Volana, 2000), il compte 25 espèces cultivées (Baral et Bosland, 2002) dont 5 espèces sont domestiquées, il s'agit de *C. annuum* L., *C. frutescens*, *C. chinenses*, *C. pubescens* et *C. baccatum* var *pendalum* (Eshbaugh, 1977 ; Stummel et Bosland, 2007 ; Bosland et Votava, 2012)

1.3.2. Nomenclature et classification

Il existe deux sortes de piments : les poivrons doux et les piments forts. D'après Jolicoeur (2001) sur le marché existe un très grand nombre de sous-espèces et de variétés, car les cinq espèces s'hybrident facilement entre elles.

Selon Csilléry (2006) et Russo (2012), l'espèce *C. annuum* est la plus répandue et économiquement la plus importante des autres espèces cultivées du genre *Capsicum*. De (2003), propose la classification la plus récente du genre *Capsicum* comme suit :

Règne :	Plantae
Division:	Magnoliophyta
Classe:	Magnoliopsida
Ordre:	Solanales
Famille:	Solanaceae
Sous-famille:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Sous-tribu:	Capsicinae
Genre:	<i>Capsicum</i>
Espèce :	<i>Capsicum annuum</i>

1.3.3. Description botanique

C. annuum est une plante herbacée de 0,5 à 1, 5m de haut (Fig.7).

1.3.3.1. Partie aérienne

La partie aérienne est constituée de tige, de feuilles, de fleurs, des fruits, et de graines.

1.3.3.1.1. Feuilles

Les feuilles sont simples, larges, molles, pétiolées et alternes, très souvent glabres. Elles sont ovales à elliptiques plus ou moins allongées, à sommet aigu. Les variétés à gros fruits portent de grandes feuilles, longues, alors que celles à petits fruits se distinguent par des feuilles petites et étroites (Kolev, 1976).

1.3.3.1.2. Fleurs

Les fleurs sont généralement solitaires, quelques fois par paires ou en bouquets. Elles sont petites, blanches, terminales, bisexuées et habituellement pentamériques. La corolle est composée de cinq pétales soudés qui lui donnent l'aspect d'un tube. Les étamines et les pistiles peuvent être blancs, blanc verdâtre, jaune verdâtre ou violets (Kang et Kole, 2013).

1.3.3.1.3. Fruits

Le fruit est une baie indéhiscente avec un épais pédoncule qui varie suivant la forme ou la saveur (piquante ou douce) (Kang et Kole, 2013). Le péricarpe est coriace et charnu d'après la description de Rajput et Parulekar (1998).

1.3.3.1.4. Graines

Les graines sont réniformes, plates, à tégument lisse et de couleur jaune paille. Leur taille est jugée variable en fonction des conditions dans lesquelles elles mûrissent ; l'environnement général de la plante-mère, la position de la baie sur celle-ci, leur nombre par fruit, le moment de la récolte et celui de leur extraction du fruit (Belletti et Quagliotti, 1988 ; Kang et Kole, 2013).

1.3.3.2. Partie souterraine

D'après Kang et Kole (2013), le système racinaire de *C. annuum* est un pivot fort avec des racines qui ont une tendance à se développer latéralement dans un rayon de 0,30 à 0,50 cm.

1.3.4. Différentes variétés de piment et de poivron

Les piments et les poivrons cultivés appartiennent à deux espèces : *C. annuum* et *Capsicum frutescens* (Bosland et Votava, 2000). La classification de nombreuses variétés de *C. annuum* se base sur la forme des fruits et leur teneur en Capsaïcine qui est une substance active qui se trouve principalement dans le placenta des fruits et qui lui donne ce goût extrêmement âpre (Lefebvre et al., 2002, Teuscher et al., 2005). Les variétés sans Capsaïcine et à gros fruits sont appelées poivrons et consommées comme légumes.

D'après Sage-Palloix et Palloix (2016), les trois variétés anciennes indexées sont :

- Les poivrons à gros fruits doux de différentes formes.
- Les piments à petits fruits pointus et à saveur plus ou moins brûlante.
- Les piments doux à petits fruits pointus non-piquants.

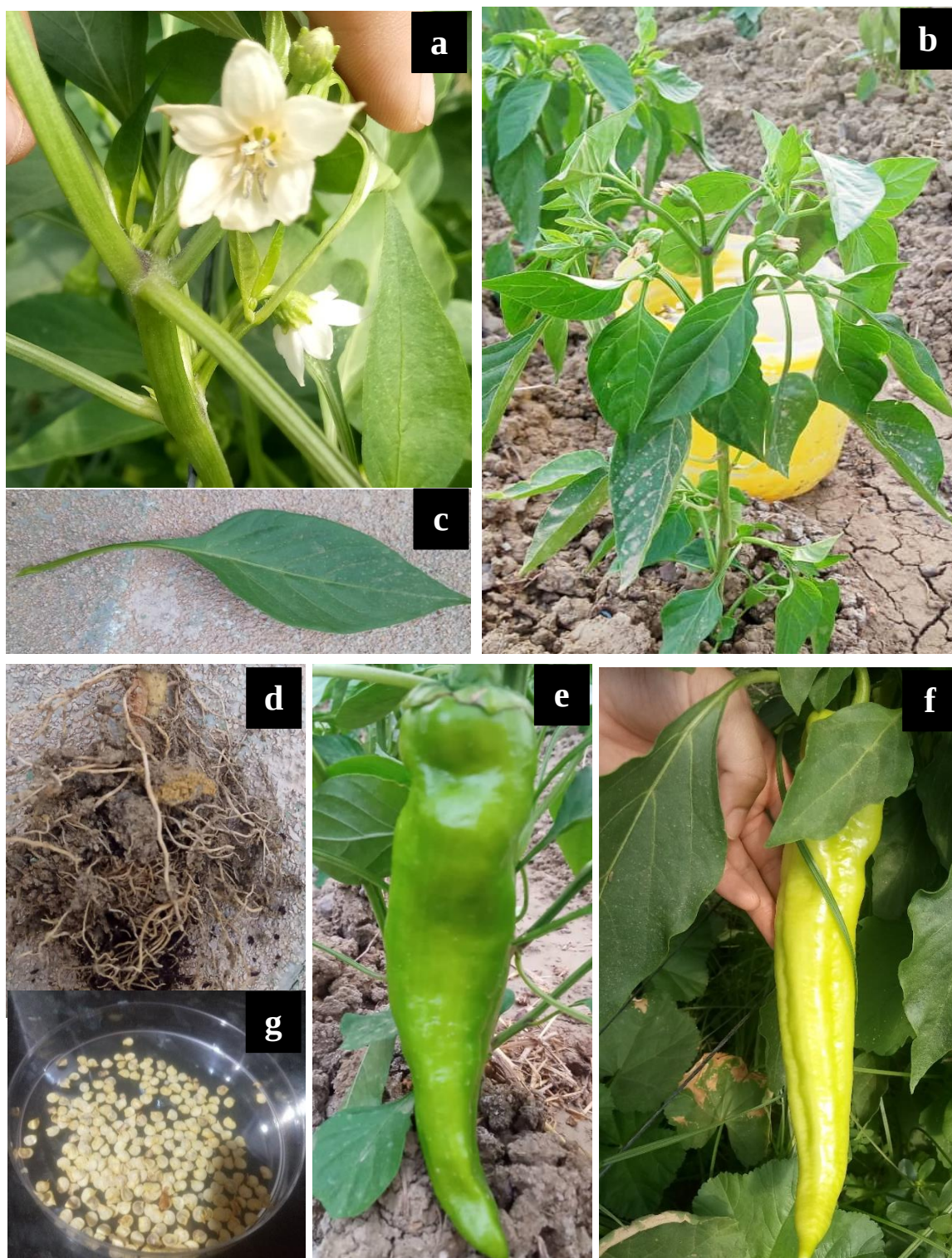


Figure 7 : Appareils végétatif et racinaire du piment et du poivron (Originale, 2019 ; 2021)
 a : Fleurs. b : Tige. c : Feuille. d : Racine. e : Fruit du poivron. f : Fruit du piment. g : Graines

1.3.5. Maladies et ravageurs

Le sol est habité de façon permanente par de nombreux organismes. Pour les cultures maraîchères, plusieurs types de pathogènes sont responsables de plusieurs maladies fongiques, virales et bactériennes (Fig. 8 et Tableau 5). Selon Simon et *al.* (2009), 40% des maladies à virus sont transmises par les insectes, dont le groupe le plus redoutable est celui des pucerons. De toutes les maladies du piment, celles causées par les virus constituent la première contrainte à sa culture. 32 virus et mycoplasmes appartenant à 15 groupes taxonomiques sont dénombrés parmi ceux qui causent des pertes au piment (Palloix, 2006).

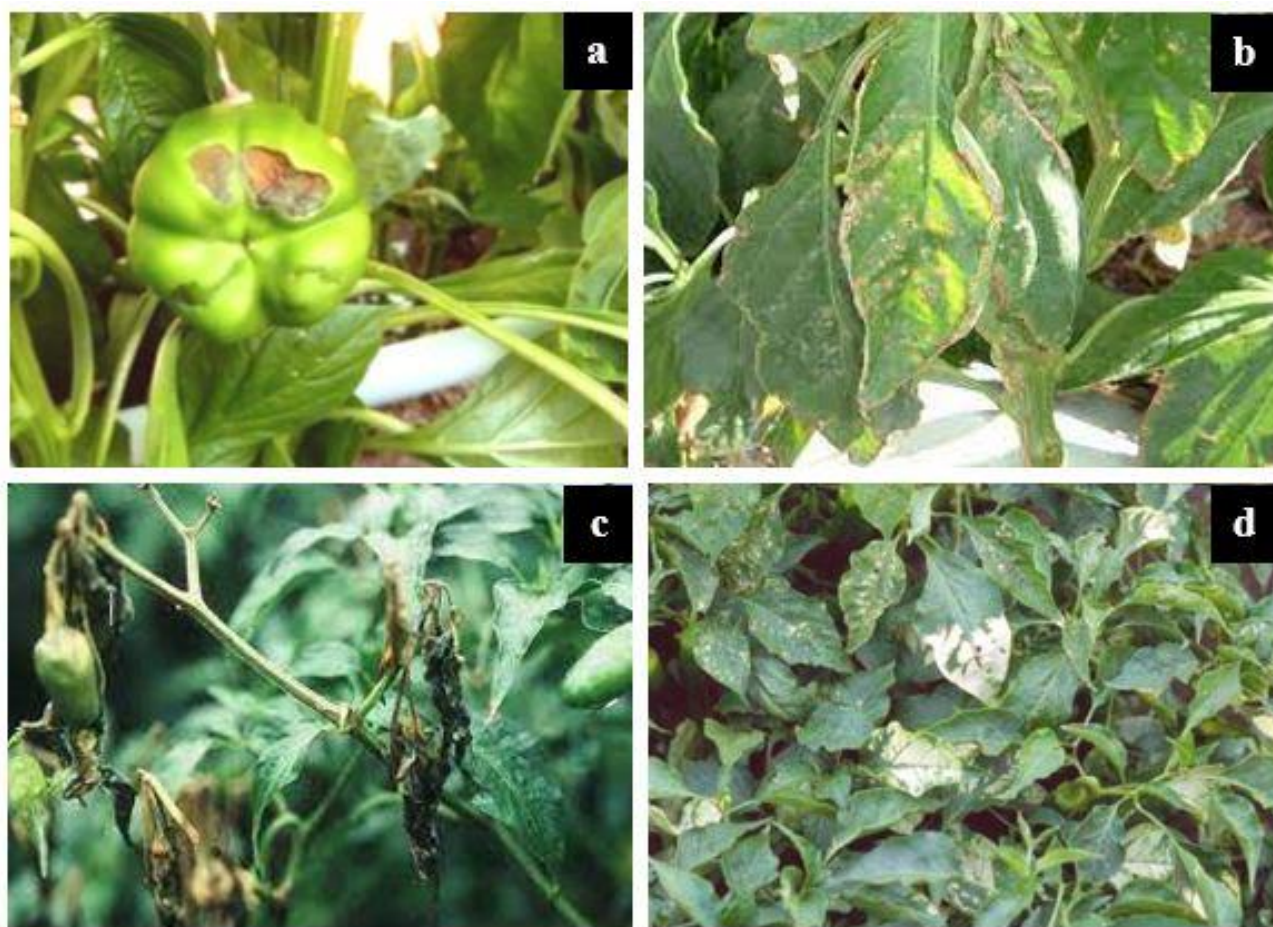


Figure 8 : Maladies du piment et du poivron (AGROLIB, 2019)

a : Alternariose sur poivron. **b :** Mosaïque sur feuilles de poivron. **c :** Milidiou sur feuilles de piment.
d : Chancre bactérien sur feuilles de poivron.

Tableau 5 : Principales maladies du piment et du poivron (AGROLIB, 2019).

Maladies	Vecteurs/Agents	Symptômes
Maladies fongiques		
Fusariose	<i>Fusarium oxysporum</i>	Flétrissement accompagné d'un jaunissement des feuilles unilatéral pouvant se généraliser, suivi du dessèchement complet de la plante et peut induire à la mort de celle-ci.
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Taches noires de taille variable, plus ou moins arrondies, bien délimitées sur les feuilles et les fruits. Taches ovales sur tige.
Mildiou	<i>Phytophthora capsici</i>	Apparition de nécroses brunes bien délimitées au niveau du collet. Flétrissement brutal des plantes.
Oïdium	<i>Liveilla taurica</i>	Taches jaunâtres sur les feuilles ponctuellement nécrotiques, parfois couverts d'un feutrage blanc.
Maladies virales		
Virus de la mosaïque de la Luzerne	Les pucerons	Il provoque des symptômes nécrotiques, mort de certains bourgeons suivis de la production d'un nouveau feuillage présentant une forte mosaïque blanche et jaune.
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Les pucerons	Mosaïque verte ou blanche, parfois associée à un aspect filiforme des feuilles.
Virus de la mosaïque du Concombre	Les pucerons	Apparition des mosaïques en taches annulaires, en arabesque et marbrure.
Virus de la mosaïque de la Pomme de terre	Les pucerons	Mosaïque vert brillant avec parfois nécroses des nervures.
Maladies bactériennes		
Chancre bactérien	<i>Corynebacterium michiganense</i>	Flétrissement accompagné de chancres longitudinaux sur tige et pétioles. Noircissement des vaisseaux puis de la moelle.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas visicatoria</i>	Apparition de petites taches noires sur les feuilles. Les taches sur fruits s'élargissent et prennent une apparence ligneuse et un contour festonné.

La culture de piment et de poivron est soumise à des attaques régulières des ravageurs tels que les acariens, les nématodes et les insectes (thrips, aleurodes et pucerons) (Tableau 6).

Tableau 6 : Principaux ravageurs du piment et du poivron (Naika et *al.*, 2005 ; Zalom et *al.*, 2006).

Ravageurs	Espèces	Dégâts causés
Thrips (Thysanoptera : Thripidae)	<i>Frakliniella occidentalis</i> (Pergande, 1895)	Décoloration des feuilles qui commence par les nervures principales puis s'étend à tout le limbe. Il peut causer la cicatrisation et la déformation des fruits ; ainsi que la transmission du virus TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)
Pucerons (Hemiptera : Aphididae)	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum</i> <i>euphorbiae</i> <i>Aulacorthum</i> <i>solani</i>	Les fortes attaques provoquent un arrêt de croissance avec déformation des feuilles. La production de miellat provoque le développement d'un champignon noirâtre (fumagine).
Acariens	<i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836)	Ils provoquent un jaunissement et un dessèchement des feuilles.

1.4. Aubergine (*Solanum melongena*)

1.4.1. Histoire et origine

L'aubergine a deux centres d'origines, l'Inde et l'Indochine sont le centre de diversification primaire (Lewicki, 1974 ; Tourte, 2005) et la Chine est probablement le centre de diversification secondaire (Nonnecke, 1988). L'aubergine se cultive en Inde depuis le 3^e siècle avant Jésus-Christ. Ce n'est que plus tard, entre le 7^e et le 8^e siècle, que l'aubergine sera diffusée autour du bassin méditerranéen, suite à l'expansion de l'empire arabe (Daunay et Janick, 2007). La Sicile a été l'une des premiers endroits en Europe où l'aubergine était cultivée après avoir été introduite par les paysans arabes, au 10^e siècle. Elle a été aussi cultivée en Espagne (Clifford, 2001). En Afrique, l'aubergine est cultivée dans les régions chaudes et tempérées (Grubben et Denton, 2004). Quant à l'espèce *S. aethiopicum* communément appelé "jardin-œuf", elle provient d'Afrique tropicale (Lester et *al.*, 1990). L'espèce *S. macrocarpon* autrement connu sous l'appellation "gboma" est issue d'Afrique de l'Ouest. Elle pousse également dans les caraïbes, l'Amérique du Sud et dans certaines régions d'Asie du Sud-Est (Bonsu et *al.*, 1998). *S. aethiopicum* et *S. macrocarpon* sont des espèces d'origine africaine qui possèdent une diversité morphologique (Lester et *al.*, 1990).

1.4.2. Nomenclature et classification

Cronquist (1988) rappelle que l'aubergine appartient au :

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Solanales
Famille :	Solanaceae
Genre :	<i>Solanum</i>
Espèce :	<i>Solanum melongena</i> L.1763

1.4.3. Description botanique

Dans les pays tempérés, la plante d'aubergine est cultivée comme annuelle. Dans les pays tropicaux, c'est une plante pérenne (Grubben et Denton, 2004). *S. melongena* est une plante atteignant 50 cm à 1,2 m de haut.

1.4.3.1. Partie aérienne

La partie aérienne est constituée de tige, de feuilles, de fleurs, de fruits, et de graines.

1.4.3.1.1. Feuilles

Les feuilles sont alternes, pétiolées, ovales, sinueuses sur les bords et pubescentes. Le pétiole est cylindrique, pulvérulent, épineux sur la face inférieure (Bukonya et Carasco, 1999).

1.4.3.1.2. Fleurs

Selon Bukonya et Carasco (1999), les fleurs sont très grandes, violacées, solitaires, pédonculées, opposées aux feuilles, ayant souvent un certain nombre de parties surajoutées. Le pédoncule est d'environ un pouce, pulvérulent et épineux. Le calice est campaniforme pulvérulent et épineux offrant six ou huit divisions linéaires, aiguës. La corolle est rotacée, un peu plissée, divisions presque triangulaires, aiguës, en nombre égale à celui des divisions calicinales. Les étamines sont au nombre de six à huit dans les individus cultivés (Bossier, 2000).

1.4.3.1.3. Fruits

Les fruits sont de forme variable, subglobuleuse à ovoïde ou allongée, ou piriforme, lustrée, généralement pourpre noir, parfois blanche, pourpre ou jaunâtre, atteignant 30 cm de longueur. Les graines sont nombreuses, petites, d'environ 3mm de long, brun pâle, comprimées, sub-réniformes et finement rugueuses (Bossier, 2000).

1.4.3.1.4. Graines

Les Graines sont nombreuses, petites, brun pâle, comprimées, sub-réniformes, longues de ± 3 mm, finement rugueuses (Brosser, 2000).

1.4.3.2. Partie souterraine

Les racines de l'aubergine se développent à partir d'une longue racine pivotante (Fig. 9). Son système racinaire est assez fourni, vigoureux et se ramifie horizontalement et parfois de façon oblique selon l'espèce (Bukenya et Carasco, 1999).

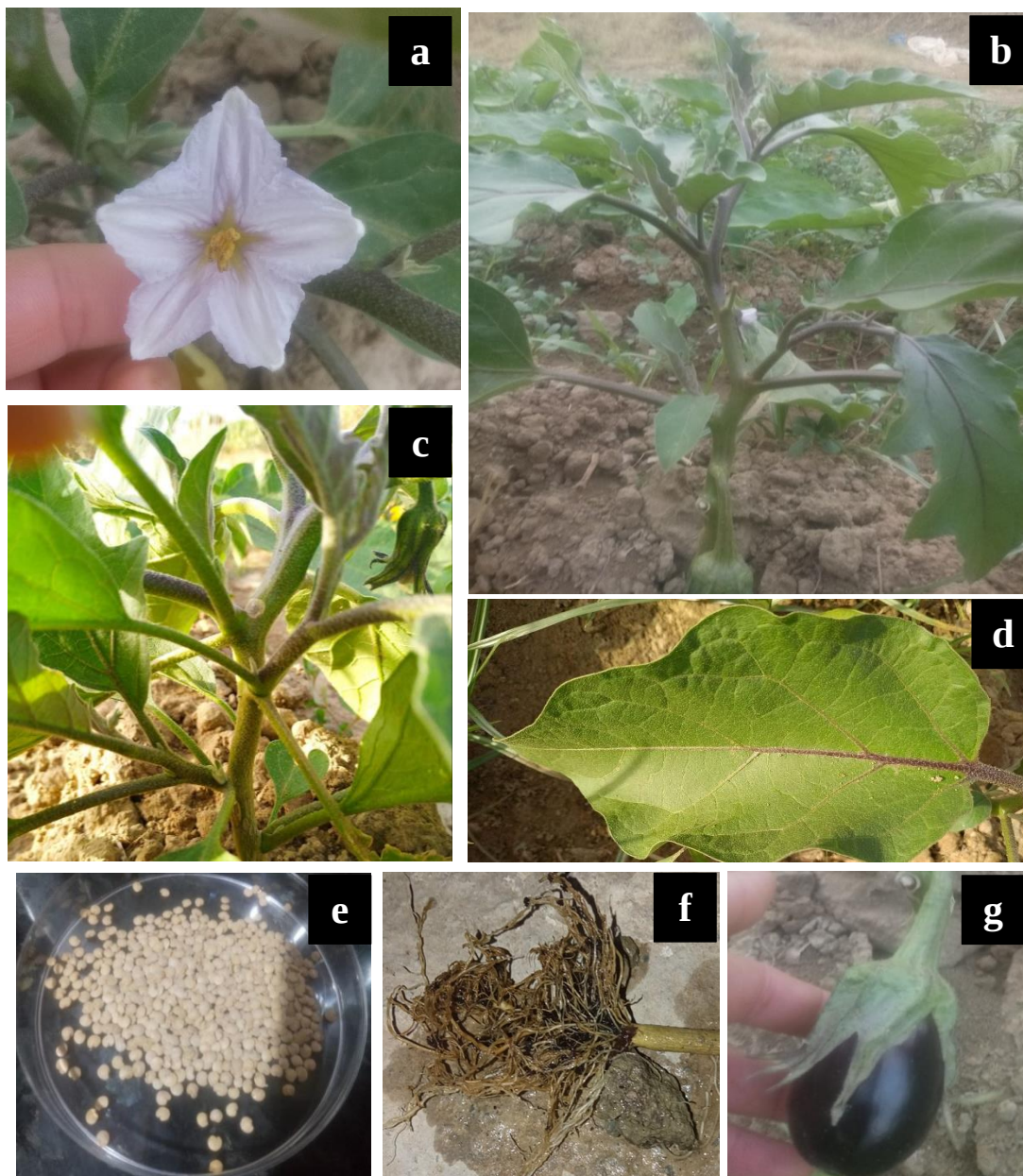


Figure 9 : Appareils végétatif et racinaire de l'aubergine (Originale, 2021)

a : Fleurs. b : Plante. c : Tige. d : Feuille. e : Graines. f : Racine. g : Fruit.

1.4.4. Différentes variétés d'aubergine

D'après Søkara et *al.* (2007), les variétés d'aubergine ont des formes et des couleurs différentes.

1.4.4.1. Aubergines violettes pourpres

Selon Taher et *al.* (2017), elles sont de grande taille, typiques de l'Amérique et de l'Europe mais elles ont été introduites en Asie. Les plantes sont moins vigoureuses mais très productives. Cette variété a deux formes de base ; la forme ovale et la forme allongée (Pitrat et Foury, 2003).

1.4.4.2. Aubergines miniatures

Les aubergines miniatures sont violettes ou blanches, étroites ou arrondies et de quelques centimètres de longs. Généralement elles sont plus douces et plus tendres que les variétés les plus grandes et leur peau est plus mince et contiennent moins de graines (Taher et *al.*, 2017).

1.4.4.3. Aubergines orientales

Les aubergines orientales sont originaires d'Asie tropicale. Elles sont très populaires au Japon, en Chine, en Inde, en Thaïlande et aux Philippines. Les fruits sont précoces et énergiques, ils pourraient être de couleurs pourpres, verts violets, lavandes ou blanches, de formes rondes ou minces et avec ou sans rayures (Søkara et *al.*, 2007). Selon Taher et *al.* (2017), parmi les variétés d'aubergines orientales, il y a les aubergines chinoises, les aubergines japonaises, les aubergines thaïlandaises et les aubergines indiennes.

D'après l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles ITCMI (2010), les variétés cultivées en Algérie sont Galine, Adria, Berinda, Rima, Violette Longue Hâtive (VLH), Black beauty, Ronde de Valence et Rondona.

1.4.5. Maladies et ravageurs

Tout comme la tomate et le piment, la culture de l'aubergine est limitée par de nombreux pathogènes. Plusieurs virus transmis par les insectes peuvent infecter l'aubergine, néanmoins, l'occurrence des maladies virales sur l'aubergine est faible. Cette plante est par contre assez sensible aux maladies fongiques (Tableau 7 et Figure 10).

Tableau 7 : Principales maladies de l'aubergine (Messiaen et *al.*, 1991 ; Daunay et Janick 2007 ; Jones et *al.*, 2014).

Maladies	Vecteurs/Agents	Symptômes
Maladies fongiques		
Verticilliose	<i>Verticillium</i> sp.	La maladie peut se développer rapidement. Les feuilles jaunissent et la plante se dessèche rapidement.
Mildiou	<i>Phytophthora capsici</i>	Après l'apparition de taches verdâtres à brunâtres sur la face supérieure des feuilles et le développement de duvet blanc à gris sur la face inférieure, les feuilles de l'aubergine jaunissent et sèchent. Les fruits portent des taches brunes et finissent par pourrir.
Oïdium	<i>Leveillura taurica</i>	Un feutrage blanc caractéristique se développe sur les feuilles et les tiges.
Maladies virales		
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Les pucerons	Les feuilles, les tiges sont couvertes de taches jaunes, avec une lésion importante.
Virus de la mosaïque du Concombre	Les pucerons	Apparition de mosaïques en taches annulaires, en arabesque et marbrure.
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus)	Les thrips	Apparition de nombreuses taches nécrotiques. Les fruits peuvent être localement décolorés, bronzés et déformés.
Maladies bactériennes		
Tache bactérienne	<i>Pseudomonas syringae</i>	Sur les feuilles, présence de petites taches humides, gris foncé à brun foncé à noire, d'une forme variée. Sur les fruits, présence de lésions humides brunes à noires qui s'agrandissent avec le développement de la maladie. Les fruits pourrissent.
Flétrissement Bactérien	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Ramollissement des jeunes feuilles, qui fanent. Les feuilles les plus âgées tombent. A l'arrachage, les racines apparaissent pourries à leur extrémité.
Pourriture blanche	<i>Sclerotinia</i> sp.	Le système racinaire de l'aubergine est affecté. Les tiges acquièrent des foyers à la floraison blanchâtres, dont la partie interne contient des sclérotés solides.

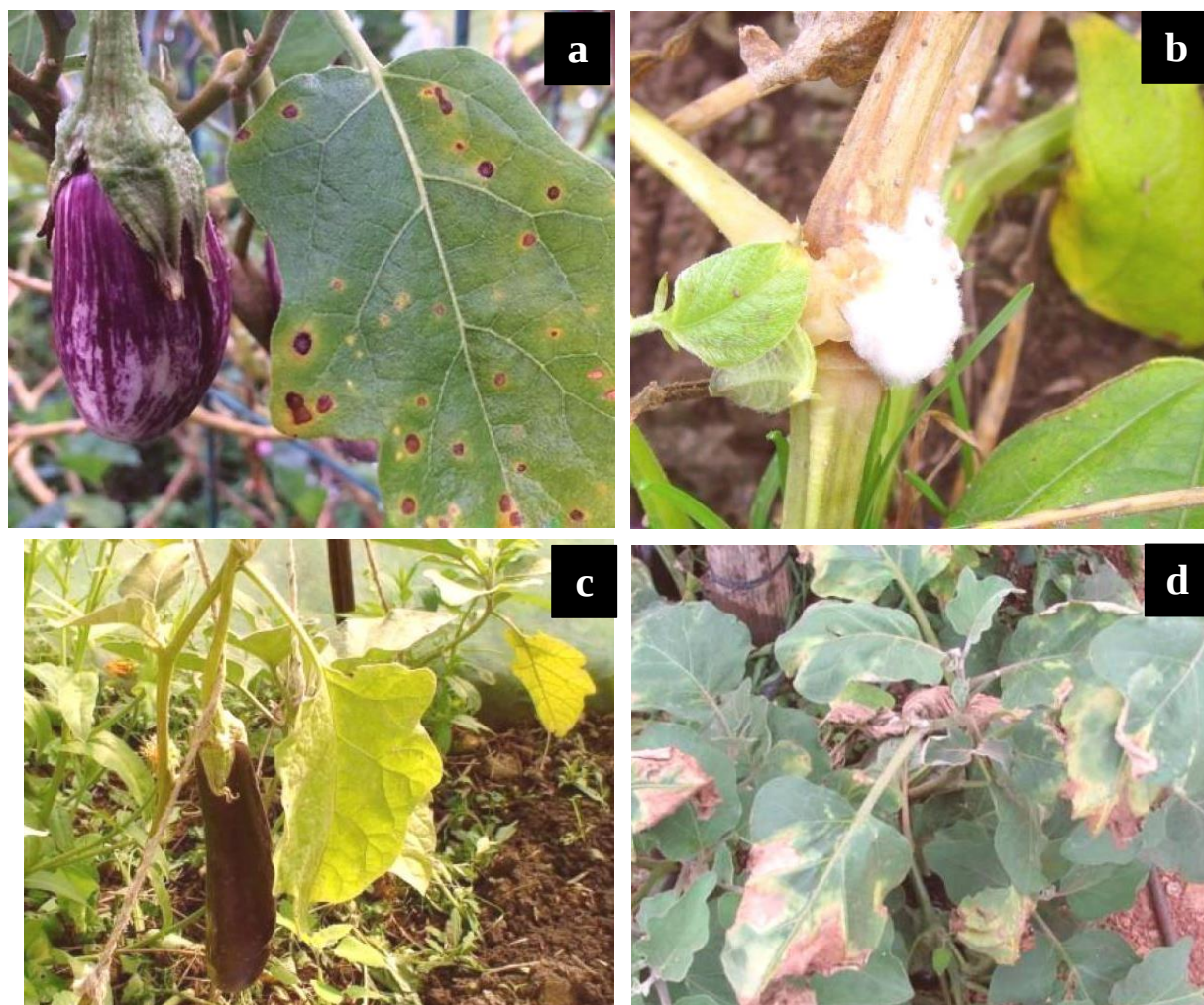


Figure 10 : Maladies de l'aubergine (AGROLIB, 2019)

a : Gale bactérienne. **b** : Pourriture blanche. **c** : Mosaïque du tabac (TMV). **d** : Mildiou.

La culture de l'aubergine peut être attaquée par plusieurs insectes et acariens (Tableau8 ; Fig. 11).

Tableau 8 : Principaux ravageurs de l'aubergine (Jones et *al.*, 2014).

Ravageurs	Espèces	Dégâts causés
Aleurodes (Hemiptera : Aleyrodidae)	<i>Aleurodicus dispersus</i> <i>Bemisia tabaci</i>	Elles peuvent transmettre certains phytovirus.
Pucerons (Hemiptera : Aphididae)	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Aulacorthum solani</i>	Les pucerons provoquent une déformation des feuilles quand ils sont en grand nombre.
Acariens (Acari : Tetranychidae)	<i>Tetranychus</i> spp.	Ils provoquent des taches et des stries ligneuses sur les fruits et une déformation des feuilles.



Figure 11 : Ravageurs de l'aubergine (AGROLIB, 2019 ; Shankara et *al.*, 2005)
a : Thrips. **b :** Acariens. **c :** *Aulacorthum. solani* . **d :** *Macrosiphum euphorbiae*.

2. Généralités sur les aphides

2.1. Systématique

Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hemiptera, au sous-ordre des Sternorrhyncha et à la super-famille des Aphidoidea (Podsiadlowski, 2016 ; Favret, 2017). La faune mondiale connue a récemment atteint un total de 5000 espèces placées dans 510 genres (Favret, 2017 ; Blackman et Eastop 2020). La phylogénie de cette super-famille est représentée dans la figure 12, est divisée en trois familles : Phylloxeridae, Adelgidae et Aphididae dont la dernière famille est la plus importante pour l'agriculture (Turpeau et *al.*, 2010).

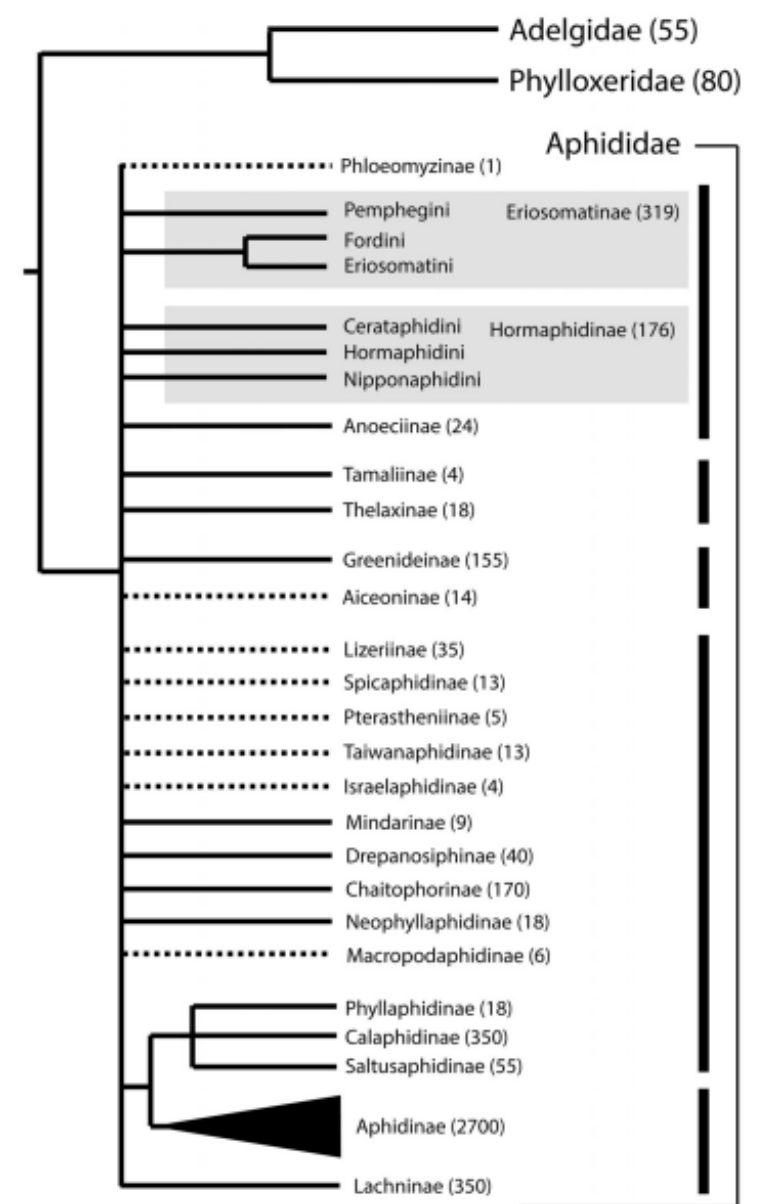


Figure 12 : Phylogénie des Aphidoidea (Podsiadlowski, 2016)

Le chiffre entre parenthèse désigne le nombre d'espèce

2.2. Importance de la famille des Aphididae

Les aphides sont regroupés dans la famille des Aphididae. Dans le monde, plus de 450 espèces sont identifiées sur des plantes cultivées (Blackman et Eastop, 2006). Cette famille est composée de 23 sous-familles (Remaudière et Remaudière, 1997 ; Podsiadlowski, 2016). La sous-famille des Aphidinae représente entre 2700 et 2900 espèces, avec plus de 177 genres (Blackman et Eastop, 2007 ; Podsiadlowski, 2016). D'après Blackman et Eastop (2020), le genre *Aphis* est le plus important avec plus de 500 espèces. Il représente plus de 10% des Aphididae distribués dans toutes les régions du monde (Cœur d'acier et *al.*, 2010).

2.3. Description morphologique

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, avec des antennes composées de 3 à 6 articles. Le corps est en général de forme ovale composé de 3 parties : tête, thorax et abdomen.

2.3.1. Tête

La tête est immobile, possédant une paire d'antenne, des yeux composés et un rostre qui est constitué de stylets grâce auxquels le puceron perse les tissus des végétaux pour atteindre les vaisseaux du phloème de la plante pour sucer la sève (Agarwala, 2007).

2.3.2. Thorax

Le thorax est composé de trois paires de pattes et deux paires d'ailes chez la forme ailée (Fig. 13).

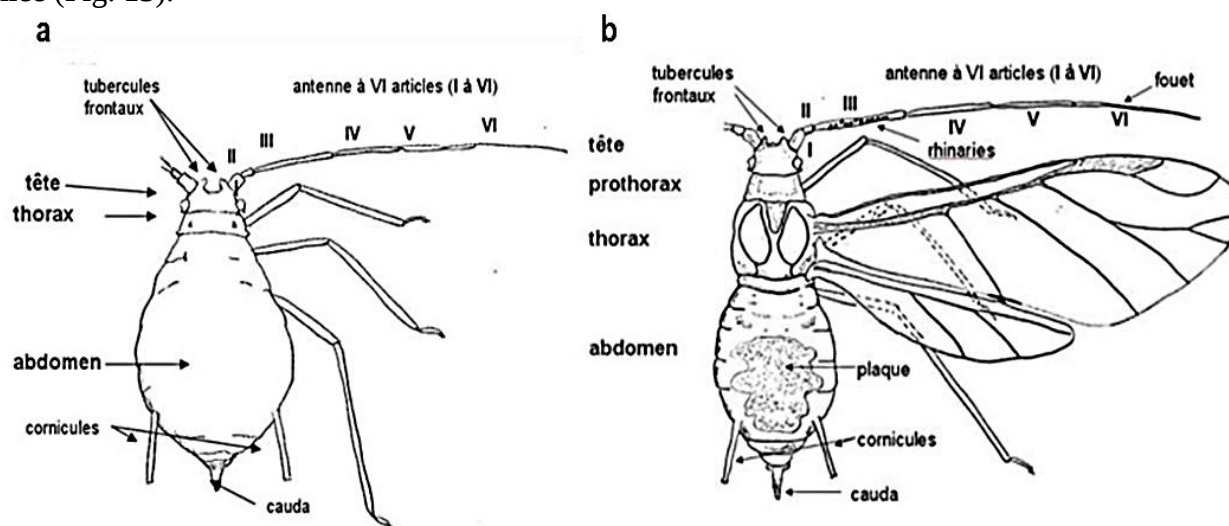


Figure 13 : Description morphologique d'un puceron (Turpeau et *al.*, 2010)

a : Puceron adulte aptère ; **b :** Puceron adulte ailé.

2.3.3. Abdomen

L'abdomen peut avoir une forme variable selon les espèces (allongée à ronde). Il porte dorsalement une paire de cornicules, dont le rôle est de sécréter des phéromones d'alarmes

(Fig. 14). Ces dernières provoquent un comportement d'agitation chez les pucerons voisins, qui engendre la dispersion, la chute voire la fuite (Verma et *al.*, 2016).

La longueur, la couleur, la forme et l'ornementation des cornicules varient en fonction des espèces (Hullé et *al.*, 1998 ; Turpeau et *al.*, 2010 ; Vilcinskas, 2016).

L'abdomen se termine par une cauda (queue), qui prend des couleurs et des formes différentes selon l'espèce. La cauda sert à l'épandage du miellat, liquide qui contient des quantités variables de sucres tirés de la plante hôte (Sabri et *al.*, 2013).



Figure 14 : Phéromone d'alarme sécrétée par *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe, 1841) (Originale, 2019) (zoom optique $\times 6$)

2.4. Cycle de vie

Le cycle de vie des pucerons est complexe et varie selon les espèces et les saisons (Blackman et Eastop, 1984 ; 2007 ; Dixon, 2012), avec une alternance entre des générations parthénogénétiques et d'autres sexuées (Dixon, 1987). Cette complexité est due probablement aux changements spectaculaires de la qualité des aliments durant les saisons (Michalik et *al.*, 2013 ; Hardie, 2017).

Il existe deux types de cycle chez les pucerons qui se basent sur le mode d'utilisation de la plante hôte. Certaines espèces de pucerons sont dites monoeciques et d'autres sont dites hétéroeciques ou dioeciques (Fraval, 2006 ; Turpeau et *al.*, 2010 ; Hardie, 2017). Selon Hardie (2017), les pucerons monoeciques se développent sur une seule plante hôte, alors que les pucerons hétéroeciques accomplissent leur cycle sur deux hôtes différents (Fig. 15). Ils passent l'hiver sur une espèce végétale ligneuse (hôte primaire). Au printemps, ils colonisent

les hôtes herbacées (hôte secondaire) sur lesquelles ils se développent jusqu'à l'été. Dès l'automne ils reviennent vers l'hôte primaire (Blackman et Eastop, 1984 ; Hardie, 2017).

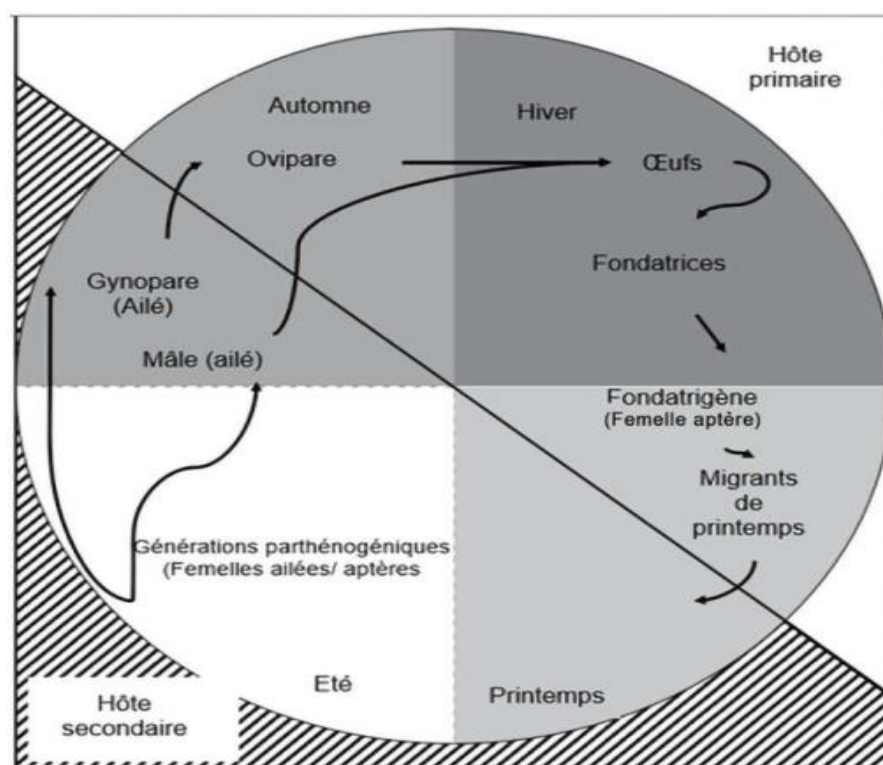


Figure 15 : Cycle de vie des pucerons hétéroéciques (Hardie, 2017)

La parthénogenèse, chez certaines espèces est interrompue par une reproduction sexuée. Ce type de cycle est appelé cycle holocyclique (Blackman et Eastop, 1984 ; Turpeau et *al.*, 2010 ; Michalik et *al.*, 2013 ; Hardie, 2017), où la reproduction entre les mâles andropares et les femelles gynopares, donne naissance à des œufs déposés sur la plante hôte primaire qui constituent des formes de résistance (Blackman et Eastop, 1984 ; Fraval, 2006 ; Hardie, 2017). À la fin de l'hiver, les œufs éclosent pour donner des femelles dites fondatrices composées uniquement par des adultes aptères qui se reproduisent par parthénogenèse thélytoque (Turpeau et *al.*, 2010 ; Hardie, 2017). Les générations parthénogénétiques se succèdent et présentent des formes adultes pouvant être aptères ou ailés. Les premiers assurent la multiplication et le développement rapide des colonies sur les plantes, et les seconds assurent la dispersion de l'espèce d'une plante hôte à une autre (Dixon, 2012). Les espèces anholocycliques se multiplient uniquement par parthénogenèse (Hardie, 2017). Toutefois, dans les régions avec des hivers moins rigoureux, et avec le réchauffement climatique, il est observé la disparition des cycles holocycliques qui laissent place à des

développements anholocycliques où uniquement des générations parthénogénétiques qui se succèdent (Blackman et Eastop, 2000).

2.5. Dégâts

D'après Cœur d'Acier et *al.* (2010), les dégâts causés par les pucerons peuvent être de deux natures, directs (prélèvement de sève), et indirects par la transmission des virus et dépôt du miellat sur les feuilles. Ces dégâts sont en fonction du nombre et de la durée de présence des aphides sur la plante et en fonction du degré de la sensibilité des plantes aux pucerons (Dedryver, 2010).

2.5.1. Dégâts directs

Lors de l'insertion des stylets, les pucerons perforent les feuilles et injectent une salive liquide dans les tissus végétaux. Cette action peut avoir des effets toxiques (Comeau, 1992), occasionnant des désordres physiologiques qui se traduisent par des dépigmentations des feuilles ou des fruits, des crispations, mais aussi la formation de galles (Forrest, 1987). Afin de satisfaire leurs besoins nutritifs, les pucerons créent des puits de carbohydrates et prélèvent de grandes quantités de sève, la croissance d'une plante peut être perturbée, lorsque celle-ci est très fortement infestée (Miles, 1989).

2.5.2. Dégâts indirects

Les pucerons s'alimentent exclusivement de sève qui est composée en grande partie d'eau, de protéines, de carbohydrates et de divers acides aminés libres dont les concentrations sont variables (Douglas, 1998 ; Karley et *al.*, 2003). Le miellat excrété par les pucerons est le résultat de l'alimentation de la sève phlométique qui a une teneur très élevée en sucre (Hoffmann, 2016) responsable du dépôt de la fumagine (Huang et *al.*, 1981). Cette dernière est un champignon qui forme une couche noire sur les feuilles, qui empêche la photosynthèse et déprécie aussi la qualité de la récolte (Roth, 1980).

Par ailleurs, les pucerons sont des vecteurs potentiels des virus (Fraval, 2006 ; Marchaux, 2008). Près de la moitié des virus phytopathogènes, sont inoculés par les pucerons (275 virus sur environ 600 virus) (Dedryver, 2010). 190 espèces de pucerons peuvent transmettre des virus aux plantes (Nault, 1997). Le puceron noir de la fève *A. fabae*, à lui seul, peut transmettre 30 maladies virales aux plantes (Blackman et Eastop, 2000) ; aussi le puceron vert du pêcher, *M. persicae*, peut transmettre plus de 100 maladies virales (Hullé et *al.*, 2020).

2.6. Mode de nutrition

Le choix de la plante hôte sur laquelle le puceron va s'alimenter sera déterminée, grâce à des stimuli visuels (Pettersson et *al.*, 2017), mais aussi par simulations mécaniques, chimiques et olfactifs (Pickett et *al.*, 2017). Les caractéristiques physico-chimiques de la surface de la plante, telle que la nature des composées volatiles et la texture peuvent être analysées avec l'extrémité du rostre (Powell et *al.*, 2006). De cette façon, ils peuvent aussi, détecter le contour des nervures, leur site d'alimentation privilégiée (Tjallingii, 2006).

Selon cet auteur, quatre phases d'alimentations peuvent être distinguées (Fig. 16). Dans un premier temps (1), le puceron fixe une goutte de salive dans le but de limiter la réaction de défense de la plante ; celle-ci est secrétée pour introduire ses stylets en traversant les cellules du parenchyme. Ensuite, il y a une salivation aqueuse lors des piqûres intercellulaires (2) et aussi dans les vaisseaux du phloème (3). La dernière étape (4) se produit lors de l'ingestion de la sève.

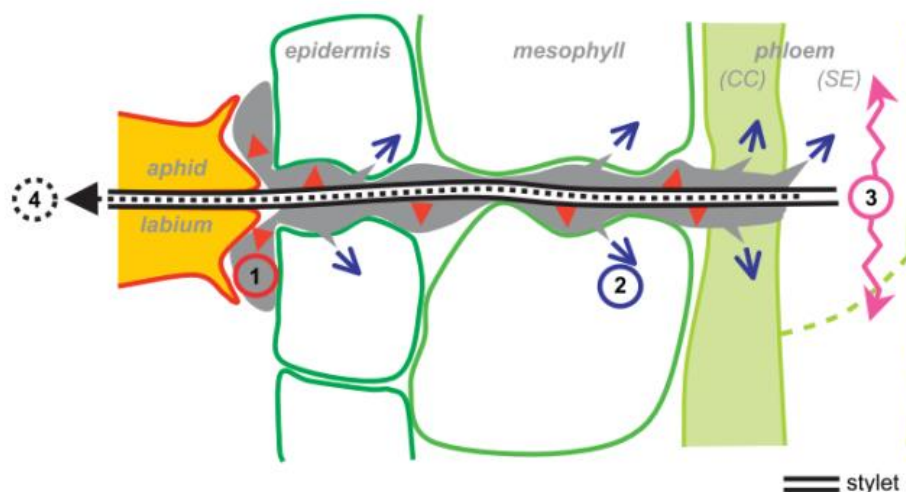


Figure 16 : Phase de salivation du puceron à l'intérieur de la plante (Tjallingii, 2006)

2.7. Défense des pucerons contre les ennemis naturels

Comme tout être vivant, les pucerons sont souvent soumis à des agressions multiples (prédateurs, parasitoïdes, maladies et champignons.) qui réduisent considérablement leurs populations (Blackman et Eastop, 1984 ; Hirose, 2006 ; Blackman et Eastop, 2007 ; Brodeur et *al.*, 2017). Plusieurs systèmes de protection ont été développés pour échapper à leurs ennemis naturels et plusieurs situations sont décrites :

2.7.1. Mutualisme entre les pucerons et les fourmis

Ce type d'interaction constitue l'un des principaux modèles de mutualisme les plus étudiés du règne animal (Nielsen et *al.*, 2010). Les pucerons fournissent aux fourmis une source alimentaire durable, abondante et appréciée : le miellat (Way, 1963 ; Dixon, 1985). En

échange du miellat, les fourmis défendent les aphides en agressant les prédateurs et les parasitoïdes (Völkl et *al.*, 2012). Plusieurs études ont montré qu'en présence des fourmis au sein des colonies aphidiennes, le taux de prédation est moins élevé (Müller et Godfray, 1999 ; Fischer et *al.*, 2001). Les fourmis peuvent également protéger les pucerons contre les agents pathogènes fongiques obligatoires (Nielsen et *al.*, 2010). Selon Hoffmann (2016), les fourmis du genre *Formica*, qui s'associent au puceron de l'asclépiade *Aphis asclepiadis* (Fitch, 1851), peuvent reconnaître et enlever les pucerons qui sont couverts ou tués par un champignon entomopathogène (*Pandora neoaphidis*). Les fourmis peuvent aussi réduire le risque dû aux parasitoïdes. Une étude réalisée en Europe centrale montre que sur 40 espèces de parasitoïdes attaquant les pucerons, 14 espèces peuvent être agressées par les fourmis (Völkl, 1997).

2.7.2. Bactéries endosymbiotiques secondaires

Les bactéries endosymbiotiques secondaires ont été récemment découvertes chez certaines espèces de pucerons qui les utilisent pour résister à leurs ennemis naturels permettant l'échec parasitaire (Cayetano et Vorburger, 2013 ; Olivier et *al.*, 2014).

Le puceron vert du pois *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) est le plus étudié car il héberge la bactérie facultative *Hamiltonella defensa* (Moran, 2005), responsable de la résistance contre le parasitoïde primaire *Aphidius ervi* (Haliday, 1833) (Oliver et *al.*, 2010 ; Asplen et *al.*, 2014).

Le puceron *A. fabae* est protégé par cette même espèce contre le parasitoïde primaire *Lysiphlebus fabarum* (Marshall, 1896) (Schmid et *al.*, 2004). Plusieurs chercheurs affirment que ces bactéries secondaires n'aident pas juste pour la protection contre les parasitoïdes, mais aussi jouent un rôle important dans la tolérance au stress thermique et dans la production de la phéromone d'alarme et fournit aussi des nutriments (Russell et *al.* 2003 ; Russell et Moran 2006 ; Burke et *al.*, 2009 ; Degnan et *al.*, 2009 ; Oliver et *al.*, 2010 ; 2014).

2.8. Lutte biologique contre les pucerons

2.8.1. Définition

La lutte biologique se définit comme une méthode de lutte contre un ravageur, à l'aide des organismes naturels antagonistes, tel qu'un prédateur, un parasitoïde ou un agent pathogène (virus, bactéries...) (Jourdhueil et *al.*, 1991). Le but de la lutte biologique est de réduire les pullulations d'un ravageur au-dessous d'un seuil d'intervention pour lequel les dommages sont économiquement acceptables (Jourdhueil et *al.*, 1991 ; Eilenberg et *al.*, 2001 ; Waage, 2004 ; Altieri et *al.*, 2005).

2.8.2. Types de lutte biologique

Il existe classiquement trois types de lutte biologique, ce sont la lutte biologique par introduction ou par acclimatation, la lutte biologique augmentative et la lutte biologique par conservation (Vincent et Coderre, 1992 ; Van Driesche et Bellows, 1996 ; Boivin, 2001 ; Altieri et *al.*, 2005 ; Winkler, 2005) :

2.8.2.1. Lutte biologique par introduction ou par acclimatation

Ce type de lutte biologique se base sur l'introduction des auxiliaires exotiques pour contrôler les ravageurs exotiques. Selon Pintureau (2009), la lutte biologique par introduction peut se pratiquer par des lâchers inoculatifs ou inondatifs selon le cas, s'il s'agit de lutter contre un ravageur introduit accidentellement sans ses ennemis naturels. Cette approche a été utilisée avec succès dans les champs ouverts (Winkler, 2005). Cette méthode a conduit à la réduction permanente de plus de 165 espèces de ravageurs dans le monde entier (Van Lenteren et Colazza, 2006).

2.8.2.2. Lutte biologique augmentative

Les auxiliaires exotiques ou indigènes sont périodiquement libérés à des périodes choisies, soit en inondant un champ avec un grand nombre d'individus sans que l'établissement et la reproduction de ceux-ci soient visés (lutte biologique inondative), soit en inoculant de relatives faibles quantités d'auxiliaires qui doivent s'établir, se multiplier et coloniser une zone donnée et c'est donc leur descendance qui sera efficace (lutte biologique inoculative). Cependant, d'après Winkler (2005), cet établissement n'est généralement pas permanent et des introductions doivent être faites une ou plusieurs fois par saison. Cette méthode est souvent employée dans des systèmes agricoles fermés telle que les serres.

2.8.2.3. Lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation tend à manipuler l'habitat afin d'augmenter l'impact des auxiliaires déjà présents dans la culture, en réduisant au minimum l'utilisation des pesticides et en fournissant les ressources écologiques principales ou infrastructures écologiques. Selon Boller et *al.* (2004), l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) définit l'Infrastructure écologique comme « toute infrastructure, dans un rayon d'environ 150 m, ou dans une ferme qui a une valeur écologique, telle que la prairie, la haie, la bande florale, etc... » et son utilisation judicieuse augmente la biodiversité fonctionnelle de la ferme.

2.9. Ennemis naturels des pucerons

Les principaux ennemis naturels des pucerons sont les prédateurs et les parasitoïdes, souvent appelés aphidiphages (Völkl et *al.*, 2007).

2.9.1. Prédateurs

Les prédateurs jouent un rôle important dans la réduction des populations aphidiennes, puisqu'ils tuent et se nourrissent de leurs proies (Völkl et *al.*, 2009). Les prédateurs appartiennent à plusieurs ordres et familles, les plus importants sont les Coleoptera (Coccinellidae), les Diptera (Syrphidae), les Neuroptera (Chrysopidae), les Hemiptera et les Dermaptera (Hullé et *al.*, 2020). Les stades larvaires et adultes sont prédateurs, chez la famille des Coccinellidae et chez les punaises, tandis que, chez d'autres familles telles que les Syrphidae, les Chrysopidae et les Cecidomyiidae seules les larves sont prédatrices, les adultes sont par contre floricoles (Brodeur et *al.*, 2017).

2.9.2. Parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des insectes dont les larves peuvent se développer dans leurs hôtes (endoparasitoïdes) ou sur leurs hôtes (ecotoparasitoïdes), tandis que l'adulte vit librement en se nourrissant de nectar, de pollen et de miellat (Hare et Weseloh, 2009). Les parasitoïdes sont koinobiontes lorsque l'hôte n'est pas tué au moment de la ponte, et dans le cas contraire, ils sont dits idionobiontes (Stary, 1970). Les parasitoïdes existent dans deux ordres, le plus important est l'ordre des Hymenoptera, qui comporte les parasitoïdes primaires appartenant à la famille des Aphelinidae et des Braconidae, et les parasitoïdes secondaires et tertiaire appelés aussi les hyper-parasitoïdes qui se répartissent dans cinq familles (Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae, Megaspilidae, Charipidae) (Hullé et *al.*, 2020).

2.9.2.1. Parasitoïdes primaires

Seuls trois genres appartenant à la famille des Aphelinidae, peuvent parasiter les pucerons, ce sont *Aphelinus*, *Protasphelinus* et *Encarsia* (Evans et *al.*, 1997 ; Hullé et *al.*, 2020). Dans la famille des Braconidae, la sous-famille des Aphidiinae comporte le plus grand nombre d'espèces de parasitoïdes de pucerons (Hullé et *al.*, 2020). Elle regroupe 50 genres et plus de 600 espèces décrites au monde (Dolphin et Quincke, 2001 ; Van Emden et Harrington, 2007). Il y a des espèces oligophages qui exploitent un nombre limité d'espèces hôtes et d'autres sont polyphages (exploitent un spectre d'hôtes plus large) (Kavallieratos et *al.*, 2004). Toutes les espèces sont koinobiontes, endoparasitoïdes, solitaires obligatoires des pucerons (Stary, 1970).

A l'exception de quelques espèces thélytoques, le mode de reproduction chez les parasitoïdes primaires est de type parthénogenèse arrhénotoque. Après une exploration antennaire du puceron, la femelle courbe son abdomen au-dessous de son thorax et l'allonge entre ses pattes afin d'introduire son ovipositeur dans l'hôte et d'y déposer un œuf dans l'hémolymphe du puceron (Fig.17a). Les œufs pondus par les femelles non fécondées donnent des mâles (haploïdes), tandis que les œufs fécondés donnent des femelles (diploïdes) (Starý, 1970 ; Le Ralec, 1991). Durant le développement larvaire, le parasitoïde consomme progressivement les tissus internes du puceron (Dion, 2011). Une fois le développement achevé, environ 10 jours, la larve tisse son cocon à l'intérieur de l'hôte et se transforme en nymphe (Fig. 17b). Après 3 jours de développement, un adulte émerge en pratiquant une ouverture circulaire sur la partie dorsale de la momie. Le cycle complet de l'oviposition à l'émergence de l'adulte dure en moyenne 13 jours à 20°C (Hagvar et Hofsvang, 1991 *in* Dion, 2011).

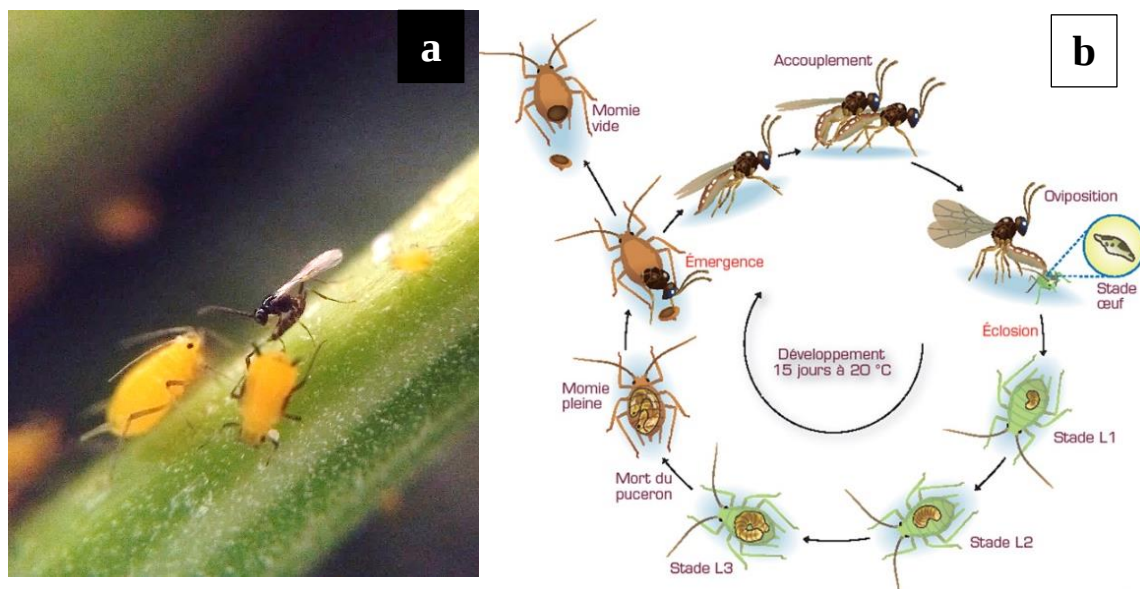


Figure 17 : Parasitoïde primaire des pucerons

a : Introduire de l'ovipositeur dans l'hôte (Originale, 2020) (Zoom optique $\times 6$) . **b :** Cycle biologique d'un parasitoïde primaire (Turpeau et *al.*, 2010)

2.9.2.2. Parasitoïdes secondaires ou hyper-parasitoïdes

Les hyper-parasitoïdes sont des parasitoïdes secondaires qui occupent un niveau trophique supérieur à celui des parasitoïdes primaires (Sullivan, 1987 ; Leblanc, 2016). Ils peuvent être ecto-hyper-parasitoïdes idiobiontes ou des endo-hyper-parasitoïdes koïnobiontes. Parmi la première catégorie figurent les espèces des genres *Asaphes*, *Pachyneuron*, *Coruna* et *Euneura* (Chalcidoidea: Pteromalidae), de même que le genre *Dendrocercus* (Ceraphronoidea: Megaspilidae). Parmi les endo-hyper-parasitoïdes koïnobiontes, il y a les genres *Alloxysta*,

Phaenoglyphis et *Lytoxysta* de la sous-famille des Alloxystinae (Cynipoidea : Charipidae) de même que le genre *Syrphophagus* (Encyrtidae) (Sullivan et Völkl, 1999). Généralement, la spécificité parasitaire est plus forte chez les endo-hyper-parasitoïdes que chez les ecto-hyper-parasitoïdes (Brodeur et Rosenheim, 2000).

Chapitre II

Présentation des régions d'étude

Dans ce chapitre, nous présenterons quelques aspects des régions d'étude, leur présentation géographique et leurs caractéristiques climatiques, floristiques et faunistiques.

1. Situation géographique des régions d'étude

La présente étude est réalisée dans les wilayas de Tizi-Ouzou et de Boumerdès, qui se situent au nord de l'Algérie (Fig. 18).

La wilaya de Tizi-Ouzou occupe une superficie de 2958 km², elle est limitée par la mer méditerranéenne au nord, par la wilaya de Boumerdès à l'ouest, par la wilaya de Bouira au sud, et à l'est par la wilaya de Béjaïa.

La wilaya de Boumerdès occupe une superficie de 1456 km², elle est délimitée au nord par la mer méditerranéenne, au sud par la wilaya de Bouira, à l'est par la wilaya de Tizi-Ouzou et à l'ouest par les wilayas de Blida et d'Alger.

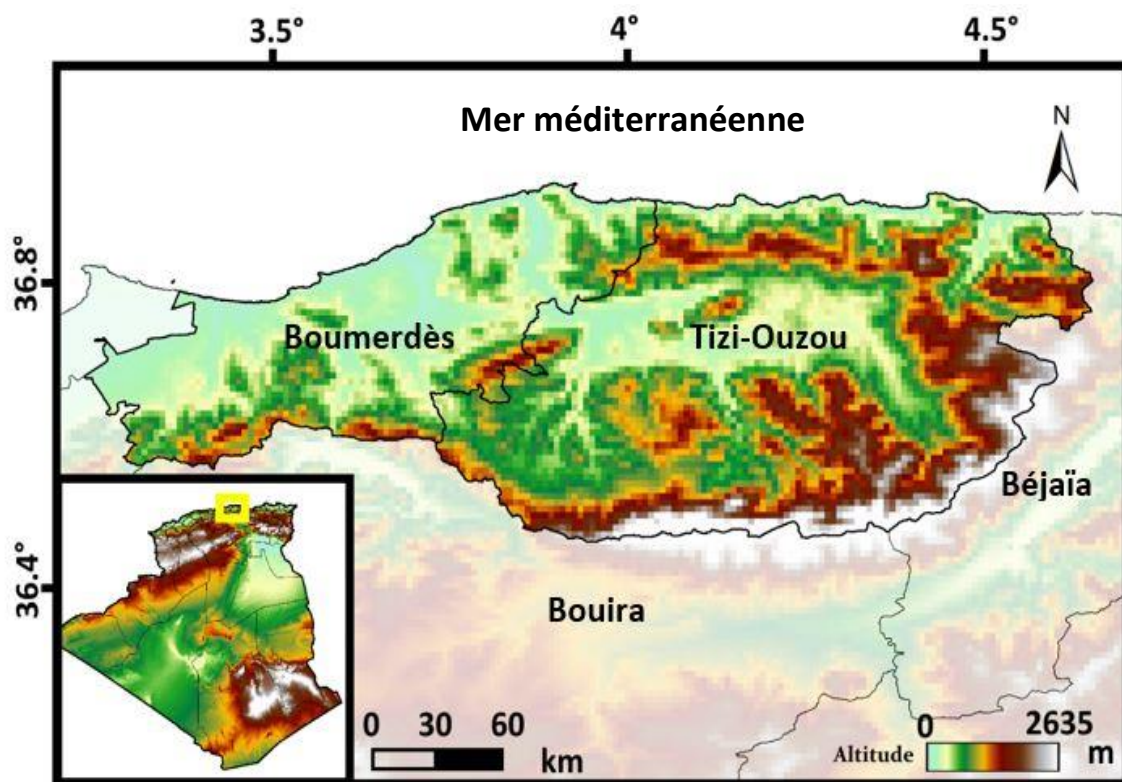


Figure 18 : Situation géographique des deux régions d'étude (Originale, Arcgis10.7, 2021)

2. Caractéristiques climatiques

Le climat est un facteur important qui joue un rôle essentiel dans la répartition de la faune et de la flore (Yoccoze et *al.*, 2010). Brodeur et *al.* (2013), rapportent que le climat détermine les interactions entre les plantes, les insectes nuisibles et leurs ennemis naturels. Il agit également sur le nombre de générations annuelles, la distribution géographique ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles (Hufty, 2001). Le

climat affecte les espèces animales directement, soit en modifiant leur comportement, leur reproduction ou leur phénologie, ou indirectement, par des changements dans leurs interactions avec d'autres espèces (Tylianakis et *al.*, 2008 ; Rosenblatt et Schmitz, 2014). Il dépend de nombreux facteurs tels que la température, les précipitations, l'humidité relative et le vent (Faurie et *al.*, 2006).

Les données climatiques recueillies durant les trois années d'étude de la région de Tizi-Ouzou proviennent de la station météorologique de Boukhalfa relevant de l'Office Nationale de Météorologie (O.N.M.). Concernant les données climatiques des deux années d'étude dans la région de Boumerdès, elles proviennent de la station météorologique de Dellys relevant de l'Office Nationale de Météorologie (O.N.M.).

2.1. Température

La température est un facteur déterminant le comportement et la physiologie des insectes (Dajoz, 2007). D'après Bale et *al.* (2008), la température représente un facteur dominant affectant les phytophages. Chez les pucerons, elle détermine la durée de vie totale, la durée de la reproduction et la fécondité des femelles (Collier et Fuich, 2007). Il a été démontré aussi que lorsque la température augmente (de 3°C à 25°C), le développement et la reproduction des pucerons augmentent également (Kuo et *al.*, 2006), tandis que les basses températures ralentissent le développement et empêchent la croissance des pucerons (Van Emdent et Harrington, 2017).

Il a été démontré également que ce sont les sèmes hivernales et printanières qui définissent l'importance et la date de l'infestation des cultures par les pucerons adultes ailés au printemps (Harrington et *al.*, 2007). Par ailleurs, la température a des effets considérables sur l'activité des pucerons vecteurs des virus (Katis et *al.*, 2007). Aussi, l'augmentation des températures peuvent découpler les mutualismes entre pucerons et fourmis (Barton et Ives, 2014).

Les températures moyennes mensuelles, ainsi que les températures moyennes mensuelles minimales et maximales enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou durant les 3 années d'étude sont représentées dans les figures 19, 20 et 21.

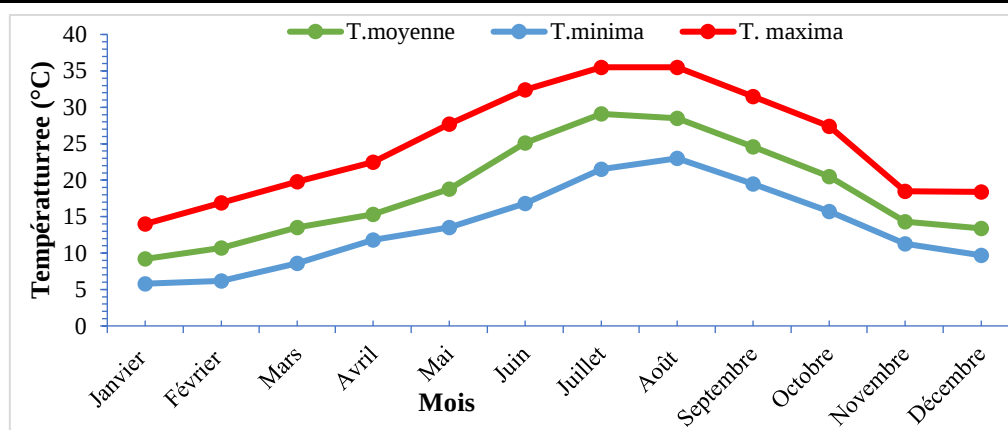


Figure 19 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2019 (O.N.M.Boukhalfa, 2021)

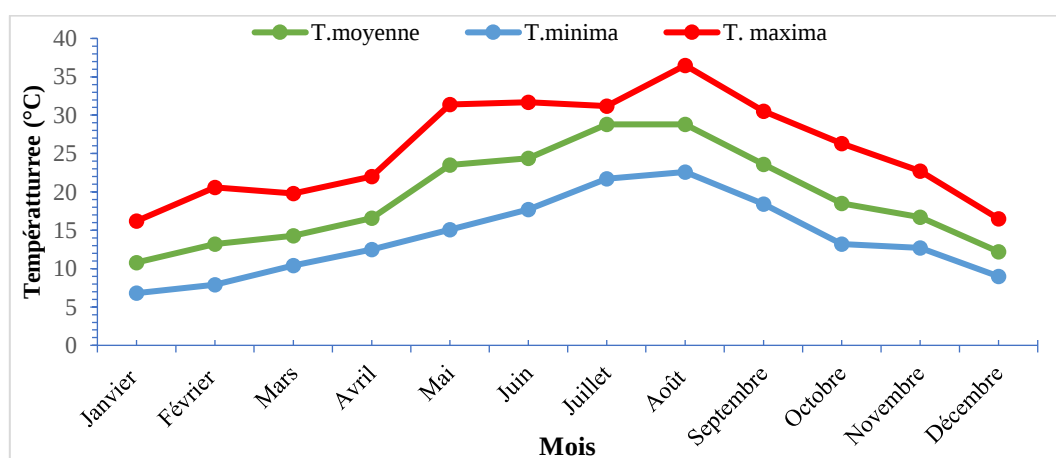


Figure 20 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2020 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)

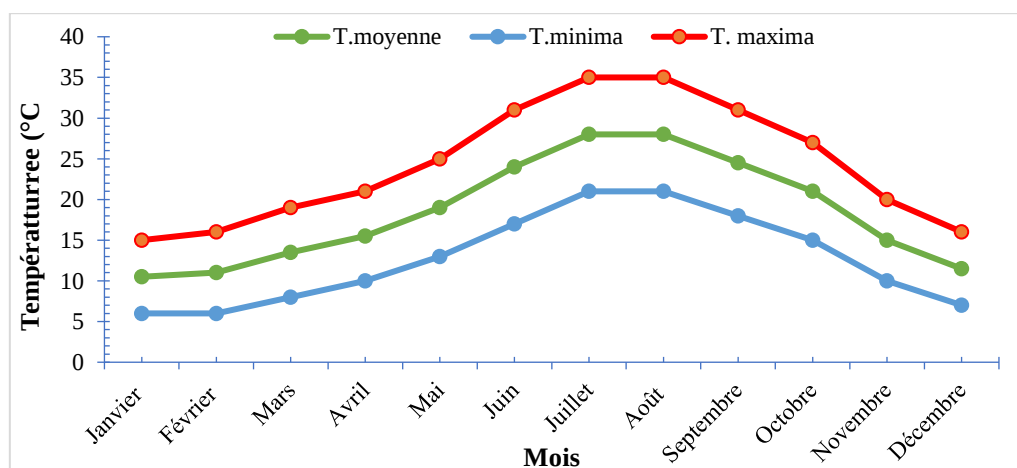


Figure 21 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou, montrent que le mois le plus chaud en 2019 et en 2020, c'est le mois de juillet avec une température moyenne mensuelle de 29,1°C et 31,4°C respectivement. Les mois les plus

chauds en 2021, sont le mois de juillet et le mois d'août avec une température moyenne mensuelle de 28°C.

Le mois le plus froid, en 2019, 2020 et 2021, est le mois de janvier avec une moyenne de température de 9,2°C, 10,8°C et 10,5°C respectivement (Fig. 19 ; 20 et 21).

Les températures moyennes, ainsi que les températures minimales et maximales enregistrées dans la région de Boumerdès durant les deux années d'étude sont représentées dans les figures 22 et 23.

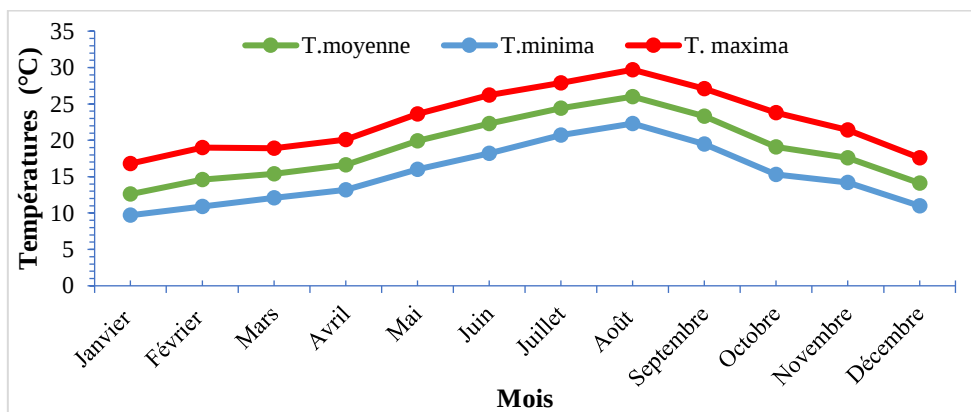


Figure 22 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Boumerdès durant l'année 2020 (O.N.M. Dellys, 2021)

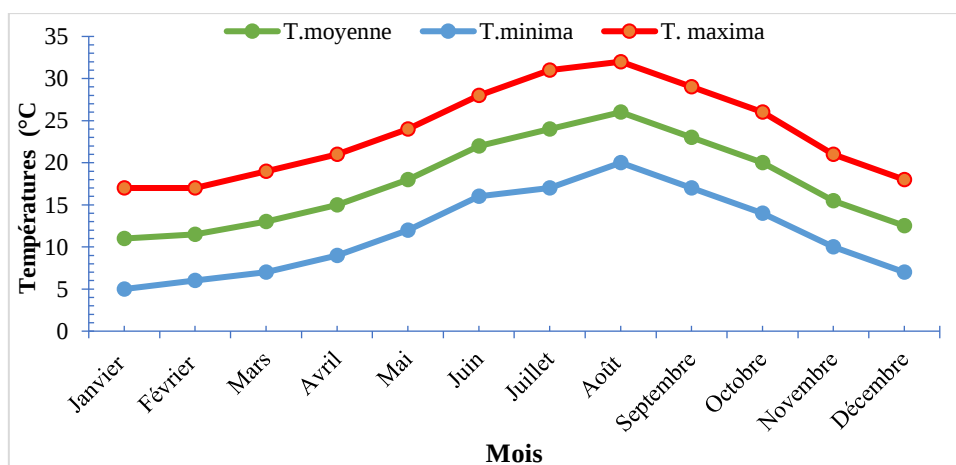


Figure 23 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Boumerdès durant l'année 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)

Les valeurs des températures moyennes enregistrées dans la région de Boumerdès, montrent que le mois le plus chaud en 2020 et en 2021 est le mois d'août avec une température moyenne mensuelle de 26°C. Le mois le plus froid, en 2020 et 2021, est le mois de janvier avec une température mensuelle de 12,6° et 11°C respectivement (Fig. 22 ; Fig. 23).

2.2. Précipitations

Selon Ramade (2003), les précipitations signifient la quantité totale des pluies, neiges et grêles recueillis par unité de surface. Les fortes pluies, peuvent réduire la propagation des phytovirus ainsi que le nombre des populations aphidiennes (Wallin et Loonan, 1971 cités par Katis et *al.*, 2007). L'abondance et la violence des précipitations empêchent le déplacement des pucerons et peuvent entraîner leur mort par noyade (Leclant, 1970).

Les valeurs des précipitations moyennes mensuelles exprimées en mm enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 sont illustrées dans la figure 24.

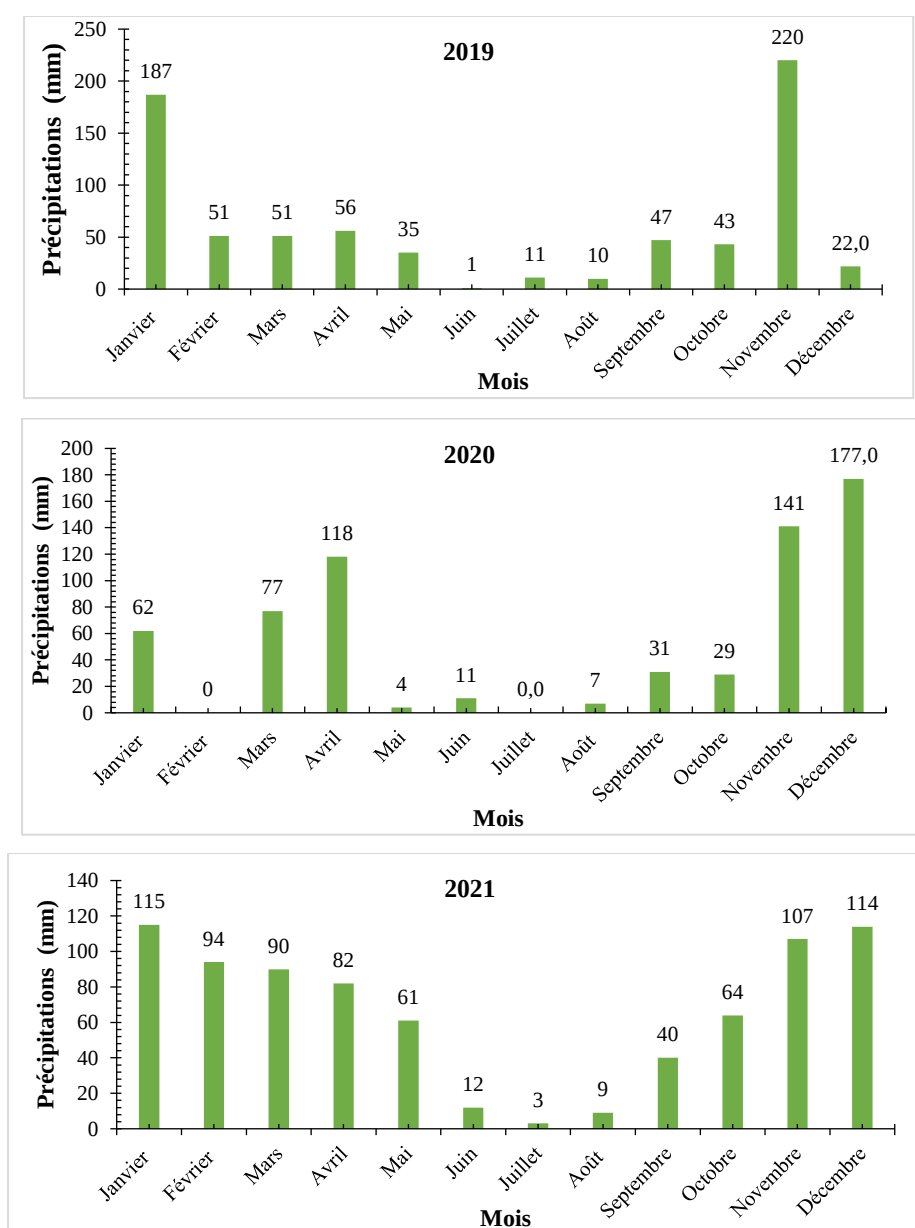


Figure 24 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)

D'après les données présentées dans la figure 24, le mois le plus pluvieux en 2019 est celui de novembre avec une quantité de pluie de 220 mm. Le mois le moins pluvieux est celui du mois de juin avec une quantité de pluie de 1 mm. En 2020, une grande quantité de pluie est enregistrée au mois de décembre avec une valeur de 177 mm et les mois les moins pluvieux sont ceux de février et juillet avec une pluviométrie de 0 mm (Fig. 24). En 2021, une grande quantité de pluie est enregistrée au mois de janvier avec une valeur de 115 mm. Une très faible quantité de pluie est notée au mois de juillet avec seulement 3mm.

Les valeurs des précipitations moyennes mensuelles exprimées en mm enregistrées dans la région de Boumerdès durant les deux années 2020 et 2021 sont illustrées dans la figure 25.

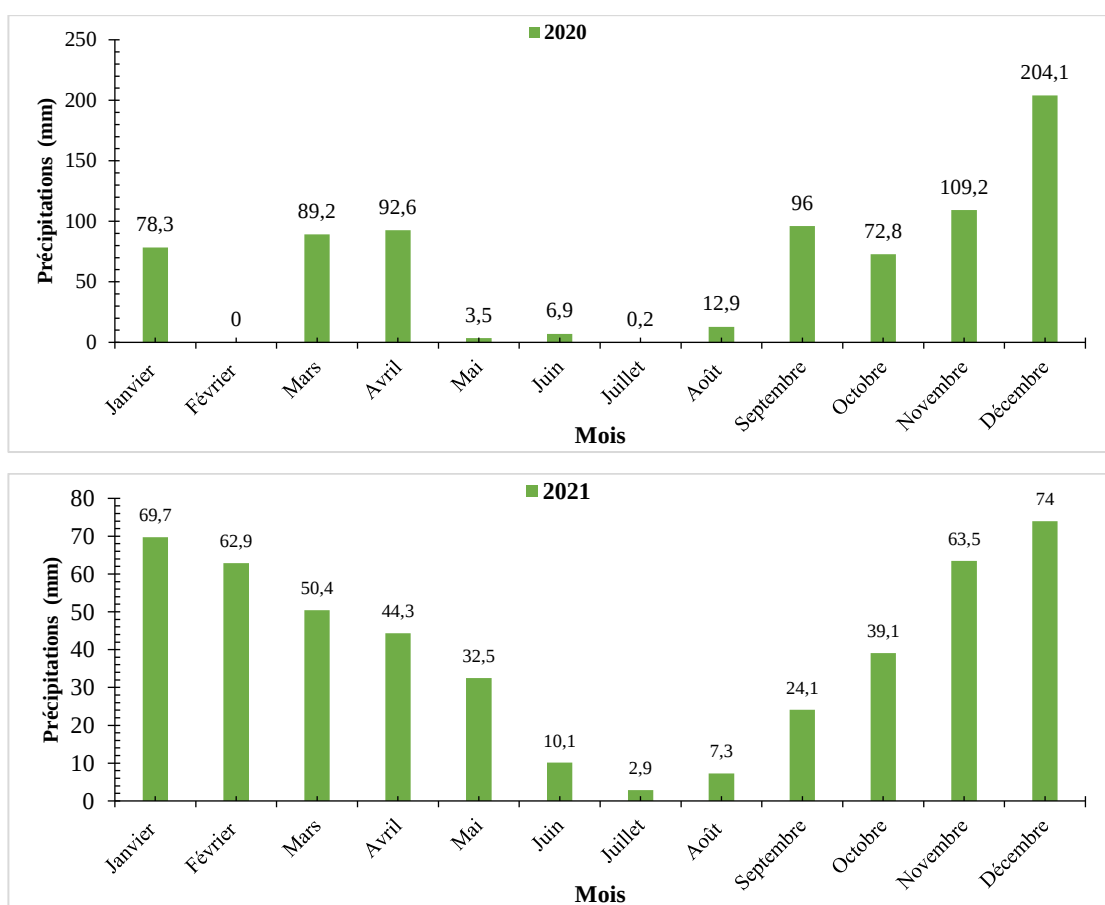


Figure 25 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Boumerdès durant les années 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)

D'après les données présentées dans la figure 25, le mois le plus pluvieux en 2020 est celui de décembre avec une quantité de pluie de 204,1 mm. Une très faible quantité de pluie (0,2 mm) est notée au mois de juillet. En 2021, la forte quantité de pluie est enregistrée au mois de décembre avec une valeur de 74 mm et le mois le moins pluvieux est celui de juillet avec une pluviométrie de seulement 2,9 mm.

2.3. Humidité relative de l'air

D'après Dajoz (1985), l'humidité de l'air a une influence directe sur la vitesse de développement, la longévité et le comportement des espèces. À une certaine limite, elle peut même agir sur la fécondité (Leather, 1985) ainsi que sur le vol des pucerons (Zhang et *al.*, 2008). En occurrence, l'humidité peut affecter indirectement les pullulations des pucerons, par le fait, qu'elle favorise le développement des champignons entomopathogènes (Völkl et *al.*, 2007).

Les valeurs de l'humidité moyenne mensuelle enregistrées durant les trois années 2019, 2020 et 2021 dans la région de Tizi-Ouzou sont représentées dans la figure 26.



Figure 26 : Humidité relative de la région de Tizi-Ouzou durant les années 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021)

Les données présentées dans la figure 26, montrent qu'en 2019, le mois de janvier est le plus humide avec une valeur de 84%, contrairement au mois de juillet considéré comme le moins humide ou le plus sec avec seulement 55%. En 2020, le mois le plus humide est le mois de décembre avec 81%. Les mois de juillet et août sont les mois les moins humides avec 53%. En 2021, le mois de janvier est le plus humide avec 78%. Le mois de juillet est considéré comme le moins humide avec 51%.

Les valeurs de l'humidité moyenne mensuelle enregistrées durant les deux années 2020 et 2021 dans la région de Boumerdès sont représentées dans la figure 27.

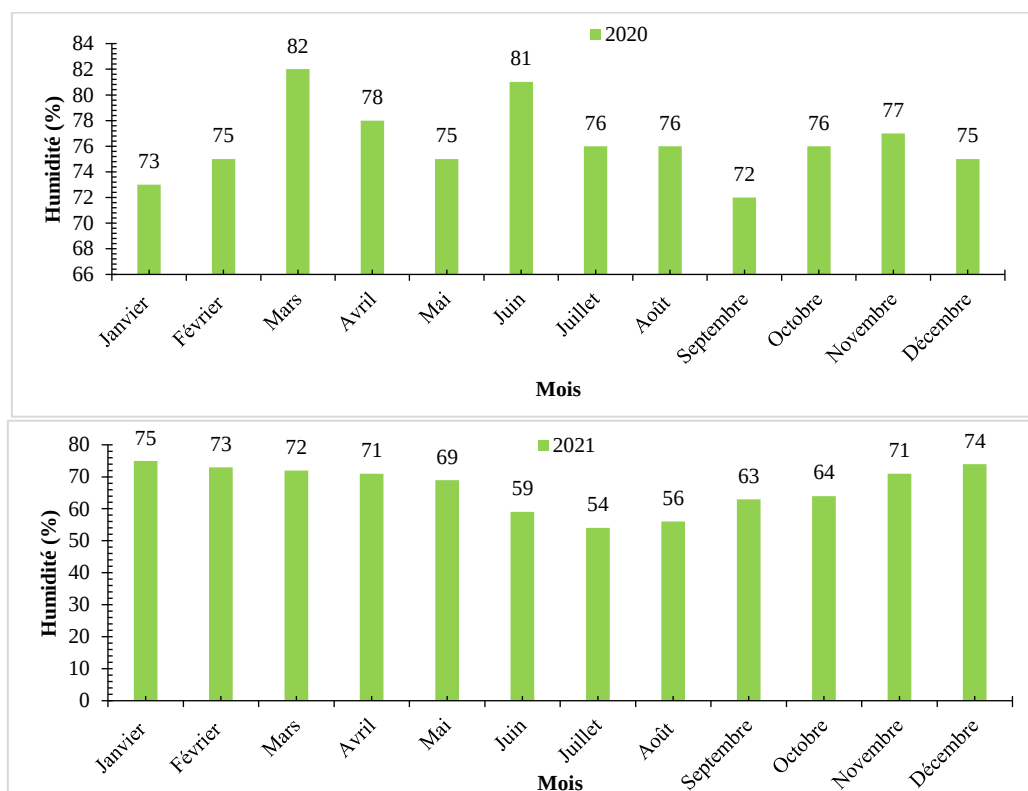


Figure 27 : Humidité relative de la région de Boumerdès durant les années 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021)

Les données présentées dans la figure 27 montrent qu'en 2020, le mois de mars est le plus humide avec une valeur de 82%, contrairement au mois de septembre considéré comme le moins humide avec une valeur de 72%. En 2021, le mois de janvier est le plus humide avec 75%. Le mois de juillet est considéré comme le moins humide avec 54%.

2.4.Vent

Dans certains biotopes, le vent constitue l'un des facteurs limitants, sous son influence, la végétation peut être limitée (Dajoz, 1985). Les mouvements de l'air déterminent le déplacement et la trajectoire des petits insectes (Schowalter, 2006), y compris les aphides

(Tamaki et Smith, 1972). Les pucerons sont parmi les insectes qui peuvent être transportés par le vent sur de longues distances (Pettersson et *al.*, 2017). Ils peuvent parcourir jusqu'à 2,7 km par heure (Kennedy et Thomas, 1974). Cependant, les ailés retardent leurs premiers vols lorsque la vitesse du vent est élevée (Irwin et *al.*, 2007) et par conséquent la transmission des phytovirus sera également affectée (Katis et *al.*, 2007).

Le vent est un des éléments le plus caractéristique du climat, la sensation de chaleur éprouvée dépend dans une large mesure de sa force. Il est influencé par les conditions topographiques locales et permet aux insectes de se déplacer sur de grandes étendues. Sa force est estimée d'après une échelle télégraphique dans les degrés sont les suivants : 0 : vent calme, 1-2 vent faible ; 3-4 vent modéré ; 5-6 vent assez fort ; 7-8 vent fort et 9 vent violent (Seltzer, 1946).

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) enregistrées au niveau de la région de Tizi-Ouzou sont présentées dans le tableau 9, et celles enregistrées dans la région de Boumerdès sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 9 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Tizi-Ouzou couvrant la période d'étude en 2019, 2020 et 2021 (O.N.M. Boukhalfa, 2021).

Mois Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2019	1,5	1,2	1,7	1,9	1,5	2,8	2,5	2,2	1,7	1,6	1,9	1,6
2020	0,8	1,1	2,1	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	1,9	1,8	0,2	2,1
2021	4,4	4,4	3,8	3,8	3,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6	4,1	4,2

Durant les trois années d'étude (2019, 2020 et 2021), les vitesses moyennes mensuelles du vent enregistrées au niveau de la région de Tizi-Ouzou sont comprises entre 0,8 m/s et 4,4 m/s (Tableau 9). La vitesse du vent la plus importante est enregistrée au mois de juin, pour l'année 2019 avec une vitesse de 2,8 m/s, par contre en 2020, la forte valeur est enregistrée au mois de juillet avec une vitesse de 2,3 m/s. En 2021, la forte valeur est enregistrée en janvier et février avec une vitesse de 4,4 m/s.

Tableau 10 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Boumerdès couvrant la période d'étude en 2020 et 2021 (O.N.M. Dellys, 2021).

Mois Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2020	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
2021	4,4	4,4	3,8	3,8	3,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6	4,1	4,5

Durant les deux années d'étude 2020 et 2021, les vitesses moyennes mensuelles du vent enregistrées au niveau de la région de Boumerdès sont comprises entre 3 m/s et 4,5 m/s (Tableau 10). La valeur la plus forte est notée au mois de décembre, pour les deux années 2020 et 2021 avec une vitesse de 4 m/s et de 4,5 m/s respectivement.

3. Synthèse climatique

La synthèse climatique repose sur le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) qui consiste à déterminer la période sèche et la période humide. La localisation des régions selon l'étage bioclimatique se fait grâce au climagramme pluviothermique d'Emberger.

3.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen définit les périodes sèches (Muttin, 1977). Il permet de faire une présentation classique du climat pour une région déterminée (Dajoz, 2000). Selon Bagnouls et Gaussen (1953), le mois sec est le mois de l'année où les précipitations exprimées en mm, sont inférieures ou égales au double de la température moyenne, exprimée en degré Celsius. La relation entre ces deux paramètres est la suivante :

$$P \leq 2T.$$

P : Précipitations moyennes mensuelles en mm.

T : Températures moyennes mensuelles en degré Celsius.

Le diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou est illustré dans la figure 28.

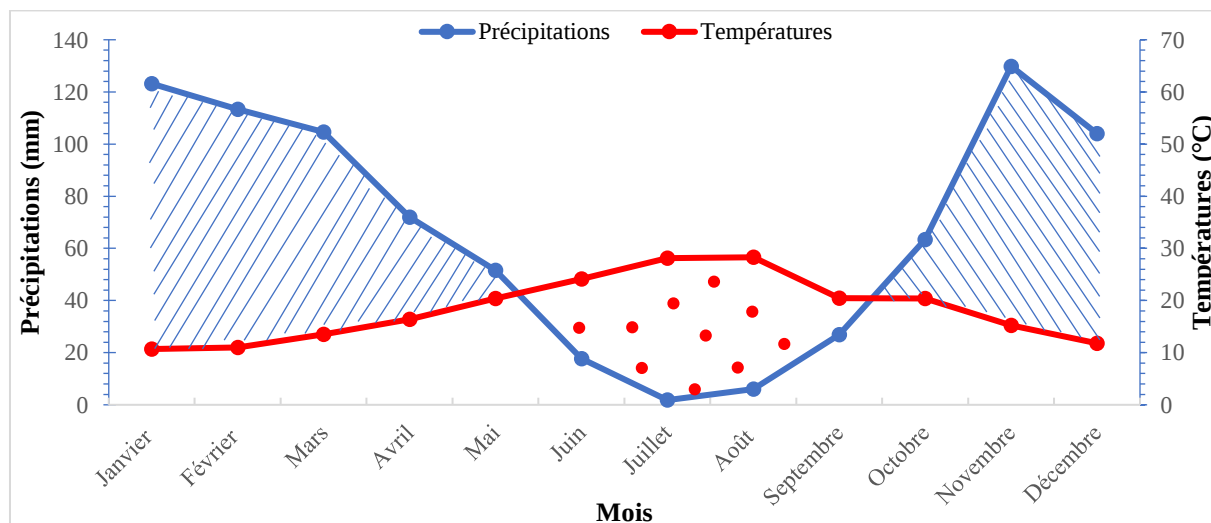


Figure 28 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans (2010-2020)

Le croisement des deux courbes correspond à la durée de la période sèche. De ce fait, la période sèche caractéristique de la région de Tizi-Ouzou s'étend sur quatre mois, de la fin de mai à la fin du mois de septembre. La période humide s'étend sur huit mois, allant de la fin septembre jusqu'à la fin mai (Fig. 28).

Le diagramme ombrothermique de la région de Boumerdès est illustré dans la figure 29. Le croisement des deux courbes correspond à la durée de la période sèche. La période sèche caractéristique de cette région s'étend sur quatre mois, du mois de mai au mois de septembre. La période humide s'étend sur huit mois, allant du mois de septembre au mois de mai (Fig. 29).

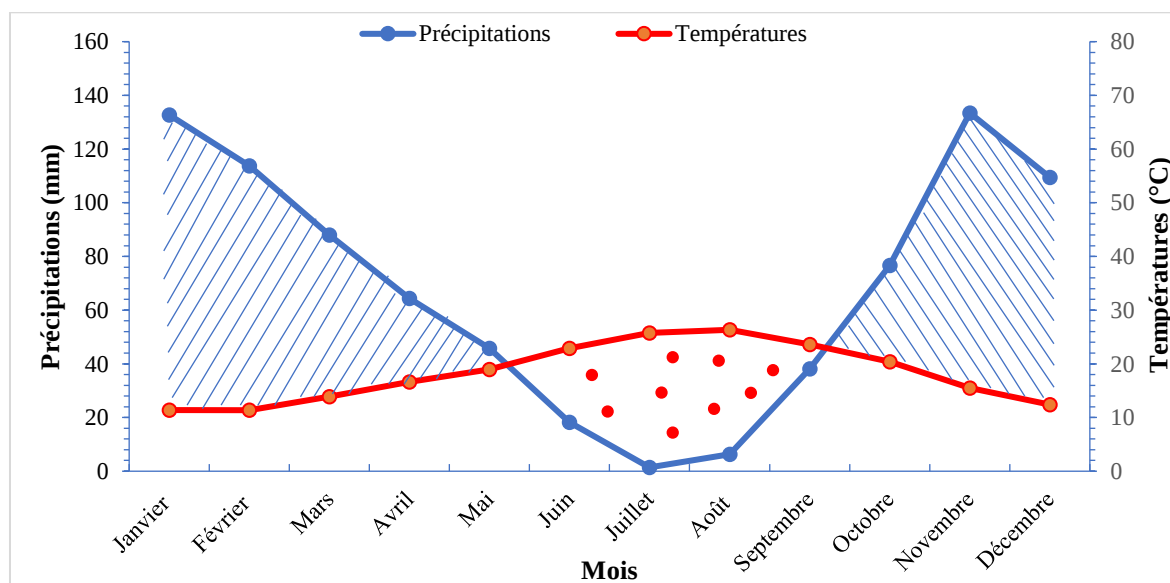


Figure 29 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Boumerdès sur 10 ans (2010-2020)

3.2.Climagramme d'Emberger

Selon Dajoz (2000), le climagramme d'Emberger permet de classer les différents types du climat. Il définit un quotient pluviométrique qui aide à définir les nuances du climat méditerranéen.

La formule du quotient pluviométrique d'Emberger modifiée par Stewart (1969 in Benoufella-Kitous, 2015) est comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \times P / M - m$$

P : Précipitations moyennes annuelles en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Celsius.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degré Celsius.

3,43 : k (coefficient de Stewart établi pour l'Algérie et le Maroc).

Pour la région de Tizi-Ouzou :

$P = 814,23 \text{ mm}$; $M = 36,09 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $m = 6,16 \text{ }^{\circ}\text{C}$; D'où $Q_3 = 93,31$

D'après la valeur du quotient calculé, la région de Tizi-Ouzou est située dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (Fig. 30).

Pour la région de Boumerdès :

$P = 828,37 \text{ mm}$; $M = 31,72 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $m = 6,20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; D'où $Q_3 = 111,33$

D'après la valeur du quotient calculé, la région de Boumerdès est située dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré (Fig. 30).

Ce qui est confirmé par la classification de Köppen et *al.*, (2011), qui montre que le climat de la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdès est considéré comme Csa, c'est-à-dire, climat tempéré chaud avec été sec et chaud.

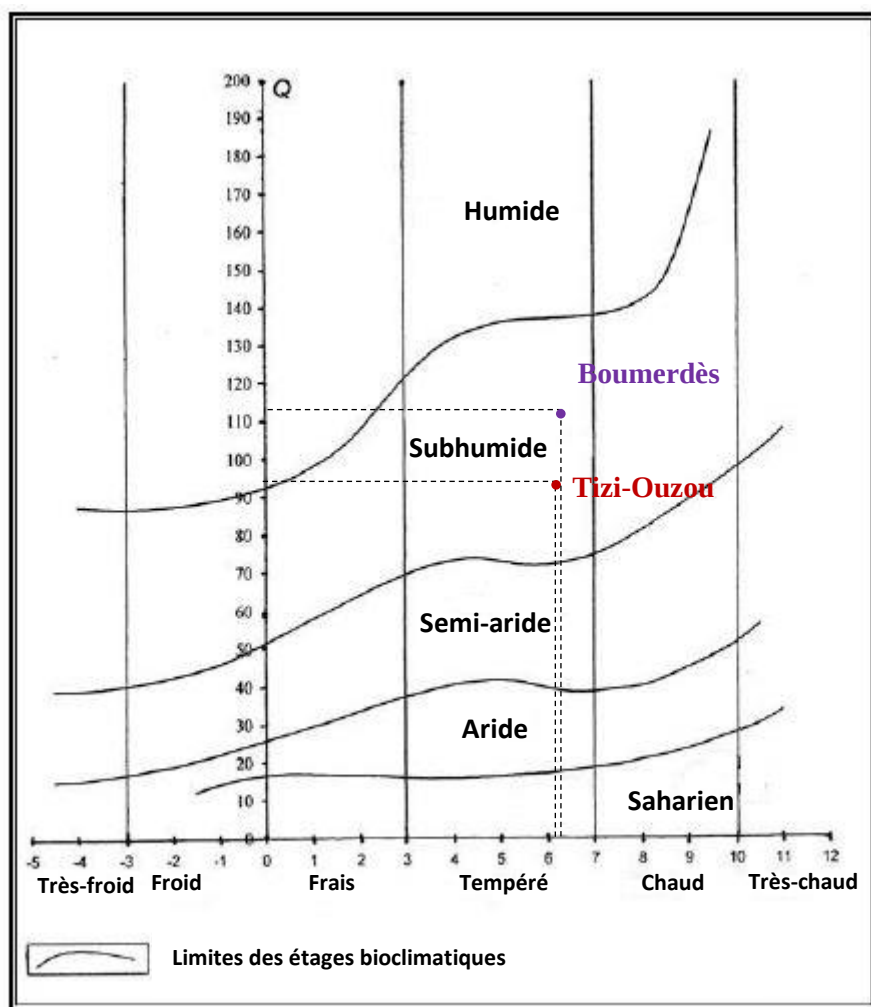


Figure 30 : Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdès (2010-2020)

4. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques représentent l'ensemble des êtres vivants, aussi bien végétaux qu'animaux. Par leur prestance ou leur action ils peuvent modifier ou entretenir les conditions du milieu (Faurie et *al.*, 1980).

4.1.Flore

La flore observée au niveau des parcelles est constituée d'une strate arborée et une strate herbacée. La végétation arboricole avoisinant des parcelles d'étude est constituée de quelques espèces telles que l'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) et l'olivier (*Olea europaea*) utilisées comme brises vents, ainsi que le figuier (*Ficus carica*), l'oranger (*Citrus sinensis*), le citronnier (*Citrus limon*), l'abricotier (*Prunus armeniaca*), le cognassier (*Cydonia oblonga*), la vigne, nectarinier (*Prunus persica nucipersica*) et le pêcher (*Prunus persica*).

Les espèces herbacées observées sont : l'avoine stérile (*Avena sterilis*), l'oxalis des Bermudes (*Oxalis pers-caprea*), la vesce de Sicile (*Vicia sicula*), le mouron des champs (*Anagallis arvensis*), la vipérine faux-plantain (*Echium plantagineum*), le chardon laiteux (*Galactites tomentosa*), l'oseille (*Rumex* sp.), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), l'orobanche crénelée (*Orobanche crenata*), le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), le chénopode (*Chenopodium* sp.), le pourpier (*Portulaca oleraceae*), l'orge des rats (*Hordeum marinum*), le souci des champs (*Calendula arvensis*), l'amarante réfléchie (*Amaranthus retroflexus*), la picride fausse vipérine (*Picridis echoides*), la morelle noire (*Solanum nigrum*), le laiteron maraîcher (*Sonchus olearceus*), la stellaire intermédiaire (*Stellaria media*), l'ortie brûlante (*Urtica urens*), la renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*), la renouée faux liseron (*Polygonum arvensis*), l'ansérine blanche (*Chenopodium album*), l'amarante sauvage (*Amaranthus lividus*), le souchet rond (*Cyperus rotundus*), l'amarante (*Amaranthus* sp.), le chiendent pied-de poule (*Cynodon dactylon*), le laiteron maraîcher (*Sonchus asper*), le laiteron des champs (*Sonchus arvensis*), la véronique des champs (*Veronica arvensis*), l'amarante sauvage (*Amaranthus blitum*), l'oseille crépue (*Rumex crispus*), L'orge commune (*Hordeum vulgare*), la grande mauve (*Malva sylvestris*), le polypogon de Montpellier (*Polypogon monspeliensis*), la folle-avoine (*Avena fatua*), l'avoine cultivée (*Avena sativa*), le blé du Dekkan (*Echinochloa colona*), la croix de malte (*Tribulus terrestris*), l'héliotrope commun (*Heliotropium europaeum*), la digitale du sud (*Digitaria ciliaris*), le chiendent officinal (*Elymus repens*) et le chiendent (*Hedysarum flexuosum*).

4.2. Faune

La faune des deux régions est diversifiée mais très peu étudiée. Des myriapodes, des araignées, des gastéropodes, des collemboles, des diplopodes et plusieurs insectes tels que les hyménoptères, les névroptères, les lépidoptères, les diptères, les orthoptères, les coléoptères, les hémiptères, les dermaptères et les thysanoptères ont été recensés dans les deux régions (Benoufella-Kitous, 2015 ; Bouabida et *al.*, 2019 ; Guermah et *al.*, 2019 ; Ait Amar et *al.*, 2020). 62 espèces d'oiseaux ont été observées (Boukherroub et Boubaker, 2018), telles que le fuligule milouin *Aythya ferina* (Linnaeus, 1758), la poule d'eau *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758), le pigeon biset *Columb alivia* (Gmelin, 1789), la tourterelle des bois *Streptopelia turtur* (Linnaeus 1758), la cigogne blanche *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758) et l'hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758) (Boukhemza et *al.*, 2007). Plusieurs espèces de mammifères telles que le sanglier *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758), le porc-épic *Hystrix cristata* (Linnaeus, 1758), le chacal *Canis aureus* (Linnaeus, 1758) et le lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) (Talmat et *al.*, 2004). Amrouche et *al.* (2015) ont recensé 35 espèces de petits rongeurs, 7 espèces de rongeurs, 1 hérisson (*Atelerix algirus* (Lereboullet, 1842), 3 espèces de musaraignes (*Suncus etruscus* (Savi, 1822) ; *Crocidura russula* (Hermann, 1780) ; et *Crocidura pachyura* (Kuster, 1835)), 6 espèces d'amphibiens, une espèce de chélonien *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812), 10 espèces de sauriens et 7 espèces ophidiens. Le lac du barrage de Keddara situé dans la région de Boumerdès présente une faune ichtyologique appartenant à la famille des Cyprinidae représentée par 5 espèces, ce sont l'ablette *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), la carpe *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), le barbeau *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758), le gardon *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) et le carassin *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Attou, 2014).

Chapitre III

Matériel et méthodes

Cette étude consiste à déterminer la diversité et l'abondance des aphides et les insectes auxiliaires aphidiphages sur différentes espèces de Solanaceae cultivées. Les échantillons des pucerons et de leurs ennemis naturels sont recueillis à partir de quatre espèces de solanacées cultivées en plein champs et sous abris plastique représentées par 17 variétés, cultivées sur une période de 3 années 2019, 2020 et 2021.

Il s'agit de la pomme de terre *S. tuberosum* avec cinq variétés Liseta, Desirée, Fabula, Timate et Louane ; la tomate *S. lycopersicum* avec deux variétés cultivées en plein champs Zin 45 et Zahra et la variété Kawa cultivée sous serre. L'aubergine *S. melongena* avec une variété transplantée sous serre, c'est la variété Adria et deux variétés transplantées en plein champs : Galine et Classique. Pour l'espèce *C. annuum*, elle est représentée par le piment, avec deux variétés transplantées sous serre : la Joker et la Biskra et deux variétés transplantées en plein champs, il s'agit des variétés Capillon et la Mixicaine, et par deux variétés de poivron transplantées en plein champs, ce sont Lipari et Grinil Giro.

Cette étude vise également à effectuer un essai de lutte biologique contre les pucerons par l'usage des insectes utiles notamment les coccinelles et les syrphes aphidiphages, dans le but d'évaluer leur potentiel prédateur et suivre leur cycle de développement.

1. Choix des stations

Le choix des stations d'étude s'est fait après l'accord de l'agriculteur et une prospection détaillée des champs de solanacées cultivées en prenant compte des points suivants :

- Présence de la culture et de la variété ciblée.
- Observation des pucerons ou leurs dégâts sur les plantes cultivées ou spontanées présentes dans les stations prospectées.
- Accessibilité au terrain surtout en périodes pluvieuses.
- Absence d'animaux domestiques tels que les chiens, qui peuvent retourner les pièges jaunes.

2. Présentation des sites d'échantillonnage

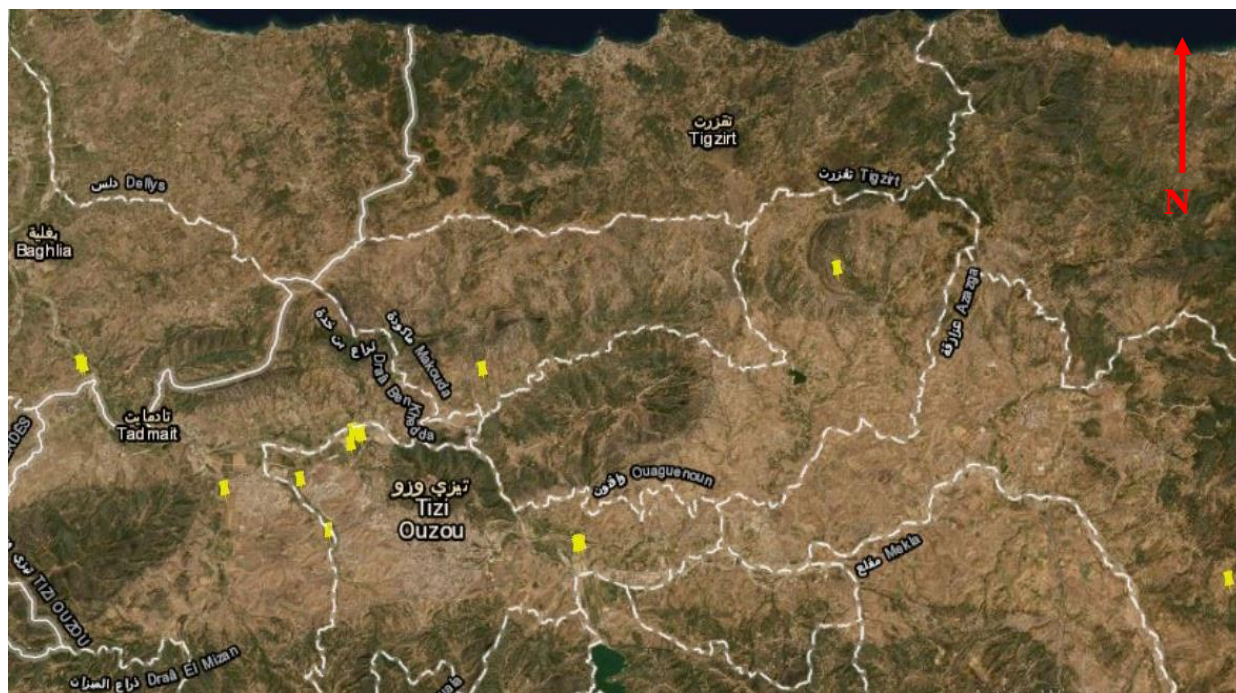
Après le choix des parcelles et des stations d'étude, 10 stations ont été retenues, il s'agit d'Oued Aissi, Tala Athmane, Makouda, Boukhalfa, Tizi-Ouzou, Draâ Ben Khedda, Oued Falli, Timizart, Azazga et Baghlia. Ces stations sont représentées par 17 parcelles

situées dans la wilaya de Tizi-Ouzou et la wilaya de Boumerdès. Les coordonnées géographiques des parcelles sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Coordonnées géographiques des parcelles d'étude situées au niveau des wilayas de Tizi-Ouzou et de Boumerdès.

Noms des cultures	Noms des variétés	Noms des localités	Année d'étude	Altitude (m)	Latitude (N)	Longitude (E)
Pomme de terre	Liseta	Boukhalfa	2019	48	36°75'17.85"	4° 01'10.09"
	Desirée	Makouda	2020	116	36°77'48.24"	4° 06'67.34"
	Fabula	Boukhalfa	2020	48	36°75'10.97"	4° 01'22.75"
	Timate	Baghlia	2020	26	36°77'73.97"	3°88'51.79"
	Louane	Tala Athmane	2019	106	36°71'41.06"	4°17'59.04"
Tomate	Zin 45	Boukhalfa	2019	48	36°74'79.33"	4° 00'73.40"
	Zahra	Tizi Ouzou	2019	55	36°73'51.10"	3°98'44.95"
	Kawa	Oued Aissi	2019	73	36°71'18.52"	4° 11'14.80"
Aubergine	Galine	Draâ Ben Khedda	2021	37	36°73'17.63"	3°95'02.44"
	Classique	Baghlia	2021	26	36°77'64.56"	3°88'64.13"
	Adria	Oued Aissi	2019	73	36°71'13.61"	4° 11'21.23"
Piment	Capillon	Oued Fali	2021	64	36°71'67.13"	3°99'73.12"
	Mixicaïne	Boukhalfa	2021	48	36°75'26.71"	4°00'81.68"
	Joker	Oued Aissi	2019	73	36°71'14.39"	4°10'96.99"
	Biskra	Oued Aissi	2019	73	36°71'21.70"	4°11'03.00"
Poivron	Lipari	Azazga	2021	545	36°69'90.39"	4°40'41.83"
	Grinil Giro	Timizart	2021	544	36°81'16.49"	22°71.81"

Les coordonnées géographiques des parcelles d'étude sont illustrées par la figure 31.



 : sites d'échantillonnage

Figure 31 : Localisation des parcelles d'études (Originale, Arcgis10.7, 2021)

2.1. Station d'Oued Aissi

La station d'Oued Aissi se trouve juste à côté de l'oued Sebaou. Elle comprend plusieurs parcelles de cultures maraîchères telles que la fève, la pomme de terre, le petit pois, la laitue, le poivron et la courgette, ainsi que plusieurs arbres fruitiers comme les agrumes, l'olivier et la vigne. Un inventaire est réalisé dans 4 serres (Fig. 32), la première serre est cultivée de tomate variété Kawa transplantée le 02 février 2019 et la deuxième serre est cultivée d'aubergine variété Adria transplantée le 10 mars 2019 (Fig. 33). Les deux autres serres sont cultivées de piment avec deux variétés la Joker et la Biskra transplantées sous serre le 25 mars 2019 (Fig. 34). Les quatre serres ont une superficie de 400 m² (largeur : 50 m, longueur : 8m).



Figure 32 : Vue aérienne de la station d'Oued Aissi (Google Earth, 2019)



Figure 33 : Serre de tomate et aubergine transplantées dans la région d'Oued Aissi (Originale, 2019)

a : Serre de tomate variété Kawa, **b :** Serre d'aubergine variété Adria

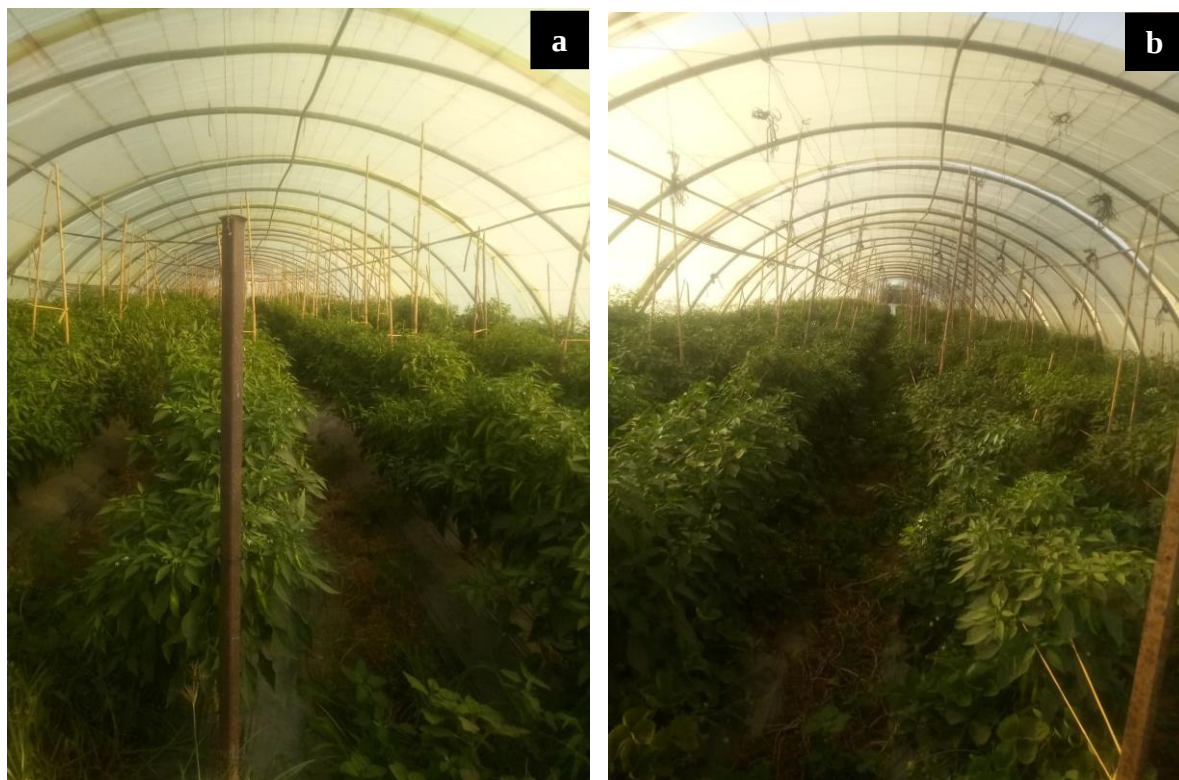


Figure 34 : Serre de piment transplanté dans la région d'Oued Aissi (Originale, 2019)

a : Variété Biskra, b : Variété Joker

2.2. Station de Tala Athmane

La station de Tala Athmane se trouve sur le côté gauche de la route W174 en allant de Freha vers Ath Aissa Mimoun (Fig. 35). Elle est distante de 16 Km à l'Est de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend des arbres fruitiers tels que l'olivier et le figuier. L'inventaire des aphides est réalisé dans une parcelle de pomme de terre variété Louane, plantée le 15 mars 2019 sur une superficie de 5 ha (Fig. 36).



Figure 35 : Vue aérienne de la station de Tala Athmane (Google Earth, 2019)



Figure 36 : Parcelle de pomme de terre variété Louane cultivée dans la région de Tala Athmane (Originale, 2019)

2.3. Station de Makouda

La station de Makouda se trouve sur le côté droit de la route nationale N72 en allant de Makouda vers Tizirt (Fig. 37). Elle est distante de 19 Km au Nord de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend plusieurs parcelles de cultures maraîchères telles que l'ail, l'oignon, le pois chiche, la fève et le petit pois et quelques arbres fruitiers comme le grenadier, l'olivier et le figuier. L'inventaire est réalisé dans une parcelle de pomme de terre variété Désirée cultivée en plain champs le 15 janvier 2020, sur une superficie de 4000 m² (Fig. 38).



Figure 37 : Vue aérienne de la station de Makouda (Google Earth, 2020)



Figure 38 : Parcelle de pomme de terre variété Désirée cultivée dans la région de Makouda (Originale, 2020)

2.4. Station de Boukhalfa

La station de Boukhalfa est composée de deux exploitations agricoles. La première exploitation est située juste derrière la S.A.R.L Bastl Métal (Fig. 39). Elle comprend plusieurs parcelles cultivées : de la pomme de terre, du maïs, de la courgette, du navet, du chou-fleur et du melon et plusieurs hectares d'arbres fruitiers comme la vigne, l'oranger, l'olivier, le citronnier et le nectarinier.



Figure 39 : Vue aérienne de la station de Boukhalfa (Google Earth, 2021)

Trois inventaires des aphides sont effectués dans cette exploitation représentés par deux cultures à savoir la tomate et la pomme de terre. Le premier inventaire est réalisé dans une parcelle de tomate variété Zin 45 transplantée en plein champs le 25 avril 2019, sur une superficie de 2 ha (Fig. 40). Le second inventaire est réalisé dans une parcelle de pomme de terre d'arrière-saison variété Liseta cultivée le 17 septembre 2019, sur une superficie de 2,5 ha (Fig. 41). Le dernier inventaire est réalisé dans une parcelle de pomme de terre variété Fabula cultivée le 02 février 2020, sur une superficie de 4 ha (Fig. 42).



Figure 40 : Parcelle de tomate variété Zin 45 transplantée dans la région de Boukhalfa (Originale, 2019)



Figure 41 : Parcelle de pomme de terre variété Liseta cultivée dans la région de Boukhalfa (Originale, 2019)



Figure 42 : Parcelle de pomme de terre variété Fabula cultivée dans la région de Boukhalfa (Originale, 2020)

La deuxième exploitation est située à proximité de la première exploitation. Elle comprend plusieurs parcelles cultivées : de la pomme de terre, de la fève, de la courgette, du poivron, de la fraise, de la tomate, du piment et du melon et plusieurs hectares d'arbres fruitiers comme la vigne et l'oranger. L'inventaire est réalisé dans une parcelle de piment variété Mexicaine transplantée en plein champs le 25 mai 2021 sur une superficie de 3 ha (Fig. 43).



Figure 43 : Parcelle de piment variété Mexicaine transplantée dans la région de Boukhalfa (Originale, 2021)

2.5. Station de Tizi-Ouzou

La station de Tizi-Ouzou est située à la sortie de Draâ Ben Khedda. Elle se trouve sur le côté droit de la route nationale N12 en allant de Draâ Ben Khedda vers Tizi-Ouzou (Fig. 44). Elle est distante de 10 Km à l'Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend plusieurs petites parcelles cultivées d'oignon, de piment, de poivron, de courgette, d'aubergine, de haricot, de pastèque, de maïs, de laitue et de melon ainsi que quelques arbres fruitiers comme la vigne, l'oranger, le pêcher, l'olivier, le citronnier, le grenadier et le figuier. L'inventaire des pucerons est réalisé dans une parcelle de tomate variété Zahra cultivée le 20 avril 2019, sur une superficie de 900m² (Fig. 45).



Figure 44 : Vue aérienne de la station de Tizi-Ouzou (Google Earth, 2019)



Figure 45 : Parcelle de tomate variété Zahra transplantée dans la région de Tizi-Ouzou (Originale, 2019)

2.6. Station de Draâ Ben Khedda

La station de Draâ Ben Khedda se trouve juste avant l'Oued Bougdoura (Fig. 46). Elle est distante de 19,8 Km à l'Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Elle est composée de plusieurs petites parcelles cultivées de tomate cerise, de piment, de poivron, de courgette, de potiron, de haricot, de citrouille et de pastèque ainsi que quelques arbres fruitiers comme le pêcher, l'olivier et le citronnier. L'inventaire des aphides est réalisé dans une parcelle d'aubergine variété Galine cultivée le 10 juin 2021 sur une superficie de 300 m² (Fig. 47).



Figure 46 : Vue aérienne de la station de Draâ Ben Khedda (Google Earth, 2021)



Figure 47 : Parcelle d'aubergine variété Galine transplantée dans la région de Draâ Ben Khedda (Originale, 2021)

2.7. Station d'Oued Falli

La station d'Oued Falli est distante de 7,2 Km du Sud-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend plusieurs parcelles telles que l'aubergine, la tomate cerise, le poivron et la courgette et quelques arbres fruitiers comme l'oranger, le citronnier, l'olivier et le figuier (Fig. 48). L'inventaire des pucerons est réalisé dans une parcelle de piment variété Capillon transplantée en plein champs le 15 mai 2021 sur une superficie de 900 m² (Fig. 49).



Figure 48 : Vue aérienne de la station d'Oued Falli (Google Earth, 2021)



Figure 49 : Parcelle de piment variété Capillon transplantée dans la région d'Oued Falli (Originale, 2021)

2.8. Station de Timizart

La station de Timizart est située au village de Boukharouba. Elle est distante de 34 Km au Nord Est de la ville de Tizi-Ouzou (Fig. 50). Elle comprend plusieurs petites parcelles cultivées avec du piment, du melon, de la pastèque, de la courgette et du sorgho et quelques arbres fruitiers comme la vigne, l'olivier et le figuier. L'inventaire des pucerons est réalisé dans une parcelle de poivron variété Grinil Giro transplantée en plein champs le 02 juin 2021 sur une superficie de 400 m² (Fig. 51).



Figure 50 : Vue aérienne de la station de Timizart (Google Earth, 2021)



Figure 51 : Parcelle de poivron variété Grinil Giro transplantée dans la région de Timizart (Originale, 2021)

2.9. Station d'Azazga

La station d'Azazga est située au village d'Ait Bouada (Fig. 52). Cette région est à 30 Km à l'Est de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend plusieurs petites parcelles cultivées avec du piment, du melon, de la pastèque, de la courgette et du sorgo et quelques arbres fruitiers comme la vigne, l'olivier et la figue de barbarie. L'inventaire des aphides est réalisé dans une parcelle de poivron variété Lipari transplantée en plein champs le 02 juin 2021 sur une superficie de 400 m² (Fig. 53).



Figure 52 : Vue aérienne de la station d'Azazga (Google Earth, 2021)



Figure 53 : Parcelle de poivron variété Lipari transplantée dans la région d'Azazga (Originale, 2021)

2.10. Station de Baghlia

La station de Baghlia est située dans la wilaya de Boumerdès. Elle est distante de 25 Km au Nord-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Elle comprend deux exploitations qui sont situées sur le côté droit de la route nationale N25 qui relie Tademaït à Takdempt (Fig. 54). La première exploitation comprend plusieurs parcelles cultivées avec le piment, le melon, la pastèque et quelques arbres fruitiers comme la vigne, l'olivier et le figuier. L'inventaire des pucerons est réalisé dans une parcelle de pomme de terre d'arrière-saison variété Timate plantée le 10 septembre 2020 sur une superficie de 3 ha (Fig. 55).



Figure 54 : Vue aérienne de la station de Baghlia (Google Earth, 2021)



Figure 55 : Parcelle de pomme de terre variété Timate cultivée dans la région de Baghlia (Originale, 2020)

La deuxième exploitation comprend plusieurs cultures maraichères telles que le haricot, le piment, le poivron et la courgette, et plusieurs arbres fruitiers comme la vigne, le citronnier, l'oranger, le cognassier, le figuier, le poirier et l'olivier. L'inventaire des pucerons est réalisé dans une parcelle d'aubergine variété Classique transplantée en plein champs le 28 mai 2021 sur une superficie de 800 m² (Fig. 56).



Figure 56 : Parcelle d'aubergine variété Classique transplantée dans la région de Baghlia (Originale, 2021)

3. Méthodologie de travail appliquée sur le terrain

La méthode d'échantillonnage nécessite une ou plusieurs techniques de récolte des données et l'établissement d'un plan d'échantillonnage selon une stratégie, qui est choisie au préalable.

3.1. Dispositif expérimental

Durant notre étude un dispositif expérimental est mis en place ayant pour objectif d'effectuer un inventaire global des espèces aphidiennes et des ennemis naturels ainsi que l'étude des fluctuations des aphides et des insectes aphidiphages. Les parcelles et les serres d'études sont divisées en 9 blocs. Au milieu de chaque bloc, un piège jaune (Θ : 27 cm, h : 10 cm) est placé, rempli aux deux tiers de sa hauteur d'eau additionnée à quelques gouttes de liquide mouillant, dans le but de piéger les pucerons au cours de leurs vols (Fig. 57). D'après Yattara et *al.* (2013), les pucerons sont connus pour leur attirance par la couleur jaune. Cette couleur permet l'atterrissage de ces insectes.

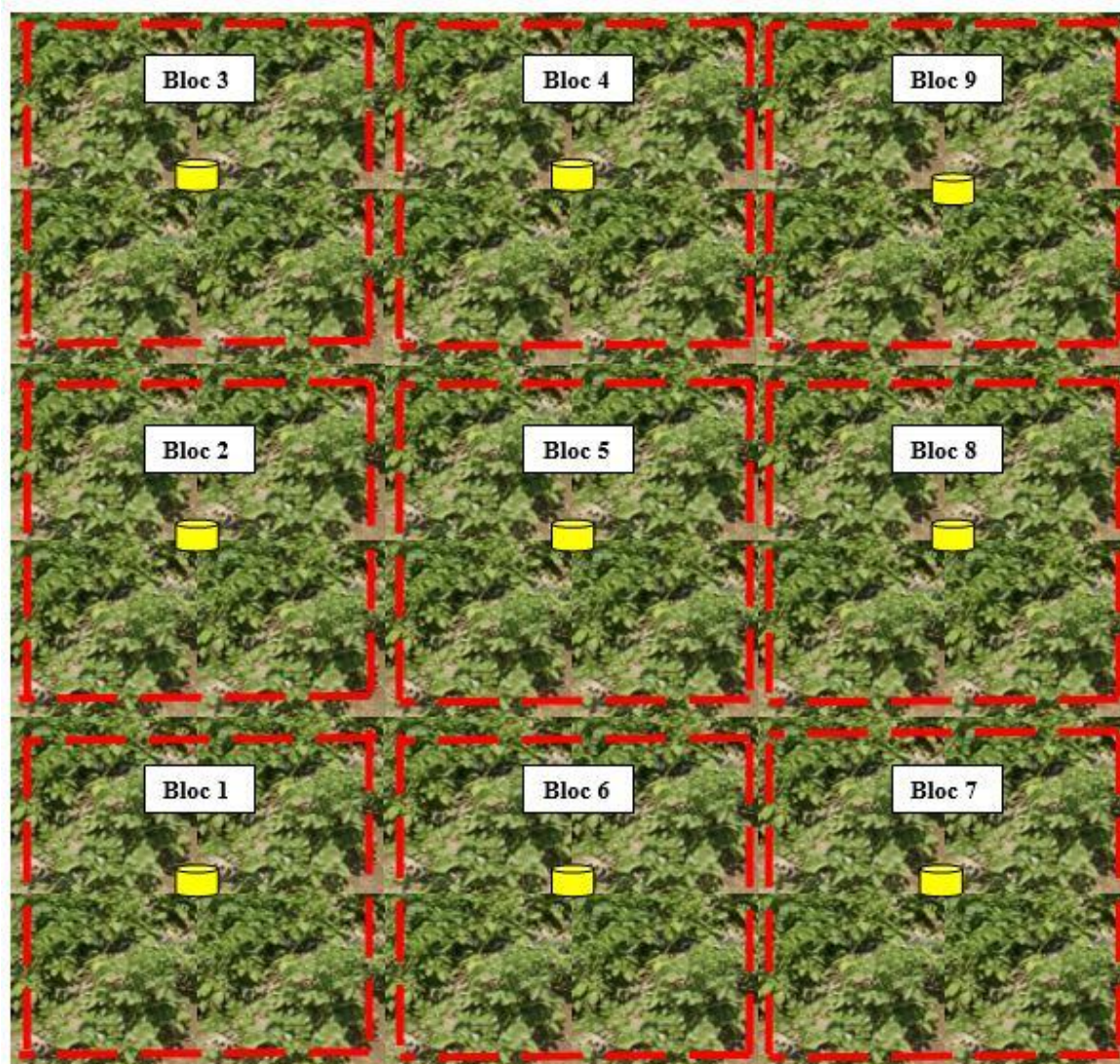
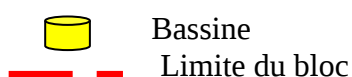


Figure 57 : Dispositif expérimental (Originale, 2019)



3.2. Méthode de piégeage des pucerons ailés

Après la levée de la pomme de terre et la transplantation de l'aubergine, du piment, du poivron et de la tomate en pleine champ ou sous serre, les pièges jaunes sont placés dans les parcelles d'étude (Fig. 58). Chaque semaine, les pucerons piégés sont récoltés délicatement à l'aide d'un pinceau fin et conservés dans un tube rempli d'éthanol 70%. Chaque tube porte une étiquette indiquant le numéro du bloc, la date de prélèvement, la région et le nom de la variété cultivée. L'eau des pièges est ajoutée régulièrement en périodes de fortes chaleurs et renouvelée lors des collectes. Le changement du contenu des pièges jaunes est nécessaire pour un rendement optimal (EDES, 2012).



Figure 58 : Piège jaune (Originale, 2020)

a : Piège jaune installé le 1^{er} jour. **b :** Piège jaune après une semaine.

3.3. Méthode du contrôle visuel des pucerons sur les plantes

À chaque sortie, une plante par bloc est choisie d'une façon aléatoire. Sur l'ensemble des neuf plantes choisies, nous examinons tous les organes et nous prélevons délicatement les pucerons à l'aide d'un pinceau fin. Les pucerons sont conservés dans de l'éthanol à 70% pour un dénombrement et une identification ultérieure. Chaque tube porte une étiquette indiquant le numéro de la plante, la date de prélèvement, la région et le nom de la variété cultivée.

3.4. Méthode d'échantillonnage des auxiliaires

Lors de chaque sortie, des observations directes sont faites sur les neuf plantes déjà choisies pour la récolte des pucerons aptères. Les plantes situées autour d'un rayon de 1m² de ces neuf plantes sont également prospectées. Tous les organes de ces plantes sont soigneusement observés et tous les stades de développement de toutes les espèces reconnues prédatrices des aphides sont collectés. Pour le cas des parasitoïdes, à chaque sortie, nous avons examiné les feuilles de la plante où sont échantillonnés les pucerons aptères. Les échantillons des prédateurs et les pucerons momifiés sont recueillis dans des boîtes de pétri sur lesquelles sont mentionnées la date, le lieu de capture et le nom de la variété cultivée.

Les pièges jaunes attirent également les ennemis naturels des pucerons (les parasitoïdes adultes et les prédateurs) (Fig. 59), à chaque sortie, les insectes aphidiphages piégés à l'aide des bassines jaunes sont récoltés à l'aide d'un pinceau et conservés dans des

tubes remplis d'éthanol 70%. Chaque tube porte une étiquette indiquant le numéro du bloc, la date de prélèvement, la région et le nom de la variété cultivée.

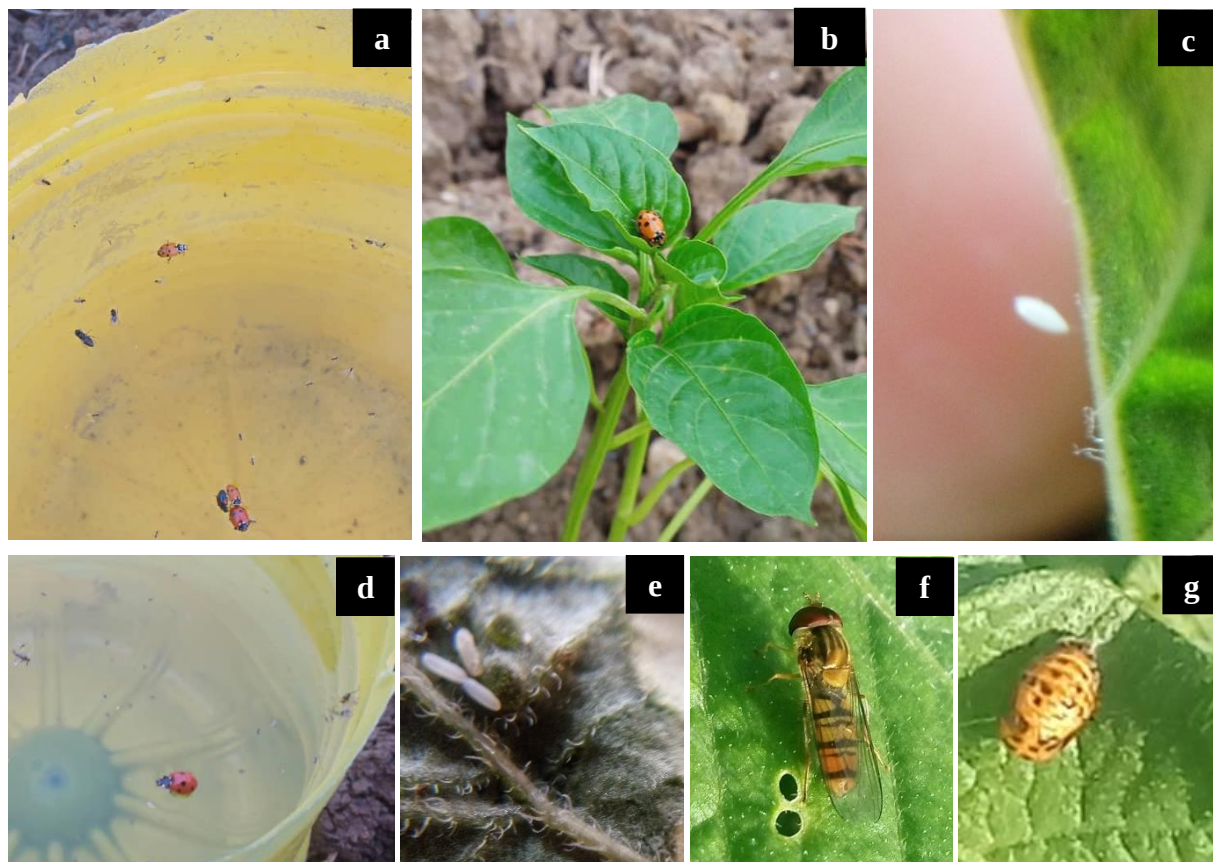


Figure 59 : Ennemis naturels piégés et trouvés sur les feuilles des solanacées (Originale, 2021)

a et b : Adultes d'*Hippodamia variegata*. **c :** Œuf de chrysope sur feuille de pomme de terre. **d :** Adulte de *Coccinella algerica*. **e :** Œufs de syrphes sur feuille de tomate. **f :** Adulte d'*Epyrphus balteatus* sur feuille de tomate. **g :** Nymphe d'*Hippodamia variegata* sur feuille de pomme de terre.

3.5. Echantillonnage des plantes adventives

Les plantes adventives constituent un site d'hivernage important pour de nombreuses espèces aphidiennes. Lascaux (2010), rapporte qu'afin de prévenir une éventuelle invasion de pucerons sur le végétal cultivé, il est important d'identifier les plantes adventives. Tilman (1997), indique que l'augmentation de la diversité des plantes entraîne une augmentation de la diversité des phytophages, ce qui augmente la diversité de leurs prédateurs et parasitoïdes.

Avant le désherbage des serres et des parcelles d'étude et au moment de la floraison, les plantes adventives qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur des parcelles d'études sont recueillies, mises dans du papier journal et séchées au laboratoire (Fig. 60). Une première identification des différentes espèces végétales est réalisée par M^{lle} Ait Amar (Doctorante à l'U.M.M.T.O.) et la confirmation est faite avec l'aide précieuse de Mr Benghanem (M.A.A. à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie ENSA d'Alger).



Figure 60 : Séchage des plantes adventices (Originale, 2020)

4. Méthodologie de travail appliquée au laboratoire

Les méthodes employées au laboratoire pour l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels, pour l'étude de la biologie des coccinelles et des syrphes aphidophages sont présentées dans cette partie.

4.1. Tri et montage des pucerons ailés piégés

Après avoir versé le contenu de chaque tube à essai dans une boîte de pétri, il est d'abord procédé à la séparation des différents sous-familles et genres de pucerons. L'identification se fait directement sous la loupe binoculaire pour les espèces courantes, et sous microscope optique, après montage entre lame et lamelle pour les espèces les plus difficiles à identifier. La technique de montage est similaire à celle utilisée par Miller et *al.* (2013), elle comprend les phases suivantes (Fig. 61) :

4.1.1. Dégraissage des pucerons

Afin d'extraire toutes les réserves lipidiques, nous avons transféré les pucerons délicatement (en faisant attention aux antennes et aux pattes) dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10%, durant toute une nuit. La solution d'hydroxyde de potassium est gardée à une température ambiante.

4.1.2. Nettoyage des pucerons

Dans cette étape, nous avons délicatement percé l'abdomen du puceron à l'aide d'une épingle entomologique pour se débarrasser de tous les embryons présents dans l'abdomen des pucerons.

4.1.3. Bain d'éthanol

Nous avons transféré les pucerons dans une solution composée d'éthanol à 70%, pendant quelques minutes.

4.1.4. Deuxième bain d'éthanol

Dans cette étape, les pucerons sont transférés dans une autre solution d'éthanol à 95%, pendant quelques minutes.

4.1.5. Déshydratation des pucerons

Cette étape consiste à déshydrater les pucerons, nous les avons mis dans de l'huile de clou de girofle pendant quelques minutes.

4.1.6. Montage des pucerons

Cette opération est effectuée entre lame et lamelle. Dans une goutte de liquide de Faure, nous avons placé le puceron sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes (les pattes antérieures et les antennes vers le haut, les médianes et les postérieures vers le bas). La lame doit porter une étiquette, indiquant la date de prélèvement de l'espèce, le lieu de récolte et l'appellation de l'espèce de puceron. Le liquide de Faure est préparé à partir d'un mélange dont les proportions sont les suivantes :

Hydrate de chloral : 20g

Gomme arabique : 12g

Eau distillée : 20g

Glycérine : 3,5g

4.2. Identification

L'identification des pucerons se base sur des caractères biométriques tels que la longueur et la largeur du corps, des antennes, de la cauda, des cornicules, des segments du tarse et du dernier segment du rostre, et des caractères micromorphologiques comme la couleur et la forme de la cauda et des cornicules, la pigmentation de l'abdomen et la nervation des ailes, le nombre de soies caudales et sensorias secondaires, la forme de la plaque anale, et la pigmentation de la cuticule. L'identification est réalisée en se basant sur les clés d'identification et les travaux de Stroyan (1961) ; Jacky et Bouchery (1982) ; Autrique et

Ntahimpera (1994) ; Remaudière et *al.* (1985) ; Leclant (1999) ; Blackman et Eastop (1984, 2000 ; 2006) ; Hullé et *al.* (2020).

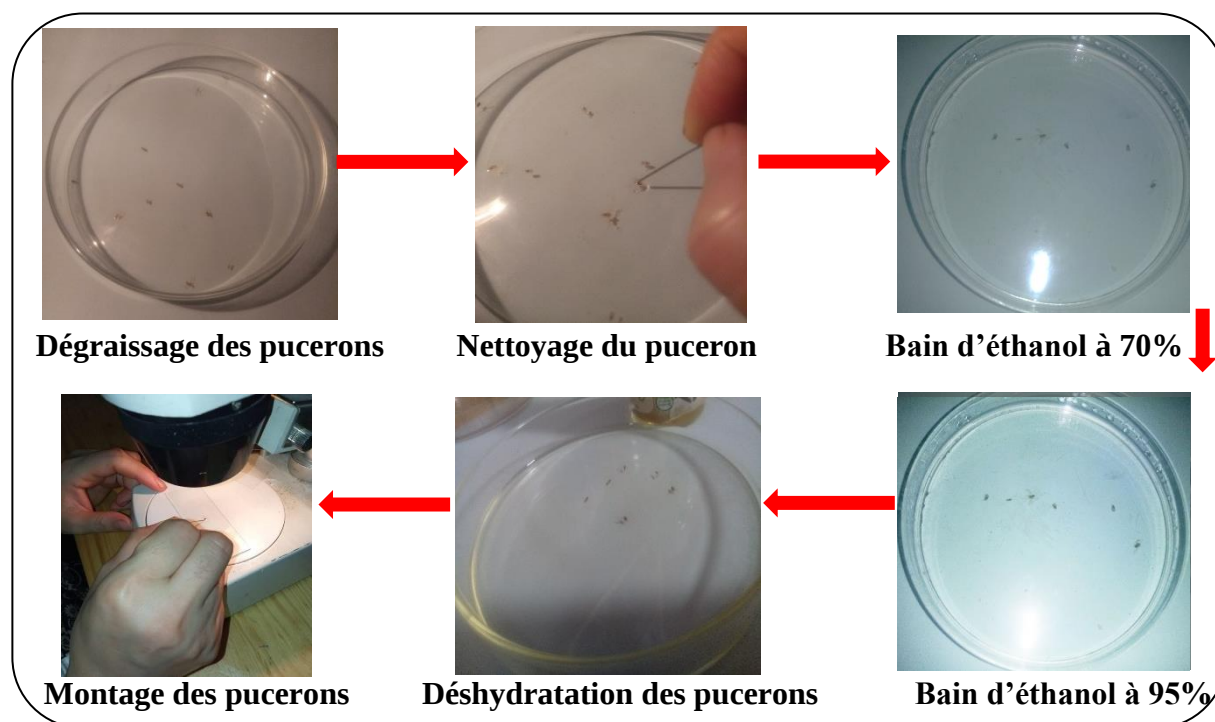


Figure 61 : Technique de montage des aphides (Originale, 2021)

4.3. Tri des pucerons aptères

Les pucerons récupérés sur les plantes sont triés sous la loupe binoculaire à l'aide d'une épingle fine puis sont dénombrés afin de mettre en évidence l'effectif des différents stades pré imaginaux à savoir les stades larvaires (L_1 - L_2), (L_3 - L_4), les nymphes (N_3 - N_4) ainsi que l'effectif des adultes aptères et des adultes ailés. Après identification des pucerons nous avons procédé au dénombrement des individus de chaque espèce.

4.4. Suivi et dénombrement des auxiliaires

Les larves prédatrices recueillies sur les colonies aphidiennes sont mises en élevage dans des boîtes en plastique en présence de pucerons. Les nymphes et les pupes sont récupérées et maintenues dans des boîtes de pétri jusqu'à l'émergence des adultes, ainsi ils seront faciles à déterminer.

Pour les parasitoïdes, nous avons séparés les momies dans des boîtes de pétri (Fig. 62). Les momies sont examinées quotidiennement dans le but de récupérer les parasitoïdes fraîchement émergés. Une fois émergés, ces adultes sont conservés individuellement dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70 % jusqu'à leur détermination. Concernant les momies qui n'ont pas émergé, elles sont laissées en surveillance pendant 2 à 3 semaines. Cette durée

est jugée suffisante pour l'émergence des adultes qui ne sont pas morts ou diapausants (Kavallieratos et *al.*, 2001 ; Sary et *al.*, 2004 ; Güz et Kilincer, 2005).



Figure 62 : Conservation des momies de pucerons parasités (Originale, 2019)

4.5. Montage et identification des auxiliaires

Les auxiliaires capturés sont triés au laboratoire, puis identifiés jusqu'à l'espèce. L'identification est effectuée avec plusieurs clés d'identification. Pour les espèces qui semblent avoir des critères microscopiques, des montages entre lame et lamelle sont effectués.

4.5.1. Syrphes

La détermination des Syrphes est effectuée à l'aide des travaux et les clés d'identification de Stubbs et Falk (1983), Verlinden (1994) et Speight et *al.* (2015).

4.5.2. Coccinelles

Les coccinelles sont triées par sous-familles et genres puis elles sont identifiées jusqu'à l'espèce grâce aux travaux et aux clés d'identification de Salehi et *al.* (2011), Xiao-Sheng et *al.* (2013), Biranvand et *al.* (2017) et Abdolahi et *al.* (2018). L'identification est effectuée par M^{lle} Ait Amar et confirmée par Dr Lakhal M.A. (l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie ENSA d'Alger).

4.5.3. Parasitoïdes

Le corps des parasitoïdes adultes est monté entièrement ou bien certaines parties du corps entre lames et lamelles. Pour disséquer l'adulte, il faut d'abord fixer son corps au niveau du thorax à l'aide d'une épingle entomologique. Ensuite, il est procédé à la séparation de la tête, des ailes, du premier tergite abdominal et du propodeum. Ces parties sont montées entre lames et lamelles dans une goutte de liquide de Faure. L'identification des parasitoïdes nécessite l'observation de certains caractères morphologiques macroscopiques comme la nervation des ailes, la forme du stigma, du premier tergite abdominal (pétiole), du propodeum,

la forme et le nombre d'articles antennaires. Parfois, l'identification des parasitoïdes nécessite une observation microscopique de quelques caractères, en particulier, les poils sur le flagellum, le nombre des placodes, la forme des flagellomères et la forme de l'ovipositeur. Les micro-hyménoptères sont identifiés à l'aide des clés de détermination de Stary (1970), Kavallieratos et *al.* (2001), Tomanovic et *al.* (2003), Rakhshani et *al.* (2005 ; 2006 ; 2008 ; (2012) et Talebi et *al.* (2009).

L'identification des parasitoïdes est effectuée par M^{lle} Ait Amar et avec l'aide précieuse de Dr Tahar Chaouche (Chercheur au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides C.R.S.T.R.A) de Biskra.

5. Utilisation des insectes utiles contre les pucerons

Des essais de lutte biologique sont réalisés au laboratoire, dans le but d'évaluer le potentiel prédateur des coccinelles et des syrphes aphidiphages à l'égard des pucerons.

5.1. Lutte biologique avec des coccinelles

5.1.1. Matériel biologique

Lors de cette étude, nous avons utilisé une seule espèce de coccinelle aphidiphage, il s'agit de la coccinelle à 7 points *Coccinella algerica* alimentée avec deux espèces de pucerons à savoir le puceron du laurier rose *Aphis nerii* et le grand puceron du laitron *Uroleucon sonchi*.

5.1.1.1. Description de la coccinelle

Le corps de *C. algerica* est ovale assez large. Avec une longueur qui varie entre 5,8 et 8mm. Les élytres qui recouvrent l'abdomen sont rouges et portent sept points noirs. D'après les clefs d'identification élaborées par Bensusan et *al.* (2006), les différences entre *C. algerica* et *C. septempunctata* sont présentés dans la figure 63:

Espèce plus grande, avec des taches plus petites sur les élytres, surface dorsale des élytres généralement plus convexe. Côtés du lobe médian de tegmen droits, donnant au lobe basal une forme sub-conique. Lobe médian plus large près de la base*septempunctata* L.

Espèce plus petite, avec des taches plus grandes sur les élytres, surface dorsale des élytres généralement moins convexe. Côtés du lobe médian de tegmen concaves, donnant un lobe basal en forme de poire. Lobe médian plus large près du centre.....*algerica* K.

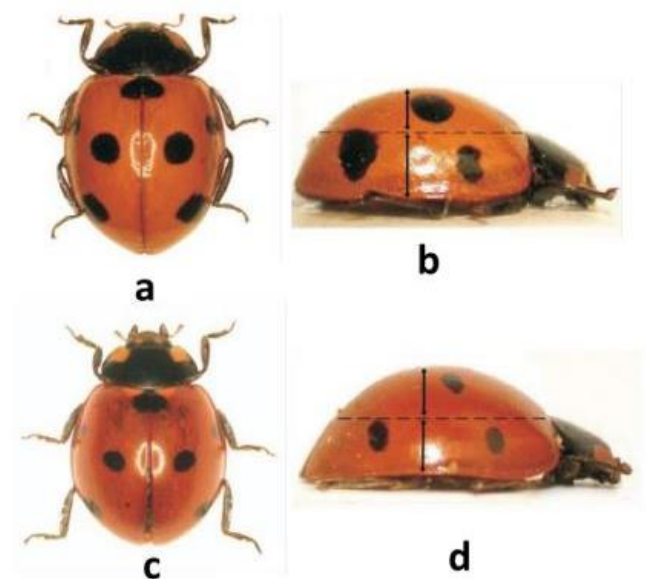


Figure 63 : Morphologie externe de *Coccinella algerica* et *Coccinella septempunctata* (Bensusan et al., 2006)

a : Vue de face de *C. algerica*, **b :** Vue latérale de *C. algerica*, **c :** Vue de face de *C. septempunctata*
d : Vue latérale de *C. septempunctata*

5.1.1.2. Description du puceron du laurier rose *A. nerii*

L'adulte mesure entre 1,5 à 2,6mm, de couleur jaune pâle à jaune d'or. Les antennes sont égales à la moitié du corps. Les cornicules sont droites, noires, légèrement plus épaisses à la base et la cauda est noire (Fig. 64).



Figure 64 : Puceron du laurier rose *Aphis nerii* (Originale, 2020)

a : Population vivante d'*A. nerii* (G×6), **b :** Adulte ailé, **c :** Adulte aptère

5.1.1.3. Description du puceron grand du laitron *U. sonchi*

U. sonchi est un grand puceron lisse brun foncé ou brun rosé avec un éclat brillant. La longueur du corps est de 2,9 à 4,5 mm. Les cornicules sont deux fois plus longues que la

cauda. Les pattes sont pâles, les coxa et les extrémités des fémurs et des tibias sont noirs. La cauda est de couleur jaune pâle (Fig. 65).

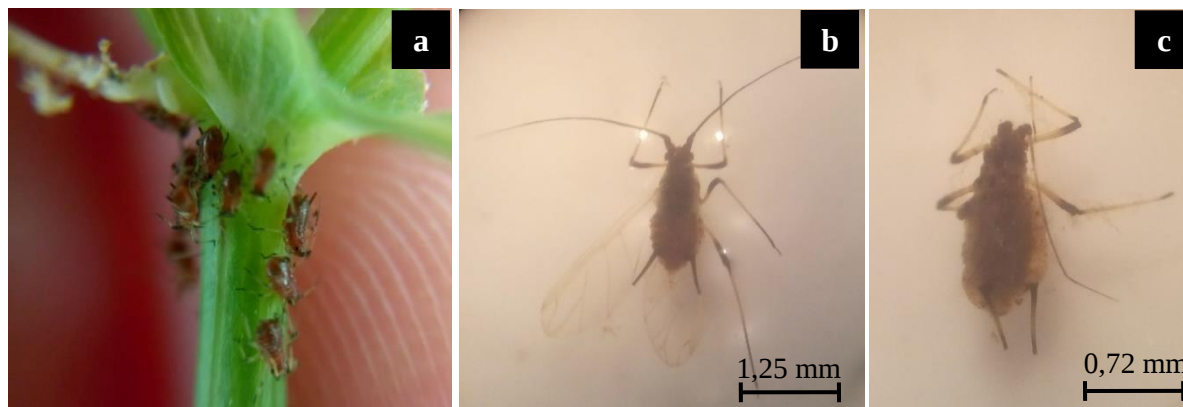


Figure 65 : Puceron grand du laiteron (Originale, 2020)
a : Population vivante d'*U.sonchi* (G×6), **b :** Adulte ailé, **c :** Adulte aptère

5.1.2. Méthode d'élevage des coccinelles

Pour réaliser l'élevage de masse des coccinelles, nous avons effectué plusieurs échantillonnages dans la commune de Draâ Ben Khedda, située à 11km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou et à une altitude de 56 m. Les adultes de *C. algerica* sont récoltés sur des plants de fève *Vicia faba* (Fig. 66). L'échantillonnage a duré un mois, du 12 avril jusqu'au 12 mai 2020.

Les individus de coccinelles récoltés sont transportés dans des boîtes de pétri et sont mis dans des boîtes d'élevage recouvertes avec un tissu moustiquaire à mailles fines pour assurer une bonne aération. Pour éviter le cannibalisme, les adultes sont nourris quotidiennement avec des pucerons maintenus sur les fragments des plantes pour augmenter la durée de vie des pucerons. Les boîtes d'élevage sont nettoyées quotidiennement avec de l'éthanol et séchées, pour éviter toute contamination ainsi que l'accumulation des déchets qui favorisent la formation des moisissures.

5.1.3. Quantité de nourriture nécessaire à la mue

L'objectif de cette étude est de déterminer la quantité de nourriture nécessaire à la mue lorsque les larves sont nourries avec deux espèces de pucerons. Après la ponte, les œufs sont surveillés jusqu'à l'éclosion, les larves du premier stade émergées sont récupérées délicatement à l'aide d'un pinceau fin et mises individuellement dans des boîtes recouvertes du tissu moustiquaire et renforcées avec un élastique afin d'éviter leur fuite. Au total 60 larves sont nourries quotidiennement, 30 larves sont nourries avec le puceron grand du laiteron *U. sonchi* récupéré sur le laiteron maraîcher *Sonchus oleraceus* et le laiteron piquant *Sonchus asper* de la région de Draâ Ben Khedda et 30 larves sont nourries avec le puceron orange du

laurier-rose *A. nerii* recueilli sur laurier rose *Nerium oleander* L., 1753 dans la région de Draâ Ben Khedda (une trentaine pour les deux premiers stades et une centaine pour les derniers stades). Le nombre de puceron ingéré est noté chaque 24 heures, tout en mentionnant le changement du stade larvaire (les mues). Les pucerons non ingérés sont jetés et de nouveaux pucerons sont fournis aux larves jusqu'à la pupaison.



Figure 66 : Récolte et élevage des coccinelles (Originale, 2020)

5.1.4. Influence de la qualité de nourriture sur la durée de développement

Pour chaque stade de développement, nous avons surveillé la durée du stade larvaire à savoir le premier, le second, le troisième et le quatrième stade, la durée de la pupaison et la longévité des adultes. Nous avons pris un effectif de 30 individus de coccinelles nourris avec le puceron du laurier-rose, et 30 autres individus nourris avec le grand puceron du laiteron.

5.1.5. Détermination de la sex-ratio

Un montage des génitalias est réalisé afin d'étudier la sex-ratio. Après l'émergence des adultes issus de l'élevage, nous avons pris 60 individus (30 individus nourris avec *U. sonchi* et 30 individus nourris avec *A. nerii*). Pour réaliser cette étude, nous avons observé les génitalias de tous les individus, pour la distinction entre les femelles et les mâles.

5.1.5.1. Montage des génitalias

Les génitalias sont les pièces sclérotinisées de l'appareil reproducteur. Ils jouent un rôle important dans l'identification des espèces. Ils ont des caractères de détermination souvent microscopiques, ils doivent être montés entre lame et lamelle. Les dissections fines sont effectuées après potassage, selon la technique mise au point par Matile (1993) qui comprend cinq étapes.

5.1.5.1.1. Nettoyage de l'individu

L'abdomen de l'insecte est séparé du reste du corps à l'aide d'un bistouri, puis placé dans un Bécher de 100ml de volume, contenant une solution aqueuse à 10 % de potasse (KOH). Ce contenu est porté à ébullition pendant 10 minutes, dans le but d'éliminer les organes non-sclérotinisés comme le tube digestif et le corps gras (Fig. 67).

5.1.5.1.2. Élimination des traces de la potasse

La seconde étape consiste à éliminer les traces de potasse contenues dans l'échantillon. La pièce est placée durant 10 minutes dans un verre de montre contenant de l'eau distillée. L'échantillon peut être mis directement dans un verre de montre dans de l'éthanol à 70°.

5.1.5.1.3. Déshydratation

La troisième étape vise à déshydrater l'échantillon. Ce dernier est mis dans un autre bain composé d'éthanol à 100°.

5.1.5.1.4. Imprégnation

La quatrième phase est une imprégnation pendant 1 seconde dans une solution de toluène.

5.1.5.1.5. Montage des génitalias

Une fois l'opération de macération terminée, les génitalias sont séparés de l'abdomen par déchirure ou par coupure de la membrane qui relie les deux organes situés généralement à l'extrémité de l'abdomen. Le montage des génitalias est effectué dans une goutte de liquide de Faure entre lame et lamelle. L'identification se fait à l'aide d'une loupe binoculaire en observant les détails de la morphologie des organes génitaux.

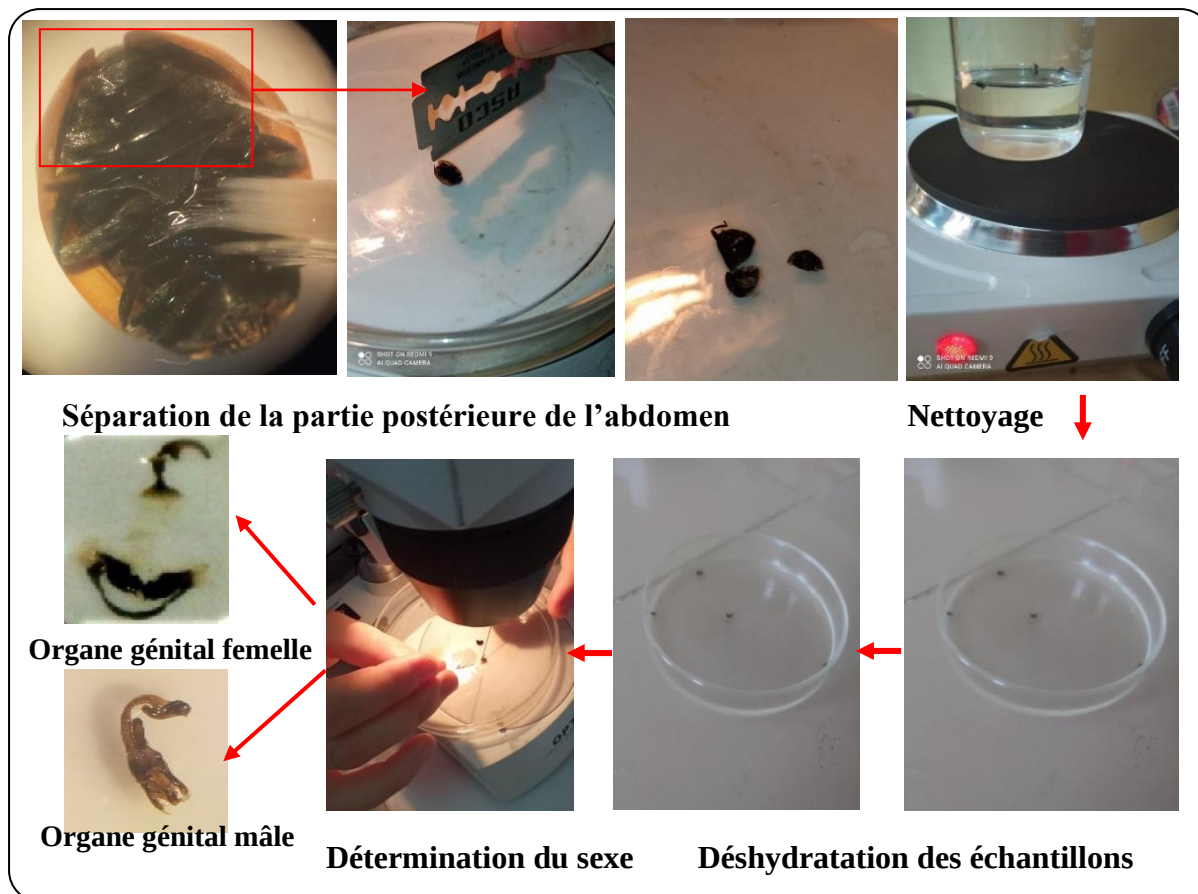


Figure 67 : Technique de montage des génétalias mâles et femelles de *Coccinella algerica* (Originale, 2020)

5.1.6. Détermination du taux de mortalité

Le taux de mortalité des individus est le rapport entre le nombre d'individus morts et la population totale. Pour étudier ce paramètre, nous avons relevé le nombre de larves qui meurent à chaque stade de développement et le nombre de nymphe qui n'arrivent pas à l'éclosion (43 individus nourris avec le puceron *U. sonchi* et 57 individus nourris avec le puceron *A. nerii*).

5.2. Lutte biologique avec les syrphes

5.2.1. Matériel biologique

Lors de cette étude, nous avons utilisé deux espèces de syrphes aphidiphages, il s'agit du syrphes ceinturé *Episyrphus balteatus* et du syrphes du groseillier *Syrphus ribesii*. Ces deux espèces sont alimentées avec une seule espèce de puceron, c'est le puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

5.2.1.1. Description des syrphes

5.2.1.1.1. Syrphe ceinturé

E. balteatus est connue sous le nom du syrphe ceinturé. Il a une taille qui varie entre 8 et 12 mm (Fig. 68a). L'abdomen est mince et allongé, avec des bandes noires et oranges et souvent recouvert de poils denses.

5.2.1.1.2. Syrphe du groseillier

L'espèce *S. ribesii* connue aussi sous le nom du syrphe du groseillier, mesure de 10 à 12 mm, avec un thorax foncé et un abdomen caractérisé par des bandes jaunes et noires typiques qui ressemble à des moustaches (Fig. 68b). Le fémur des pattes métathoraciques est presque entièrement jaune.

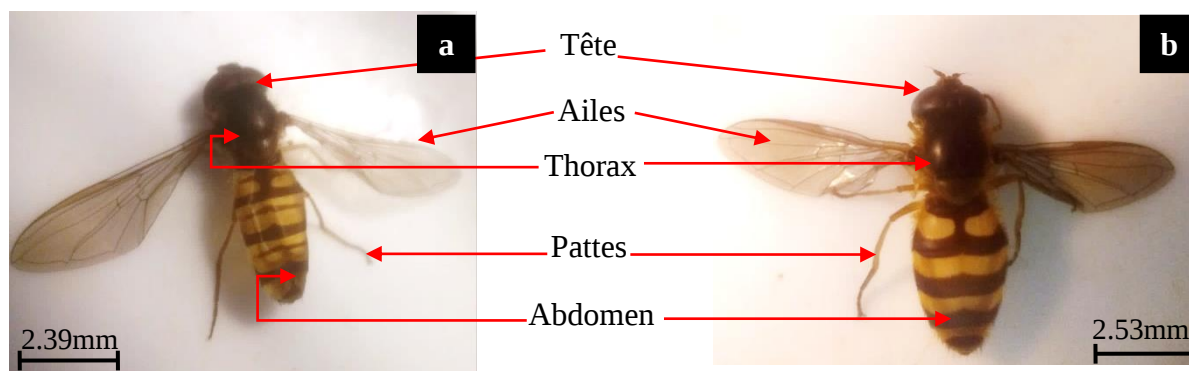


Figure 68 : Syrphes adultes (Originale, 2020)

a : *Epsyrphus balteatus*, **b** : *Syrphus ribesii*

5.2.1.2. Description du puceron noir de la fève

Le puceron *A. fabae* est de couleur noir, les antennes sont inférieures à la longueur du corps. Les cornicules sont courtes, droites et noires. La cauda est digitée est noire (Fig. 69).

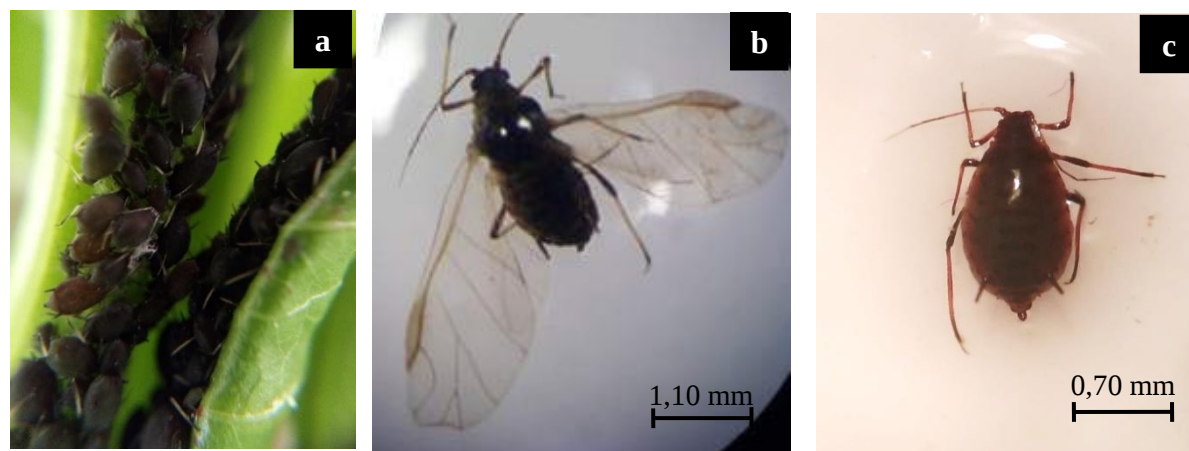


Figure 69 : Le puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Originale, 2020)

a : Population vivante d'*A. fabae* (G×6), **b** : Adulte ailé, **c** : Adulte aptère.

5.2.2. Elevage des syrphes

Pour réaliser l'élevage des syrphes, nous avons effectué plusieurs échantillonnages dans la commune de Draâ Ben Khedda durant trois mois du 10 mars 2020 jusqu'au 19 mai 2020.

Les œufs des deux espèces de syrphes aphidiphages, à savoir *E. balteatus* et *S. ribesii*, sont récoltés sur rumex élégant (*Rumex pulcher*) qui appartient à la famille des Polygonaceae et sur le laiteron (*Sonchus oleraceus*) qui appartient à la famille des Asteraceae. Les œufs sont récoltés sur ces plantes car elles sont très infestées par les pucerons. Les femelles des syrphes aphidiphages sont attirées par le miellat et en fonction de la disponibilité de cette substance, les femelles déposent leurs œufs soit à proximité, soit au sein des colonies de pucerons, pour ainsi garantir la nourriture aux larves dès l'éclosion.

Pour prélever les œufs, nous avons coupé soigneusement la partie de la plante qui les contient, afin d'éviter de les abimer. Les œufs sont mis séparément dans des boîtes de pétrie bien nettoyées et séchées pour éviter toute moisissure. Chaque boîte est recouverte d'une moustiquaire à maille fine pour assurer une bonne aération et éviter que les larves s'échappent au moment de leur déplacement (Fig. 70).

Afin de suivre le cycle de développement des deux espèces de syrphes (de l'éclosion jusqu'à l'émergence de l'imago), après éclosion, les larves sont nourries quotidiennement avec des pucerons vivants et un suivi est effectué dans le but d'évaluer les différents paramètres étudiés lors de cette étude.

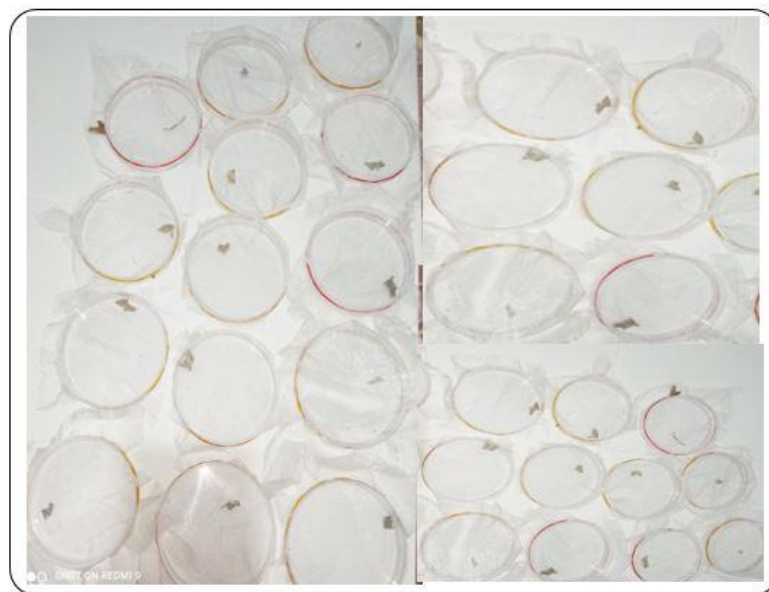


Figure 70 : Elevage des larves des syrphes (Originale, 2020)

5.2.3. Comparaison du taux de prédation

Pour comparer le taux de prédation d'*E. balteatus* et *S. ribesii*, chaque œuf de syrphe récolté a été déposé individuellement dans une boîte de pétri (90mm×15mm), recouverte d'un tissu de mousseline et attachée avec un élastique. Les œufs ont été surveillés jusqu'à l'éclosion. Après l'émergence, un total de 60 larves (30 larves pour chaque espèce) a été nourri quotidiennement avec le puceron noir de la fève *A. fabae*. Toutes les 24 heures, le nombre de pucerons ingérés est calculé et les boîtes de Pétri sont nettoyées avec l'éthanol afin d'éviter toute contamination. Les pucerons non consommés sont enlevés et de nouveaux sont fournis aux larves jusqu'à la pupaison.

5.2.4. Détermination de la durée moyenne des différents stades de développement

Les données de la durée du développement du stade larvaire, la durée de la pupaison et la longévité des adultes sont enregistrées quotidiennement pour chaque étape du développement. Nous avons pris un effectif de 30 individus pour chaque espèce. Après l'émergence des adultes, une goutte de miel et quelques fleurs sont déposées dans chaque boîte de pétri servant de nourriture pour les mouches (Wäckers et *al.*, 2008) (Fig. 71). Chaque jour, une nouvelle goutte et d'autres fleurs sont déposées, les imagos sont suivis jusqu'à leur mort.



Figure 71 : Elevage des syrphes adultes (Originale, 2020)

5.2.5. Effet des facteurs abiotiques sur les paramètres biologiques

Pour effectuer cette étude, 60 larves (30 larves pour chaque espèce) sont numérotées et suivies depuis l'éclosion des œufs jusqu'à l'émergence des adultes. Afin d'évaluer l'effet des facteurs abiotiques (température et humidité) sur la consommation des larves, la longévité des larves et des pupes, la moyenne des températures (°C) ainsi que l'humidité relative (%) journalières sont enregistrées durant toute la période expérimentale.

5.2.6. Détermination de la sex-ratio

Afin d'étudier la sex-ratio, nous avons utilisé 60 individus adultes, avec 30 individus pour chaque espèce issue de l'élevage. La détermination du sexe est basée sur l'observation des yeux (à l'aide d'une loupe binoculaire) après avoir enlevé la tête avec une lame. Les yeux chez le mâle sont collés au milieu de la tête (Holoptique), contrairement à la femelle, qui a des yeux séparés par un front (Dichoptique) (Constantin, 2020) (Fig. 72).

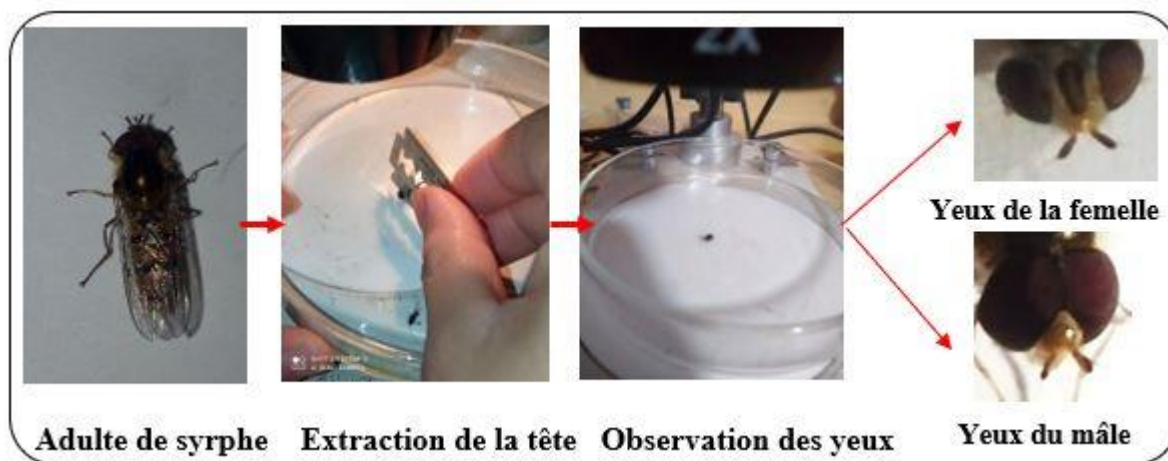


Figure 72 : Étapes de détermination du sexe des syrphes (*Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii*) (Originale, 2020)

5.2.7. Détermination du taux de mortalité

Le taux de mortalité des individus est le rapport entre le nombre d'individus morts et la population totale. Lors de cette étude, nous avons calculé le taux de mortalité pour les larves du second et du troisième stade et les pupes. Le premier stade n'est pas inclus car les larves des deux espèces se ressemblent. Au total 83 individus des deux espèces sont arrivés à l'éclosion mais uniquement 60 larves qui ont atteints le stade pupal, et 23 individus sont morts.

6. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides et leurs ennemis naturels recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition (richesse totale, abondance relative et fréquence d'occurrence), les indices

écologiques de structure (indice de Shannon et d'équitabilité de Pielou) et l'indice de similarité de Jaccard.

6.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport du nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire au nombre total de relevés. Plus ce rapport est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande. La qualité d'échantillonnage est calculée selon la formule suivante (Blondel, 1979) :

$$Q = a/N$$

Q : Qualité de l'échantillonnage.

a : Nombre des espèces vues une seule fois avec un seul exemplaire.

N : Nombre total de relevés.

6.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la constance ou la fréquence d'occurrence.

6.2.1. Richesse spécifique

Selon Ramade (1984), la richesse totale (S) est égale au nombre total des espèces présentes. Elle est obtenue à partir du nombre total des relevées.

6.2.2. Abondance relative

L'abondance relative (AR%) est analysée en calculant les abondances relatives des différentes espèces telles qu'estimées par Dajoz (2006) selon la formule suivante :

$$AR (\%) = ni \times 100/N$$

ni : est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

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

6.2.3. Constance ou fréquence d'occurrence

La constance est le rapport (%) sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce **i** pris en considération, divisé par le nombre total de relevés (Dajoz, 1971).

$$C = P/N \times 100$$

P : est le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

N : est le nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de la constance (C), les espèces sont classées comme suit :

$C = 100 \%$	—————→	Espèce omniprésente
$C > 75 \%$	—————→	Espèce constante
$50 \% < C < 75 \%$	—————→	Espèce régulière

$25\% < C < 50\%$	—————→	Espèce accessoire
$5\% < C < 25\%$	—————→	Espèce accidentelle
$C < 5\%$	—————→	Espèce rare

6.3. Indices écologiques de structure

Les deux indices écologiques de structure utilisés dans cette étude sont l'indice de Shannon et l'indice d'équitabilité E.

6.3.1. Indice de diversité de Shannon

Cet indice fournit des informations sur la diversité de chaque environnement considéré. L'indice de diversité de Shannon varie en fonction du nombre d'espèces présentes et l'abondance de chacune d'entre elles (Barbault, 2008). Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

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

H' : Indice de diversité de Shannon exprimé en unités binaires.

Q_i : Probabilité d'occurrence de l'espèce (**q_i** = **n_i**/N, où **n_i** : est le nombre d'espèces dans l'échantillon et le nombre d'individus, et **N** est la somme des **n_i** de toutes les espèces combinées).

Log₂ : logarithme-base 2.

6.3.2. Indice d'équitabilité (E)

D'après Blondel (1975), l'indice d'équitabilité est la relation entre la diversité réelle et la diversité théorique maximale.

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

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en bits.

H' max : est l'indice de diversité maximale exprimée en bits, il est calculé suivant cette formule :

$$H' \text{ max} = \log_2 S$$

S : est la richesse totale correspondant au nombre d'espèces présentes.

6.4. Indice de similarité de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard permet une comparaison entre deux sites ou deux milieux, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé (Olden et Rooney, 2006). Il a pour formule :

$$I = N_c / (N_1 + N_2 - N_c)$$

N_c : nombre de taxons commun aux stations 1 et 2

N₁ et **N₂** : nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2

Cet indice I varie de 0 à 1 et ne tient compte que des associations positives. Si l'indice I augmente, un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats évoquant ainsi

que la biodiversité interhabitat est faible (conditions environnementales similaires entre les habitats) (Le Houerou, 1995). Dans le cas contraire, si l'indice de Jaccard diminue, seul un faible nombre d'espèces est présent sur les deux habitats. Ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes indiquant que les différentes conditions de l'habitat déterminent un turn-over des espèces importantes (Bello et *al.*, 2007).

7. Etude statistique

Pour l'étude statistique des syrphes aphidiphages, nous avons utilisé l'Analyse en Composante Principale ACP et hiérarchique de Cluster.

Toutes les données sont analysées à l'aide du logiciel R studio version 4.0.2 (Juin 2020) et Microsoft Office Excel (Version 2016).

7.1. Analyse en composante principale (ACP)

L'analyse en composante principale est une technique de description statistique qui nous permet d'apprécier les résultats des groupes de paramètres dont l'interprétation devient de plus en plus complexe lorsque leurs dimensions et leurs nombres augmentent. Les paramètres biologiques des syrphes aphidiphages (la longévité des larves, le taux de consommation des larves, la durée de la pupaison), et les facteurs abiotiques (température moyenne et humidité relative moyenne) ont été soumis à une analyse en composantes principales ACP. Le choix de cette analyse se justifie par le fait que les variables étudiées sont quantitatives (Bouroche et Saporta, 1994).

7.2. Analyse hiérarchique de Cluster

Une autre méthode d'analyse des données est l'analyse hiérarchique de Cluster. Elle est généralement utilisée pour grouper des objets, des personnes ou des stimuli dans des groupes homogènes sur la base de leur similarité. Elle est particulièrement utile dans le cadre d'investigation exploratoire afin d'avoir des tendances générales au sein des données et de suggérer des pistes d'analyses futures (Kos et Psenicka, 2000). Les 30 individus étudiés d'*E. balteatus* et de *S. ribesii* ont été soumis à une analyse hiérarchique dans le but d'identifier les groupes similaires.

Chapitre IV

Résultats

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats relatifs à la bio-écologie des aphides des solanacées cultivées en plein champs et sous serre durant trois années d'étude (2019, 2020 et 2021) dans les régions de Tizi-Ouzou et de Boumerdès, ainsi que l'inventaire des différents ennemis naturels aphidiphages recensés. De même, seront présentés les résultats relatifs à la lutte biologique par l'utilisation de la coccinelle *C. algerica*, et des syrphes *E. balteatus* et *S. ribesii* contre plusieurs espèces de pucerons.

1. Bio-écologie des aphides des solanacées cultivées

Cette partie est consacrée aux résultats relatifs à l'inventaire des aphides et à l'analyse statistique, l'évolution de la population aphidienne ailée capturée à l'aide des pièges jaunes ainsi que les populations aphidiennes aptères recensées sur les feuilles de chaque variété de solanacées cultivées, durant les trois années d'étude dans la région de Tizi-Ouzou et des deux années d'étude dans la région de Boumerdès.

1.1. Inventaire global des aphides des solanacées cultivées

Les résultats de l'inventaire global des aphides recensés durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 sur les différentes variétés de solanacées cultivées sont représentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées durant les trois années d'étude (2019, 2020 et 2021) sur les différentes variétés de solanacées cultivées dans la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdès.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces
Anoeciinae	Anoecini	Anoecia	<i>A. corni</i> (Fabricius, 1775)
Aphidinae	Aphidini	Aphis	<i>A. coreopsidis</i> (Thomas, 1878)
			<i>A. craccivora</i> (Koch, 1854)
			<i>A. fabae</i> (Scopoli, 1763)
			<i>A. gossypii</i> (Glover, 1877)
			<i>A. idaei</i> (Van der Goot, 1912)
			<i>A. illinoisensis</i> (Shimer, 1866)***
			<i>A. nasturtii</i> (Kaltenbach, 1843)
			<i>A. nerii</i> (Boyer de Fonscolombe 1841)
			<i>A. pomi</i> (De Geer, 1773)
			<i>A. pseudocardui</i> (Theobald, 1917)
			<i>A. ruborum</i> (Börner, 1932)*
			<i>A. spiraeicola</i> (Patch, 1914)

			<i>Aphis</i> sp. (Linnaeus, 1758)
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i> (Geoffroy, 1762)
		<i>Melanaphis</i>	<i>M. donacis</i> (Passerini, 1862)**
		<i>Monellia</i>	<i>M. pecanis</i> (Bissel, 1983)
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i> (Walker, 1849)
			<i>R. maidis</i> (Geoffroy, 1762)
			<i>R. padi</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>R. rufiabdominale</i> (Sasaki, 1899)
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. eastopi</i> (Van Harten et Ilharco, 1971)
			<i>S. graminum</i> (Rondani, 1852)
			<i>S. rotundiventris</i> (Signoret, 1860)
		<i>Toxoptera</i>	<i>T. aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. pisum</i> (Harris, 1776)
		<i>Amphorophora</i>	<i>A. rubi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. amygdalinus</i> (Schoutede, 1905)
			<i>B. cardui</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>B. helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
			<i>B. rumexicolens</i> (Patch, 1917)
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Cavariella</i>	<i>C. aegopodii</i> (Scopoli, 1763)
			<i>C. pastinacae</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>C. theobaldi</i> (Gill et Bragg, 1923)
			<i>Cavariella</i> sp. (Del guericco, 1911)
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. hippophae</i> (Walker, 1852)
			<i>C. horni</i> (Börner, 1931)
			<i>Capitophorus</i> sp. (Van der Goot, 1913)
		<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i> (Kurdjumov, 1913)
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i> (Theobald, 1923)
			<i>D. foeniculus</i> (Theobald, 1923)
			<i>D. plantaginea</i> (Passerini, 1860)
			<i>D. pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)

			<i>D. tulipae</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)
		<i>Eucarazzia</i>	<i>E. elegans</i> (Ferrari, 1872)**
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i> (Passerini, 1860)
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>H. picridis</i> (Borner et Blunck, 1916)
			<i>Hyperomyzus</i> sp. (Börner, 1933)
		<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i> (Thomas, 1878)
			<i>M. rosae</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Megoura</i>	<i>M. viciae</i> (Buckton, 1876)
		<i>Metopolophium</i>	<i>M. dirhodum</i> (Walker, 1849)
		<i>Myzus</i>	<i>M. ascalonicus</i> (Doncaster, 1946)
			<i>M. cerasi</i> (Fabricius, 1775)
			<i>M. ornatus</i> (Laing, 1932)
			<i>M. persicae</i> (Sulzer, 1776)
			<i>Myzus</i> sp. (Passerini, 1860)
		<i>Nasonovia</i>	<i>N. ribisnigri</i> (Mosley, 1841)
		<i>Phorodon</i>	<i>P. humuli</i> (Schrank, 1801)
		<i>Rhopalosiphoninus</i>	<i>R. staphyleae</i> (Koch, 1854)
		<i>Semiaphis</i>	<i>S. dauci</i> (Fabricius, 1775)*
		<i>Sitobion</i>	<i>S. avenae</i> (Fabricius, 1775)
			<i>S. fragariae</i> (Walker, 1848)
		<i>Uroleucon</i>	<i>U. sonchi</i> (Linnaeus, 1767)
		<i>Wahlgreniella</i>	<i>W. nervata</i> (Gillette, 1908)
Calaphidinae	Panaphidini	<i>Therioaphis</i>	<i>T. trifolii</i> (Monell, 1882)
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Chaitophorus</i>	<i>C. populeti</i> (Panzer, 1801)
		<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i> (Passerini, 1860)
Eriosomatinae	Eriosomatini	<i>Tetraneura</i>	<i>T. nigriabdominalis</i> (Sasaki, 1899)
			<i>T. ulmi</i> (Linnaeus, 1758)
Myzocallidinae	Fordini	<i>Smynthuroides</i>	<i>S. betae</i> (Westwood, 1849)
	Myzocallidini	<i>Myzocallis</i>	<i>M. castanicola</i> (Baker, 1917)
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>P. bursarius</i> (Linnaeus, 1758)***

			<i>Pemphigus</i> sp. (Hartig, 1839)
07	09	40	78

* : Espèces nouvelles pour l'Algérie

** : Espèce recensées pour la deuxième fois en Algérie

*** : Espèces nouvelles pour la région de Tizi-Ouzou

L'analyse de la faune aphidienne dans les différentes cultures des solanacées cultivées durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 a permis de dresser une liste de 78 espèces aphidiennes réparties en sept sous-familles, celles des Anoeciinae, des Aphidinae, des Calaphidinae, des Eriosomatinae, des Chaitophorinae, des Pemphiginae et des Myzocallidinae, en neuf tribus : Anoecini, Aphidini, Macrosiphini, Panaphidini, Eriosomatini, Atheroidini, Fordini, Myzocallidini et Pemphigini et 40 genres. Cette étude nous a permis de recenser deux espèces nouvelles pour l'Algérie, il s'agit du puceron des mûres sauvages *A. ruborum* et le puceron de la carotte *S. dauci*. Deux espèces sont recensées pour la deuxième fois en Algérie, *E. elegans* et *M. donacis* et deux espèces sont nouvelles pour la région d'étude, ce sont *A. illinoisensis* et *P. bursarius* (Tableau 12).

1.2.Culture de pomme de terre (*S. tuberosum*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons recensés dans les parcelles de pomme de terre sont présentés dans le tableau13.

Tableau 13 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les cinq parcelles de pomme de terre dans les deux régions d'études.

				2019		2020		
Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	Li	Lo	Dé	Fa	Ti
Anoeciinae	Anoecini	Anoecia	<i>A. corni</i>	-	+	-	-	+
Aphidinae	Aphidini	Aphis	<i>A. coreopsidis</i>	+	+	+	-	+
			<i>A. craccivora</i>	+	-	+	+	+
			<i>A. fabae</i>	+	+	+	+	+
			<i>A. gossypii</i>	+	+	+	+	+
			<i>A. idaei</i>	+	+	+	+	+
			<i>A. nasturtii</i>	+	+	+	-	+
			<i>A. nerii</i>	+	-	-	-	+
			<i>A. pomi</i>	+	-	-	-	-
			<i>A. ruborum</i>	-	-	+	-	-
			<i>A. spiraeicola</i>	+	-	+	+	+
			<i>Aphis</i> sp.	+	+	+	-	+

		<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i>	-	-	+	-	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i>	+	+	+	-	+
			<i>R. maidis</i>	+	+	+	+	+
			<i>R. padi</i>	+	+	+	+	+
			<i>R. rufiabdominale</i>	-	-	+	-	-
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. graminum</i>	-	+	+	+	-
		<i>Toxoptera</i>	<i>T. aurantii</i>	-	-	-	+	-
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. pisum</i>	+	+	+	+	+
		<i>Amphorophora</i>	<i>A. rubi</i>	-	+	+	-	-
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i>	+	+	+	+	+
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i>	-	+	+	+	+
			<i>B. helichrysi</i>	+	+	+	+	+
			<i>B. amygdalinus</i>	-	+	+	+	+
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i>	+	+	+	+	+
		<i>Cavariella</i>	<i>C. theobaldi</i>	+	+	+	+	+
			<i>Cavariella</i> sp.	+	+	+	-	+
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. hippophae</i>	+	+	+	-	+
			<i>C. horni</i>	-	+	-	-	-
			<i>Capitophorus</i> sp.	-	-	+	-	-
		<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i>	-	-	+	-	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i>	+	+	+	-	+
			<i>D. foeniculus</i>	+	+	+	+	+
			<i>D. plantaginea</i>	+	+	+	+	+
			<i>D. pyri</i>	-	+	-	+	-
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i>	-	+	+	-	+
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i>	+	+	+	-	+
			<i>Hyperomyzus</i> sp.	-	-	+	-	-
		<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i>	-	-	+	-	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i>	+	+	+	-	+
			<i>M. rosae</i>	+	+	+	-	+
		<i>Megoura</i>	<i>M. viciae</i>	-	-	+	-	+
		<i>Myzus</i>	<i>M. ascalonicus</i>	-	+	+	-	-

			<i>M. cerasi</i>	-	+	-	-	-
			<i>M. ornatus</i>	-	+	+	-	-
			<i>M. persicae</i>	+	+	+	-	+
			<i>Myzus</i> sp.	-	+	+	-	-
		<i>Metopolophium</i>	<i>M. dirhodum</i>	-	+	-	-	-
		<i>Nasonovia</i>	<i>N. ribisnigri</i>	-	+	+	-	+
		<i>Phorodon</i>	<i>P. humuli</i>	-	+	+	-	+
		<i>Rhopalosiphoninus</i>	<i>R. staphyleae</i>	-	+	+	-	-
		<i>Sitobion</i>	<i>S. avenae</i>	+	+	+	-	+
		<i>Uroleucon</i>	<i>U. sonchi</i>	+	+	+	-	+
		<i>Wahlgreniella</i>	<i>W. nervata</i>	-	+	+	-	-
Calaphidinae	Panaphidini	<i>Therioaphis</i>	<i>T. trifolii</i>	-	+	+	-	-
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i>	-	+	+	-	-
	Chaitophorini	<i>Chaitophorus</i>	<i>C. populeti</i>	-	+	+	-	-
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>P. bursarius</i>	+	+	+	-	+
			<i>Pemphigus</i> sp.	-	+	-	-	+
05	07	32	61	29	47	53	26	37

Li : Liseta ; Lo : Louane ; Dé : Désirée ; Fa : Fabula ; Ti : Timate ; + : Présence ; - : Absence.

L'analyse de la faune aphidienne recensée sur les cinq parcelles étudiées révèle l'existence de 61 espèces, durant les deux années d'étude. En 2019, 29 espèces sont recensées sur la variété Liseta et 47 espèces sur la variété Louane. En 2020, 53 espèces sont notées sur la variété Désirée, 26 espèces sur la variété Fabula et 37 espèces sur la variété Timate (Tableau 13). Ces espèces sont réparties en cinq sous-familles à savoir : celle des Aphidinae, des Anoeciinae, des Chaitophorinae, des Pemphiginae et des Calaphidinae, représentées par sept tribus : Aphidini, Macrosiphini, Anoecini, Panaphidini, Atheroidini, Chaitophorini, et Pemphigini et 32 genres. L'espèce *A. ruborum* est signalée pour la première fois en Algérie, elle est piégée dans les bassines jaunes placées dans la parcelle de la variété Désirée située dans la région de Makouda.

1.2.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition, les indices écologiques de structure et l'indice de similarité de Jaccard.

1.2.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces aphidiennes capturées dans les cinq variétés de pomme de terre est représentée dans le tableau 14.

Tableau 14 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de pomme de terre.

Années Paramètres	2019		2020		
	Liseta	Lounae	Désirée	Fabula	Timate
a	1	0	63	2	1
N	13	13	12	12	12
a/N	0,07	0	0,25	0,16	0,08

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensés dans les cinq parcelles est proche de zéro, l'échantillonnage est donc considéré comme bon (Tableau 14).

1.2.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

1.2.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturées dans les cinq variétés de pomme de terre sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Richesse totale en espèces sur les cinq cultures de pomme de terre.

Variétés	Nombre d'espèces
Liseta	29
Lounae	47
Désirée	53
Fabula	26
Timate	37

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturées à l'aide des pièges jaunes installés dans la parcelle de pomme de terre variété Désirée est de 53 espèces. Dans la parcelle variété Louane, elle est de 47 espèces. 37 espèces sont enregistrées dans la parcelle Timate, 29 espèces dans la parcelle Liseta et 26 espèces sont piégées dans la parcelle Fabula (Tableau 15).

1.2.1.2.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces de pucerons capturées à l'aide des pièges jaunes durant les années 2019 et 2020, dans les cinq variétés de pomme de terre sont mentionnés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les cinq variétés de pomme de terre.

Années Variétés	2019				2020					
	Liseta		Lounae		Désirée		Fabula		Timate	
Espèces	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. coreopsidis</i>	0	0	0	0	2	0,28	0	0	2	0,39
<i>A. craccivora</i>	14	3,49	56	5,43	51	7,09	34	12,5	63	12,5
<i>A. fabae</i>	39	9,72	98	9,5	106	14,74	24	8,82	45	8,92
<i>A. gossypii</i>	44	10,97	69	6,69	89	11,96	33	12,13	23	4,56
<i>A. idaei</i>	6	1,49	6	0,58	3	0,42	6	2,20	5	0,99
<i>A. nasturtii</i>	24	5,98	28	2,71	9	1,25	0	0	19	3,76
<i>A. nerii</i>	10	2,49	0	0	0	0	0	0	4	0,79
<i>A. pisum</i>	7	1,74	19	1,84	13	18	4	1,47	4	0,79
<i>A. pomi</i>	8	1,99	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. rubi</i>	0	0	9	0,87	2	0,28	0	0	0	0
<i>A. ruborum</i>	0	0	0	0	11	1,53	0	0	0	0
<i>A. solani</i>	6	1,49	24	2,32	16	2,22	11	4,04	13	2,57
<i>A. spiraecola</i>	29	7,23	0	0	20	2,8	39	14,33	22	4,36
<i>A. corni</i>	9	2,24	16	1,55	0	0	0	0	9	1,78
<i>Aphis sp.</i>	0	0	1	0,09	14	1,95	0	0	3	0,59
<i>B. amygdalinus</i>	0	0	7	0,67	6	0,83	5	1,83	6	1,19
<i>B. brassicae</i>	17	4,23	9	0,87	8	1,11	6	2,2	17	3,37
<i>B. cardui</i>	0	0	11	1,06	12	1,67	1	0,36	5	0,99
<i>B. helichrysi</i>	3	0,74	13	1,26	4	0,56	0	0	6	1,19
<i>C. hippophae</i>	7	1,74	9	0,87	3	0,42	3	1,10	7	1,38
<i>C. horni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>C. populeti</i>	0	0	6	0,58	6	0,83	0	0	0	0
<i>C. theobaldi</i>	6	1,49	1	0,09	9	1,25	3	1,10	6	1,19
<i>Cavariella</i> sp.	7	1,74	3	0,29	12	1,67	4	1,47	7	1,38
<i>Capitophorus</i> sp.	0	0	10	0,96	2	0,3	0	0	0	0
<i>D. foeniculus</i>	6	1,49	11	1,06	9	1,25	3	1,10	6	1,19
<i>D. noxia</i>	10	2,44	0	0	3	0,42	0	0	0	0
<i>D. plantaginea</i>	0	0	8	0,77	11	1,52	1	0,36	4	0,79
<i>D. pyri</i>	0	0	7	0,67	0	0	2	0,73	0	0
<i>D. apiifolia</i>	3	0,74	8	0,77	5	0,7	0	0	3	0,59
<i>H. foeniculi</i>	0	0	6	0,58	12	1,67	0	0	6	1,19
<i>H. pruni</i>	0	0	6	0,58	1	0,14	0	0	0	0
<i>H. lactucae</i>	45	11,22	66	6,40	35	4,87	19	6,89	35	6,94
<i>Hyperomyzus</i> sp.	0	0	0	0	2	0,28	0	0	0	0
<i>L. erysimi</i>	0	0	0	0	4	0,55	0	0	0	0
<i>M. rosae</i>	6	1,49	6	0,58	6	0,83	5	1,83	6	1,19
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	3	0,29	4	0,55	0	0	0	0
<i>M. cerasi</i>	0	0	6	0,58	6	0,83	0	0	0	0
<i>M. dirhodum</i>	14	2,9	1	0,09	0	0	0	0	0	0
<i>M. euphorbiae</i>	12	2,99	26	2,52	37	5,14	14	5,14	18	3,57
<i>M. ornatus</i>	0	0	7	0,67	3	0,42	0	0	0	0
<i>M. viciae</i>	0	0	0	0	1	0,14	0	0	1	0,19
<i>M. persicae</i>	57	14,21	156	15,13	64	9	28	10,29	79	15,67
<i>Myzus</i> sp.	0	0	1	0,09	2	0,28	0	0	0	0
<i>N. ribisnigri</i>	0	0	7	0,67	2	0,28	0	0	7	1,38
<i>P. bursarius</i>	3	0,74	56	5,43	13	1,81	13	4,77	15	2,97
<i>P. humuli</i>	0	0	3	0,29	2	0,28	0	0	2	0,39
<i>Pemphigus</i> sp.	0	0	6	0,58	1	0,14	0	0	4	0,79
<i>R. insertum</i>	0	0	9	0,87	8	1,11	0	0	3	0,59
<i>R. maidis</i>	18	4,48	112	10,86	21	2,92	13	4,77	18	3,57

<i>R. padi</i>	11	2,74	56	5,43	24	3,34	14	5,14	22	4,36
<i>R. staphyleae</i>	0	0	4	0,38	5	0,7	0	0	0	0
<i>R. rufiabdominale</i>	0	0	0	0	9	1,25	0	0	0	0
<i>S. avenae</i>	8	1,99	32	3,10	7	0,97	2	0,73	1	0,19
<i>S. graminum</i>	0	0	23	2,23	9	1,25	7	2,57	0	0
<i>S. maydis</i>	0	0	10	0,96	3	0,42	0	0	0	0
<i>T. aurantii</i>	0	0	0	0	0	0	6	2,2	0	0
<i>T. trifolii</i>	0	0	0	0	6	0,83	0	0	0	0
<i>U. sonchi</i>	4	0,99	14	1,35	3	0,42	7	2,57	8	1,58
<i>W. nervata</i>	0	0	1	0,09	6	0,83	0	0	0	0
Total	420	100	1046	100	719	100	304	100	504	100

ni : Nombre d'espèces ; AR%: Abondance relative

En 2019, au niveau de la parcelle Liseta, *M. persicae* est l'espèce la plus capturée avec 57 individus, correspond à une fréquence de 14,21%, suivie par *H. lactucae* avec une fréquence de 11,22%. Dans la culture Louane, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence de 15,13%, suivie par *R. maidis* avec 112 individus soit une fréquence de 10,86%. En 2020, les espèces les plus dominantes dans la parcelle Désirée sont : *A. fabae* et *A. gossypii* avec une fréquence relative de 14,74% et 11,96% respectivement. Dans la parcelle Fabula, *A. spiraecola* est l'espèce la plus capturée avec une fréquence de 14,33%, suivie de l'espèce *A. craccivora* avec une fréquence de 12,50%. Dans la parcelle Timate, *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence de 15,67%, suivie de l'espèce *A. craccivora* avec une fréquence de 12,50% (Tableau 16).

1.2.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de pomme de terre sont reportés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de pomme de terre.

Années Espèces	2019				2020					
	Liseta		Lounae		Désirée		Fabula		Timate	
	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla
<i>A. coreopsidis</i>	–	–	–	–	8,33	Acci	–	–	16,66	Acci
<i>A. craccivora</i>	46,15	Acce	76,92	Con	58,33	Rég	61,53	Rég	75	Con
<i>A. fabae</i>	92,30	Con	76,92	Con	91,66	Con	69,23	Rég	83,33	Con
<i>A. gossypii</i>	92,30	Con	23,07	Acci	91,66	Con	84,61	Con	75	Con
<i>A. idaei</i>	30,76	Acce	69,23	Rég	8,33	Acci	30,74	Acce	33,33	Acce
<i>A. nasturtii</i>	69,23	Rég	7,69	Acci	25	Acci	–	–	75	Con
<i>A. nerii</i>	61,53	Rég	–	–	–	–	–	–	25	Acci
<i>A. pisum</i>	15,38	Acci	46,15	Acce	33,33	Acce	30,76	Acce	25	Acci
<i>A. pomi</i>	15,38	Acci	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>A. rubi</i>	–	–	15,38	Acci	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>A. ruborum</i>	–	–	–	–	25	Acci	–	–	–	–
<i>A. solani</i>	23,07	Acci	15,38	Acci	41,66	Acce	38,46	Acce	66,66	Rég
<i>A. spiraecola</i>	84,61	Con	–	–	33,33	Acce	53,84	Rég	75	Con
<i>A. corni</i>	38,46	Acce	69,23	Rég	–	–	–	–	41,66	Acce
<i>Aphis</i> sp.	–	–	15,38	Acci	33,33	Acce	–	–	25	Acci
<i>B. amygdalinus</i>	–	–	15,38	Acci	25	Acci	30,76	Acce	41,66	Acce
<i>B. brassicae</i>	38,46	Acce	7,69	Acci	33,33	Acce	30,76	Acce	66,66	Rég
<i>B. cardui</i>	–	–	46,15	Acce	50	Rég	7,69	Acci	16,66	Acci
<i>B. helichrysi</i>	7,69	Acci	15,38	Acci	16,66	Acci	23,07	Acce	33,33	Acce
<i>C. hippophae</i>	23,07	Acci	30,76	Acce	8,33	Acci	–	–	33,33	Acce
<i>C. horni</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>C. populeti</i>	–	–	53,84	Rég	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>C. theobaldi</i>	23,07	Acce	23,07	Acce	33,33	Acce	–	–	33,33	Acce
<i>Cavariella</i> sp.	15,38	Acce	7,69	Acci	41,66	Acce	23,07	Acce	50	Rég
<i>Capitophorus</i> sp.	–	–	30,76	Acce	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>D. foeniculus</i>	23,07	Acci	23,07	Acce	33,33	Acce	23,07	Acce	33,33	Acce
<i>D. noxia</i>	15,38	Acci	–	–	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>D. plantaginea</i>	–	–	15,38	Acci	33,33	Acce	7,69	Acci	33,33	Acce

<i>D. pyri</i>	–	–	46,15	Acce	–	–	7,69	Acci	–	–
<i>D. apiifolia</i>	7,69	Acci	30,76	Acce	16,66	Acci	–	–	16,66	Acci
<i>H. foeniculi</i>	–	–	69,23	Rég	33,33	Acce	–	–	33,33	Acce
<i>H. pruni</i>	–	–	23,07	Acci	25	Acci	–	–	–	–
<i>H. lactucae</i>	92,30	Con	15,38	Acci	50	Rég	7,76	Acci	75	Con
<i>Hyperomyzus</i> sp.	–	–	–	–	8,33	Acci	–	–	–	–
<i>L. erysimi</i>	–	–	–	–	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>M. rosae</i>	15,38	Acci	15,38	Acci	16,66	Acci	30,76	Acce	41,66	Acce
<i>M. ascalonicus</i>	–	–	15,38	Acci	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>M. cerasi</i>	–	–	15,38	Acci	25	Acci	–	–	–	–
<i>M. dirhodum</i>	15,38	Acci	69,23	Rég	–	–	–	–	–	–
<i>M. euphorbiae</i>	23,07	Acci	15,38	Acci	41,66	Acce	38,46	Acce	66,66	Rég
<i>M. ornatus</i>	–	–	84,61	Con	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>M. viciae</i>	–	–	–	–	8,33	Acci	–	–	8,33	Acci
<i>M. persicae</i>	100	Omn	7,69	Acci	75	Con	100	Omn	91,66	Con
<i>Myzus</i> sp.	–	–	23,07	Acci	8,33	Acci	–	–	–	–
<i>N. ribisnigri</i>	–	–	15,38	Acci	8,33	Acci	–	–	33,33	Acce
<i>P. bursarius</i>	7,69	Acci	15,38	Acci	41,66	Acce	23,07	Acci	58,33	Rég
<i>P. humuli</i>	–	–	15,38	Acci	8,33	Acci	–	–	16,66	Acci
<i>Pemphigus</i> sp.	–	–	7,69	Acci	8,33	Acci	–	–	25	Acci
<i>R. insertum</i>	–	–	76,92	Con	16,66	Acci	–	–	25	Acci
<i>R. maidis</i>	61,53	Rég	53,84	Rég	50	Rég	30,76	Acce	66,66	Rég
<i>R. padi</i>	30,76	Acce	61,53	Rég	50	Rég	38,46	Acce	83,33	Con
<i>R. staphyleae</i>	–	–	38,46	Acce	25	Acci	–	–	–	–
<i>R. rufiabdominale</i>	–	–	–	–	33,33	Acci	–	–	–	–
<i>S. avenae</i>	30,76	Acce	46,15	Acce	25	Acci	15,38	Acci	8,33	Acci
<i>S. graminum</i>	–	–	23,07	Acci	33,33	Acce	30,76	Acce	–	–
<i>S. maydis</i>	–	–	15,38	Acci	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>T. aurantii</i>	–	–	–	–	–	–	30,76	Acce	–	–
<i>T. trifolii</i>	–	–	–	–	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>U. sonchi</i>	15,38	Acci	7,69	Acci	16,66	Acci	38,76	Acce	41,66	Acce
<i>W. nervata</i>	–	–	30,76	Acce	33,33	Acce	–	–	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences ; **Cla** : Classe de constance ; **Omn** : Omniprésente ; **Con** : Constante ; **Acci** : Accidentelle ; **Acce** : Accessoire ; **Rég** : Régulière

Les résultats des fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes étudiées au niveau des cinq parcelles de pomme de terre, montrent que ces espèces ont des valeurs très variables. Elles sont soit accessoires, régulières, constantes, omniprésentes et accidentelles. *M. persicae* (100%) est classée dans la catégorie omniprésente dans les variétés Lésita et Fabula. Sur les cinq variétés les espèces *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. nasturtii*, *A. spiraecola*, *H. lactucae*, *M. persicae*, *R. insertum* et *R. padi* sont classées dans la catégorie constante.

1.2.1.3. Indices écologiques de structure

La diversité de Shannon (H'), la diversité maximale ($H'_{\max}$) et l'indice d'équitabilité (E_q) calculés pour toutes les espèces aphidiennes inventoriées sur les cinq variétés de pomme de terre, sont rassemblés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E_q) des espèces de pucerons capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre durant les deux années d'étude (2019 et 2020).

Années Paramètres	2019		2020		
	Liseta	Louane	Désirée	Fabula	Timate
H' (bits) : Diversité de Shannon	4,27	4,61	4,74	4,44	4,44
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	4,85	5,49	5,72	4,70	5,12
E_q : Equitabilité	0,88	0,84	0,83	0,94	0,87

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant les deux années est compris entre 4,27 et 4,74 bits. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie de 4,70 à 5,72 bits. Pour l'équitabilité (E_q), elle tend vers 1 dans les cinq parcelles de pomme de terre, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces (Tableau 18).

1.2.1.4. Indice de similarité de Jaccard

L'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de pomme de terre de saison à savoir : la variété Liseta, Louane et Désirée en comparant leur richesse avec les variétés d'arrière-saison, à savoir la variété Fabula et Timate est représenté dans le tableau 19.

Tableau 19 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de pomme de terre de saison et des variétés d'arrière-saison.

Paramètres	Valeurs
N_c : Nombre d'espèces communes	43
N_1 : Nombre d'espèces observées sur les variétés de pomme de terre de saison	58
N_2 : Nombre d'espèces observées sur les variétés de pomme de terre d'arrière-saison	40
I : Indice de Jaccard	0,78

Le nombre d'espèces observées sur les variétés de pomme de terre de saison (Liseta, Louane et Désirée) est égal à 58 espèces, par contre sur les variétés de pomme de terre d'arrière-saison (Fabula et Timate), 40 espèces sont observées. 43 espèces sont communes entre les ces deux variétés. La valeur de l'indice de Jaccard calculée est égale à 0,78 (Tableau 19).

1.2.2. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturées dans les cinq cultures de pomme de terre pendant les deux années d'étude est illustrée dans les figures 73, 74, 75, 76 et 77.

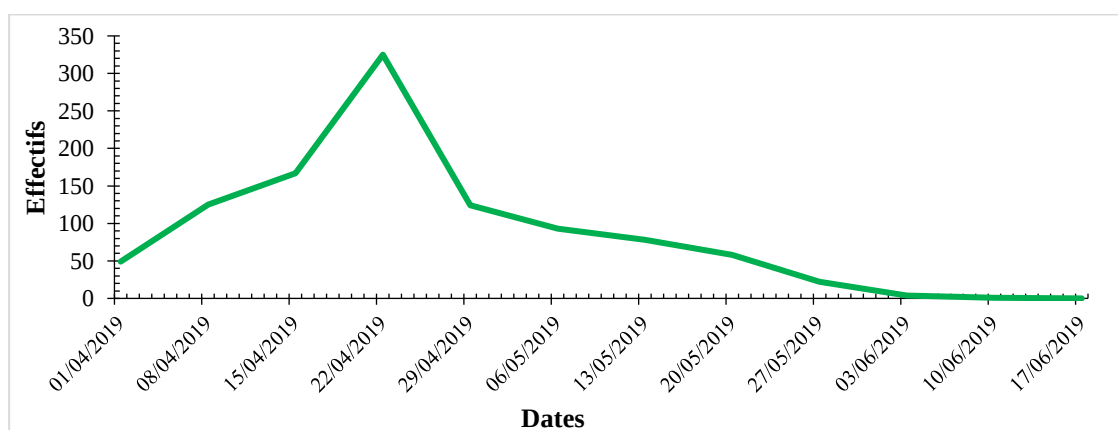


Figure 73 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Louane durant l'année 2019

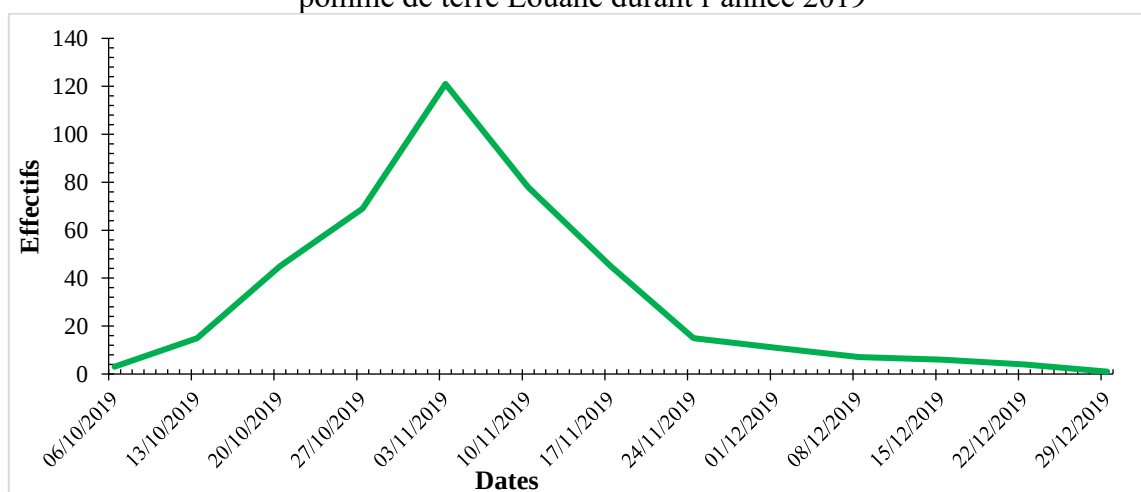


Figure 74 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Liseta durant l'année 2019

D'après les résultats reportés dans les figures 73 et 74, il ressort que les premiers pucerons ailés sont piégés le 1^{er} avril 2019, un pic est observé le 22 avril 2019 avec un effectif de 325 individus pour la variété Louane. Par contre au niveau de la parcelle Liseta, cultivée en arrière-saison, ils sont observés le 13 octobre 2019, et le pic est observé le 03 novembre 2019

avec un effectif de 121 individus. A partir de ces pics, le nombre de pucerons diminue progressivement pour s'anuler le 17 juin 2019 pour la variété Louane et un seul individu est capturé sur la variété Liseta le 29 décembre 2019.

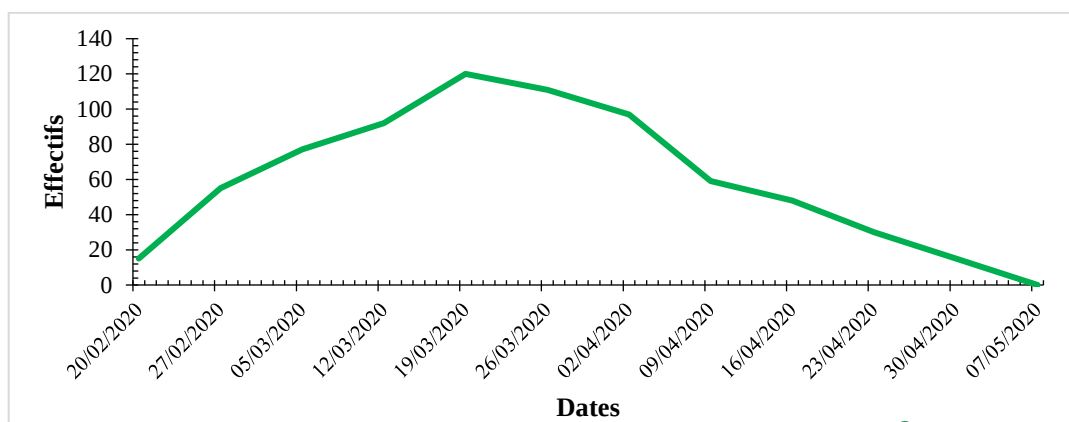


Figure 75 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Désirée durant l'année 2020

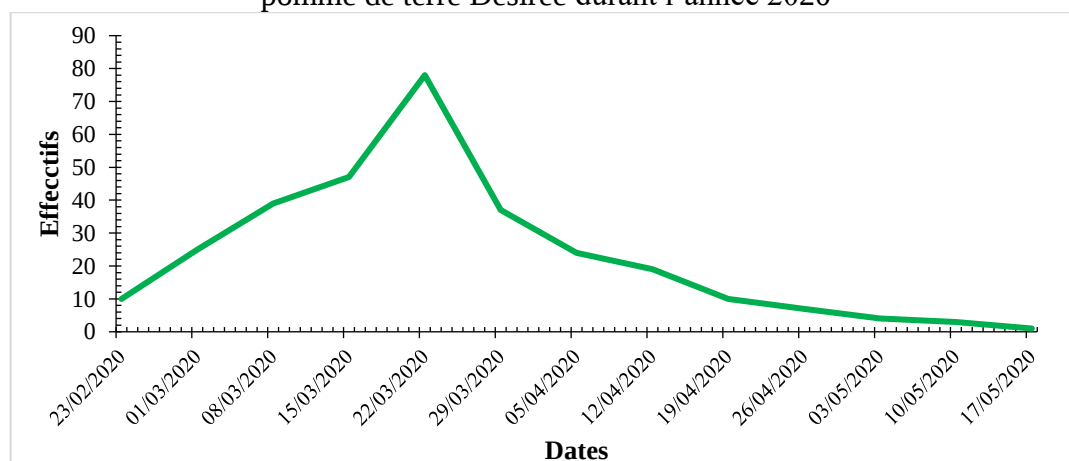


Figure 76 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Fabula durant l'année 2020

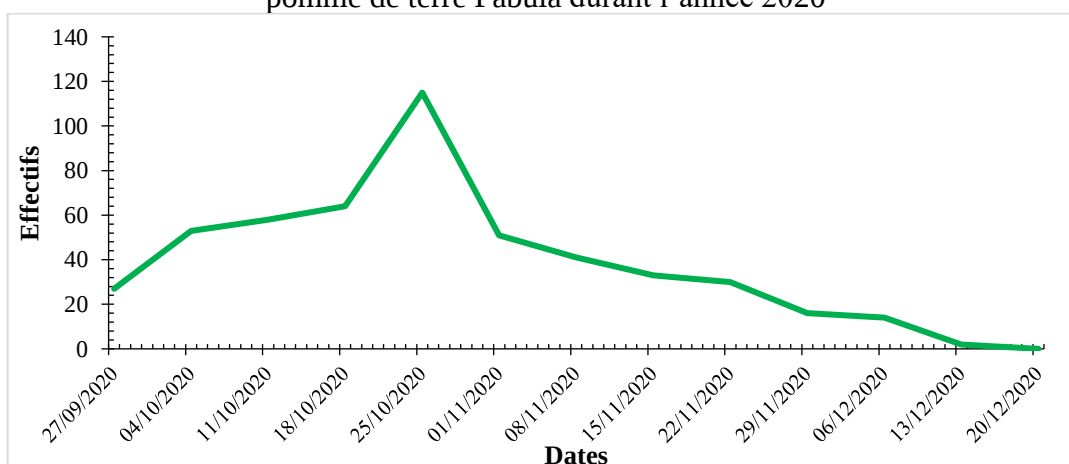


Figure 77 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes dans la parcelle de pomme de terre Timate durant l'année 2020

D'après les figures 75 et 76, il ressort qu'en 2020, les premiers pucerons ailés capturés dans la parcelle Désirée, sont observés le 20 février 2020, alors qu'au niveau de la parcelle Fabula, ils sont observés le 23 février 2020. Dans la parcelle d'arrière-saison (variété Timate), les premiers individus ailés sont capturés le 27 septembre 2020 (Fig.77). Les effectifs des aphides piégés augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic de 120 individus le 19 mars 2020 en culture de pomme de terre de saison (variété Désirée) et de 78 individus le 22 mars 2020 pour la variété Fabula. Un pic de 115 individus est enregistré le 25 octobre 2020 pour la variété Timate. Les effectifs des pucerons diminuent à la fin du mois de mai pour les deux cultures Désirée et Fabula et à la fin du mois de décembre pour la variété Timate.

1.2.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de pomme de terre

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de pomme de terre, durant les années 2019 et 2020 sont illustrés dans la figure 78.

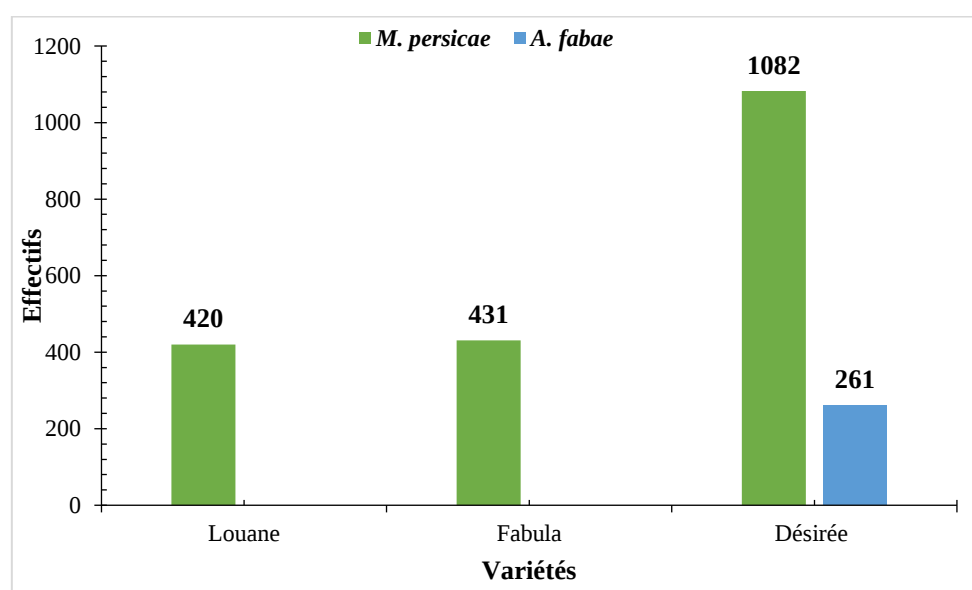


Figure 78 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pomme de terre variété Louane, Fabula et Désirée durant les années 2019 et 2020

L'espèce *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles de pomme de terre variétés Louane et Fabula, avec un effectif de 420 et 431 individus respectivement. Deux espèces se sont développées sur les feuilles de la variété Désirée, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec un effectif de 1082 individus (81%) et *A. fabae* est recensée avec un effectif de 261 individus (19%) (Fig.78). Sur les deux autres variétés, à savoir Liseta et Timate, aucun puceron aptère n'a été recensé.

1.2.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de pomme de terre

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de pomme de terre en 2019 et 2020 est illustrée par les figures 79, 80 et 81.

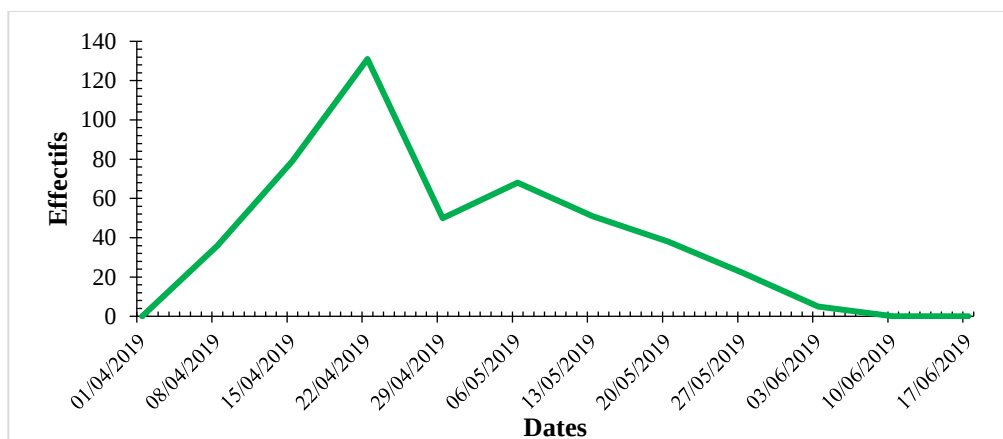


Figure 79 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Louane dans la région de Thala Athmane en 2019

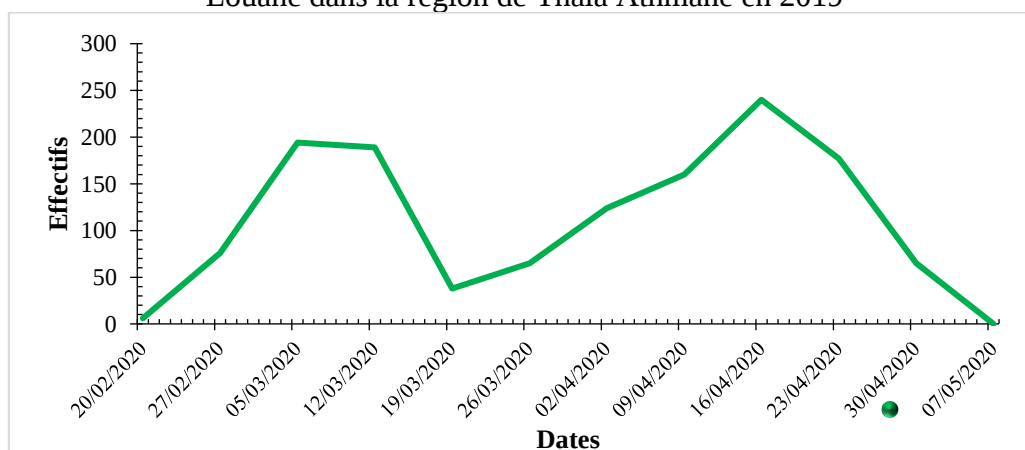


Figure 80 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Désirée dans la région de Makouda en 2020

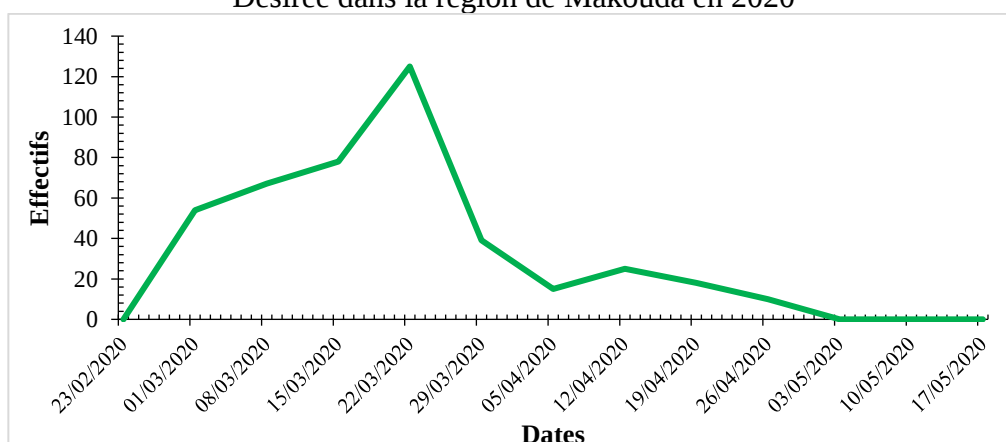


Figure 81 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Fabula dans la région de Boukhalfa en 2020

D'après les résultats illustrés dans les figures 79, 80 et 81, nous constatons que les premières infestations par les pucerons sont apparues le 08 avril 2019 pour la variété Louane, le 27 février 2020 pour la variété Désirée et le 01 mars 2020 pour la variété Fabula. Un pic est noté sur la variété Louane le 22 avril 2019 avec un effectif de 131 individus. Pour variété Fabula, un pic de 125 individus est enregistré le 22 mars 2020. Par contre, sur la variété Désirée, deux pics sont observés. Le premier est enregistré le 05 mars 2020 avec un effectif de 194 individus et le second est enregistré le 16 avril 2020 avec un effectif de 240 individus. Après les pics enregistrés sur les trois variétés, nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre le zéro le 10 juin 2019 pour la variété Louane, le 07 mai 2020 pour la variété Désirée et le 03 mai 2020 pour la variété Fabula.

1.3.Culture de Tomate (*L. esculentum*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons recensés dans les trois parcelles de tomate sont présentés dans le tableau 20.

Tableau 20 : Liste des espèces recensées sur les trois variétés de tomate.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	Zi	Za	Ka
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. coreopsidis</i>	+	-	-
			<i>A. craccivora</i>	+	+	+
			<i>A. fabae</i>	+	+	+
			<i>A. gossypii</i>	+	+	+
			<i>A. idaei</i>	+	+	-
			<i>A. illinoisensis</i>	-	+	-
			<i>A. nerii</i>	-	+	-
			<i>A. pomi</i>	-	+	-
			<i>A. spiraecola</i>	-	+	+
			<i>Aphis</i> sp.	+	+	-
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i>	+	+	-
		<i>Melanaphis</i>	<i>M. donacis</i>	+	-	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i>	-	+	-
			<i>R. maidis</i>	+	+	-
			<i>R. padi</i>	+	+	-
			<i>R. rufiabdominale</i>	-	+	-
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. graminum</i>	-	+	-

		<i>Toxoptera</i>	<i>T. aurantii</i>	-	+	-
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. pisum</i>	+	+	+
		<i>Amphorophora</i>	<i>A. rubi</i>	-	+	-
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i>	+	+	-
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i>	+	-	-
			<i>B. helichrysi</i>	+	-	-
			<i>B. rumexicolens</i>	+	-	-
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i>	-	+	+
		<i>Cavariella</i>	<i>C. aegopodii</i>	-	+	-
			<i>C. pastinacae</i>	-	+	-
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. hippophae</i>	+	-	-
			<i>Capitophorus</i> sp.	+	-	-
		<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i>	+	-	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i>	+	-	-
			<i>D. foeniculus</i>	+	+	+
			<i>D. plantaginea</i>	+	+	+
		<i>Eucarazzia</i>	<i>E. elegans</i>	-	-	+
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i>	-	+	-
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i>	+	+	+
			<i>Hyperomyzus</i> sp.	+	-	-
		<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i>	+	+	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i>	+	+	+
			<i>M. rosae</i>	+	+	-
		<i>Megoura</i>	<i>M. viciae</i>	-	+	-
		<i>Myzus</i>	<i>M. ascolanicus</i>	-	+	-
			<i>M. cerasi</i>	-	+	-
			<i>M. ornatus</i>	-	+	-
			<i>M. persicae</i>	+	+	+
			<i>Myzus</i> sp.	+	-	-
		<i>Phorodon</i>	<i>P. humuli</i>	-	+	-
		<i>Rhopalosiphoninus</i>	<i>R. staphyleae</i>	-	+	-
		<i>Semiaphis</i>	<i>S. dauci</i>	+	-	-
		<i>Sitobion</i>	<i>S. avenae</i>	+	+	-

		<i>Uroleucon</i>	<i>U. sonchi</i>	-	+	-
		<i>Wahlgreniella</i>	<i>W. nervata</i>	+	+	-
Calaphidinae	Panaphidini	<i>Therioaphis</i>	<i>T. trifolii</i>	+	+	-
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i>	+	-	-
	Chaitophorini	<i>Chaitophorus</i>	<i>C. populeti</i>	-	+	-
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>P. bursarius</i>	-	+	-
			<i>Pemphigus</i> sp.	+	-	-
04	06	32	56	34	42	12

Zi : Zin 45 ; Za : Zahra ; Ka : Kawa ; + : Présence ; - : Absence

L'échantillonnage est effectué en 22 sorties du 1 avril 2019 jusqu'au 26 août 2019 pour la variété Kawa qui est transplantée sous serre. Concernant les variétés transplantées en plein champs, 12 sorties sont réalisées du 13 mai 2019 jusqu'au 29 juillet 2019 pour la variété Zin 45 et du 15 mai 2019 au 31 juillet 2019 pour la variété Zahra. L'analyse de la faune aphidienne recensée dans les trois parcelles étudiées, a révélé l'existence de 56 espèces de pucerons. 42 espèces sont recensées dans la variété Zahra, 34 espèces dans la variété Zin 45 et 12 espèces sont enregistrées dans la variété Kawa. Ces espèces sont réparties en quatre sous-familles, celle des Aphidinae, des Chaitophorinae, des Calaphidinae et celle des Pemphiginae, représentées par six tribus : celle des Aphidini, des Macrosiphini, des Atheroidini, des Chaitophorini, des Pemphigini et des Panaphidini et regroupées dans 32 genres (Tableau 20). L'espèce *S. dauci* est signalée pour la première en Algérie, elle est capturée dans la région de Boukhalfa sur la variété Zin 45.

1.3.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition, les indices écologiques de structure et l'indice de similarité de Jaccard.

1.3.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons ailés capturées dans les trois variétés de tomate est présentée dans le tableau 21.

Tableau 21 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de tomate.

Variétés Paramètres	Zin 45	Zahra	Kawa
A	2	2	2
N	12	12	18
a/N	0,16	0,16	0,11

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensées dans les trois parcelles de tomate est proche de zéro, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant (Tableau 21).

1.3.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

1.3.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturés dans les parcelles de tomate sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles de tomate.

Variétés	Nombre d'espèces
Zin 45	34
Zahra	42
Kawa	12

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés à l'aide des pièges jaunes installés dans la parcelle de tomate variété Zahra est de 42 espèces, pour la culture de Zin 45, elle est de 29 espèces. Cependant, sous serre nous avons recensé uniquement 12 espèces pour la variété Kawa (Tableau 22).

1.3.1.2.2. Fréquences centésimales

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons capturées à l'aide des pièges jaunes durant l'année 2019 sont mentionnés dans le tableau 23.

Tableau 23 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois variétés de culture de tomate.

Variétés Espèces	Zin 45		Zahra		Kawa	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. craccivora</i>	21	5	25	5	3	4,23
<i>A. coreopsidis</i>	11	2,62	0	0	0	0
<i>A. fabae</i>	34	8,1	30	5,90	2	2,82
<i>A. gossypii</i>	134	31,9	47	9,20	0	0
<i>A. idaei</i>	3	0,70	13	2,60	0	0
<i>A. illinoisensis</i>	0	0	2	0,40	0	0
<i>A. nerii</i>	0	0	18	3,5	0	0
<i>A. pisum</i>	0	0	5	1	3	4,23
<i>A. pomi</i>	0	0	19	3,7	0	0
<i>A. rubi</i>	2	0,47	3	0,60	0	0
<i>A. solani</i>	5	1,20	5	1	0	0
<i>A. spiraecola</i>	0	0	21	4,10	23	32,4
<i>Aphis sp.</i>	14	3,33	5	1	0	0
<i>B. brassicae</i>	0	0	8	1,60	1	1,41
<i>B. cardui</i>	3	0,70	0	0	0	0
<i>B. helichrysi</i>	7	1,67	0	0	0	0
<i>B. rumexicolens</i>	2	0,50	0	0	0	0
<i>C. aegopodii</i>	0	0	3	0,60	0	0
<i>C. hippophae</i>	3	0,70	0	0	0	0
<i>C. populeti</i>	0	0	2	0,40	0	0
<i>C. pastinacae</i>	0	0	3	0,60	0	0
<i>Capitophorus sp.</i>	1	0,23	0	0	0	0
<i>D. apiifolia</i>	2	0,50	0	0	0	0
<i>D. foeniculus</i>	2	0,50	3	0,60	2	2,82
<i>D. noxia</i>	2	0,50	0	0	0	0

<i>D. plantaginea</i>	3	0,70	3	0,60	4	5,63
<i>E. elegans</i>	0	0	0	0	1	1,41
<i>H. foeniculi</i>	0	0	7	1,40	0	0
<i>H. lactucae</i>	29	6,90	80	15,80	6	8,45
<i>H. pruni</i>	1	0,23	3	0,60	0	0
<i>Hyperomyzus sp.</i>	1	0,23	0	0	0	0
<i>L. erysimi</i>	4	0,95	1	0,20	0	0
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	5	1	0	0
<i>M. cerasi</i>	0	0	3	0,60	0	0
<i>M. donacis</i>	5	1,20	0	0	0	0
<i>M. euphorbiae</i>	14	3,33	9	1,80	14	19,72
<i>M. ornatus</i>	0	0	4	0,80	0	0
<i>M. persicae</i>	26	6,20	52	10,20	7	9,72
<i>M. rosae</i>	4	0,95	2	0,40	7	9,72
<i>M. viciae</i>	0	0	2	0,40	0	0
<i>Myzus sp.</i>	2	0,50	0	0	0	0
<i>P. bursarius</i>	0	0	5	1	0	0
<i>P. humuli</i>	0	0	1	0,20	0	0
<i>Pemphigus sp.</i>	18	4,30	0	0	0	0
<i>R. insertum</i>	0	0	6	1,20	0	0
<i>R. maidis</i>	32	7,60	30	5,90	0	0
<i>R. padi</i>	15	3,60	41	8,10	0	0
<i>R. rufiabdominale</i>	0	0	4	0,80	0	0
<i>R. staphyleae</i>	0	0	4	0,80	0	0
<i>S. avenae</i>	3	0,70	11	2,20	0	0
<i>S. dauci</i>	3	0,70	0	0	0	0
<i>S. graminum</i>	0	0	6	1,20	0	0
<i>S. maydis</i>	7	1,65	0	0	0	0
<i>T. aurantii</i>	0	0	5	1	0	0

<i>T. trifolii</i>	3	0,70	3	0,60	0	0
<i>U. sonchi</i>	0	0	5	1	0	0
<i>W. nervata</i>	4	0,95	2	0,40	0	0
Total	420	100	506	100	72	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative

Durant la saison d'échantillonnage, 420 pucerons sont capturés dans la parcelle Zin 45, 506 pucerons dans la parcelle Zahra et 72 individus sont recensés dans la parcelle Kawa (Tableau 23). Au niveau de la parcelle Zin 45, *A. gossypii* est l'espèce la plus représentée avec 134 individus correspond à une fréquence de 31,90. Dans la culture Zahra, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec 52 individus représentant une fréquence de 10,20% suivie d'*A. gossypii* avec 47 individus soit une fréquence de 9,20%. Les espèces les moins capturées avec une fréquence de 0,20% sont *P. humuli* et *L. erysimi*. Sur la tomate variété Kawa, les espèces les plus dominantes sont *A. spiraecola* et *M. euphorbiae* avec une fréquence relative de 32,4% et 19,72% respectivement.

1.3.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois parcelles de tomate sont reportées dans le tableau 24.

Tableau 24 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois cultures de tomate.

Variétés Espèces	Zin 45		Zahra		Kawa	
	FO %	Classe de constance	FO %	Classe de constance	FO %	Classe de constance
<i>A. craccivora</i>	33,33	Accessoire	41,66	Accessoire	13,63	Accidentelle
<i>A. coreopsidis</i>	16,66	Accidentelle	—	—	—	—
<i>A. fabae</i>	41,66	Accessoire	50	Régulière	4,54	Rare
<i>A. gossypii</i>	50	Régulière	41,66	Accessoire	22,72	Accessoire
<i>A. idaei</i>	8,33	Accidentelle	41,66	Accessoire	—	—
<i>A. illinoisensis</i>	—	—	8,33	Accidentelle	—	—
<i>A. nerii</i>	—	—	41,66	Accessoire	—	—
<i>A. pomi</i>	—	—	25	Accessoire	—	—
<i>A. spiraecola</i>	—	—	41,66	Accessoire	50	Régulière
<i>Aphis sp.</i>	33,33	Accessoire	16,66	Accidentelle	—	—

<i>H. pruni</i>	8,33	Accidentelle	8,33	Accidentelle	–	–
<i>M. donacis</i>	16,66	Accidentelle	–	–	–	–
<i>R. insertum</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>R. maidis</i>	33,33	Accessoire	33,33	Accessoire	–	–
<i>R. padi</i>	41,66	Accessoire	50	Régulière	–	–
<i>R. rufiabdominale</i>	–	–	8,33	Accidentelle	–	–
<i>S. graminum</i>	–	–	33,33	Accessoire	–	–
<i>T. aurantii</i>	–	–	8,33	Accidentelle	–	–
<i>A. rubi</i>	8,33	Accidentelle	16,66	Accidentelle	–	–
<i>A. pisum</i>	–	–	25	Accessoire	13,63	Accidentelle
<i>A. solani</i>	25	Accessoire	25	Accessoire	–	–
<i>B. cardui</i>	25	Accessoire	–	–	–	–
<i>B. helichrysi</i>	25	Accessoire	–	–	–	–
<i>B. rumexicolens</i>	16,66	Accidentelle	–	–	–	–
<i>B. brassicae</i>	–	–	41,66	Accessoire	4,54	Rare
<i>C. aegopodii</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>C. pastinacae</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>C. hippophae</i>	16,66	Accidentelle	–	–	–	–
<i>Capitophorus</i> sp.	8,33	Accidentelle	–	–	–	–
<i>D. noxia</i>	8,33	Accidentelle	–	–	–	–
<i>D. apiifolia</i>	8,33	Accidentelle	–	–	–	–
<i>D. foeniculus</i>	8,33	Accidentelle	8,33	Accidentelle	4,54	Rare
<i>D. plantaginea</i>	8,33	Accidentelle	25	Accessoire	13,63	Accidentelle
<i>E. elegans</i>	–	–	–	–	13,63	Accidentelle
<i>H. foeniculi</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>H. lactucae</i>	50	Régulière	50	Régulière	18,18	Accidentelle
<i>Hyperomyzus</i> sp.	8,33	Accidentelle	–	–	–	–
<i>L. erysimi</i>	25	Accessoire	8,33	Accidentelle	–	–
<i>M. euphorbiae</i>	33,33	Accessoire	16,66	Accidentelle	27,27	Accessoire

<i>M. rosae</i>	16,66	Accidentelle	16,66	Accidentelle	–	–
<i>M. viciae</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>M. ascalonicus</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>M. cerasi</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>M. ornatus</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>M. persicae</i>	41,66	Accessoire	50	Régulière	31,81	Accessoire
<i>Myzus sp.</i>	8,33	Accidentelle	–	–	–	–
<i>P. humuli</i>	–	–	8,33	Accidentelle	–	–
<i>R. staphyleae</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>S. dauci</i>	16,66	Accidentelle	–	–	–	–
<i>S. avenae</i>	16,66	Accidentelle	25	Accessoire	–	–
<i>U. sonchi</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>W. nervata</i>	16,66	Accidentelle	8,33	Accidentelle	–	–
<i>S. maydis</i>	16,66	Accidentelle	–	–	–	–
<i>C. populeti</i>	–	–	8,33	Accidentelle	–	–
<i>P. bursarius</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>Pemphigus sp.</i>	41,66	Accessoire	–	–	–	–
<i>T. trifolii</i>	16,66	Accidentelle	16,67	Accidentelle	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences

Les espèces aphidiennes recensées dans les trois cultures de tomate sont classées dans quatre catégories : régulière, accidentelle, accessoire et rare. Les espèces *A. gossypii* et *H. lactucae* (50%) sont classées comme régulières au niveau de la parcelle Zin 45. Au niveau de la parcelle Zahra, ce sont les espèces *A. fabae*, *H. lactucae*, *R. padi* et *M. persicae* (50%) qui sont classées comme espèces régulières. *A. spiraecola* est la seule espèce régulière dans la parcelle Kawa (Tableau 24).

1.3.1.3. Indices écologiques de structure

La diversité de Shannon (H'), la diversité maximale ($H'_{\max}$) et l'indice d'équitabilité (Eq) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les trois parcelles de tomate sont rassemblés dans le tableau 25.

Tableau 25 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les trois parcelles de tomate durant l'année d'étude.

Variétés	Zin 45	Zahra	Kawa
Paramètres			
H'(bits) : Diversité de Shannon	3,84	4,47	2,98
$H'_{\max}$(bits) : Diversité maximale	5,09	5,36	3,58
E_q : Equitabilité	0,75	0,83	0,83

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Zahra est de 4,47 bits, 3,84 bits pour la variété Zin 45 et 2,98 pour la variété Kawa. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 3,58 et 5,36 bits pour les trois variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons capturés (Tableau 25).

1.3.1.4. Indice de similarité de Jaccard

Les résultats de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de tomate cultivées en plein champs (Zahra et Zin 45) et la variété Kawa qui est cultivée sous serre sont représentés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de tomate cultivées en plein champs et celle cultivée sous serre.

Paramètres	Valeurs
N_c : Nombre d'espèces communes	11
N_1 : Nombre d'espèces observées sur les variétés cultivées en plein champs	56
N_2 : Nombre d'espèces observées sur la variété cultivée sous serre	12
I : Indice de Jaccard	0,19

Le nombre d'espèces observé sur les deux variétés de tomate cultivées en plein champs (Zahra et Zin 45) est de 56 espèces, par contre sur la variété kawa cultivée sous serre 12 espèces seulement sont observées, avec 11 espèces communes entre ces deux cultures. L'indice de Jaccard calculé est égal à 0,19, il tend vers 0 ce qui veut dire qu'il n'y a pas une similarité entre les espèces des deux milieux.

1.3.2. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les trois cultures de tomate pendant l'année d'étude (2019) est illustrée dans les figures 82, 83 et 84.

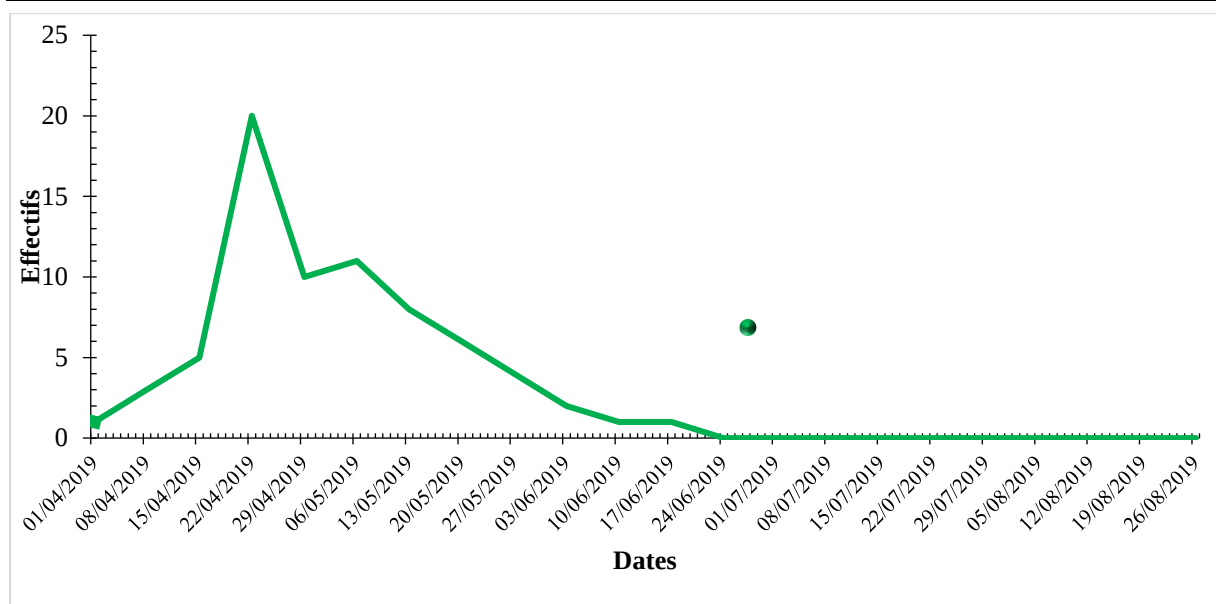


Figure 82 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate variété Kawa durant l'année 2019

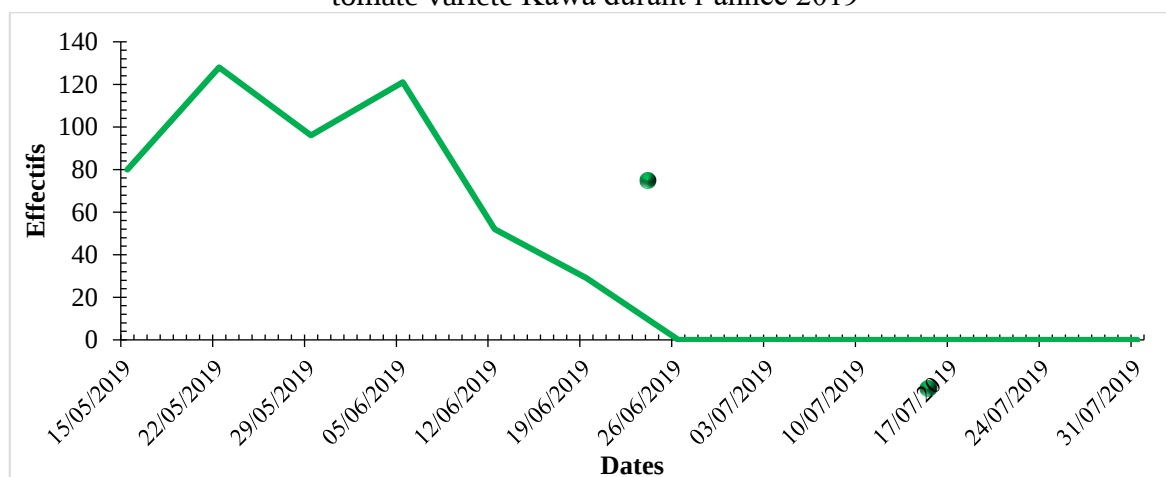


Figure 83 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate variété Zahra durant l'année 2019

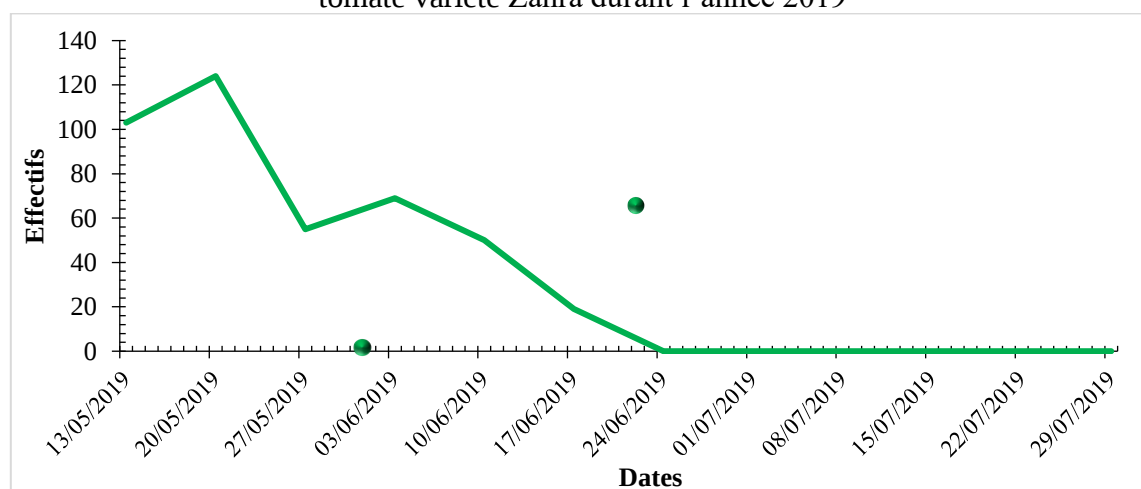


Figure 84 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle de tomate Zin 45 durant l'année 2019

Les résultats présentés dans les figures 82, 83 et 84 montrent que les premiers pucerons ailés sont observés le 01 avril 2019 pour la variété Kawa avec un pic observé le 22 avril 2019 avec un effectif de 20 individus. Pour la variété Zahra, les premiers ailés sont capturés le 15 mai 2019 et un pic de 128 individus est enregistré le 22 mai 2019. Pour la culture Zin 45, un nombre maximal de 124 individus est enregistré le 20 mai 2019 (Fig. 84). Les effectifs des pucerons ailés capturés dans les trois cultures commencent à diminuer avec le temps, jusqu'à atteindre un zéro à la fin du mois de juin.

1.3.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de tomate

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de tomate dans la région de Boukhalifa et de Tizi-Ouzou, durant l'année d'étude 2019 sont illustrés dans la figure 85.

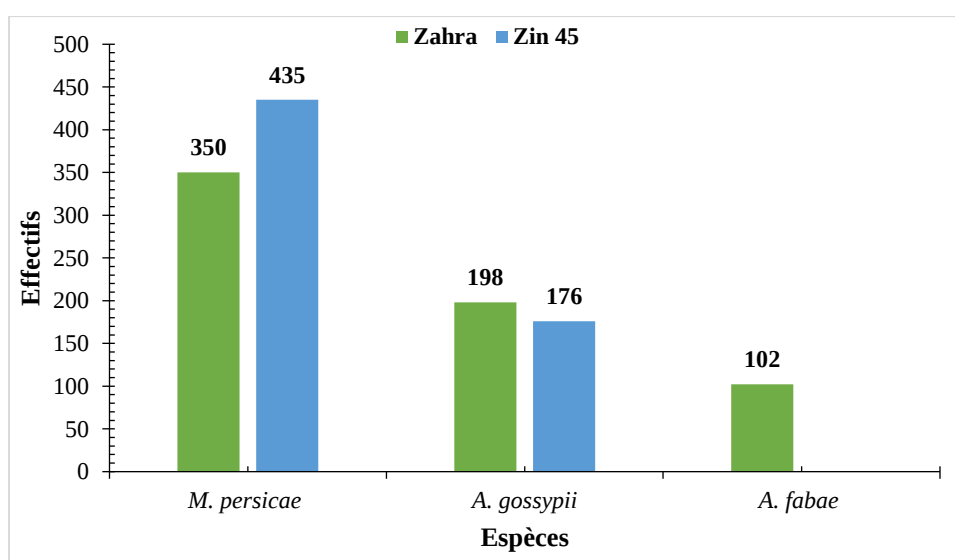


Figure 85 : Effectif des espèces de pucerons installées sur les feuilles de tomate variétés Zahra et Zin 45 dans la région de Boukhalifa et Tizi-Ouzou en 2019

Trois espèces de pucerons sont observées sous forme de colonies sur les feuilles de la variété Zin 45 et deux espèces au niveau de la variété Zahra (Fig. 85). L'espèce la plus dominante sur les deux cultures est *M. persicae* avec un effectif de 435 individus (61%) pour la culture Zin 45, et de 350 individus (63,87%) pour la culture Zahra suivie par l'espèce *A. gossypii* avec 176 individus (24,70%) pour la culture Zin 45 et 198 individus (36,13%) pour la variété Zahra. L'espèce *A. fabae* est observée seulement sur les feuilles de la culture Zin45 avec un effectif de 102 individus (14,30%).

1.3.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux variétés de tomate

L'évolution de la population globale des pucerons installés sur les feuilles des deux variétés de tomate en 2019 est illustrée par les figures 86 et 87

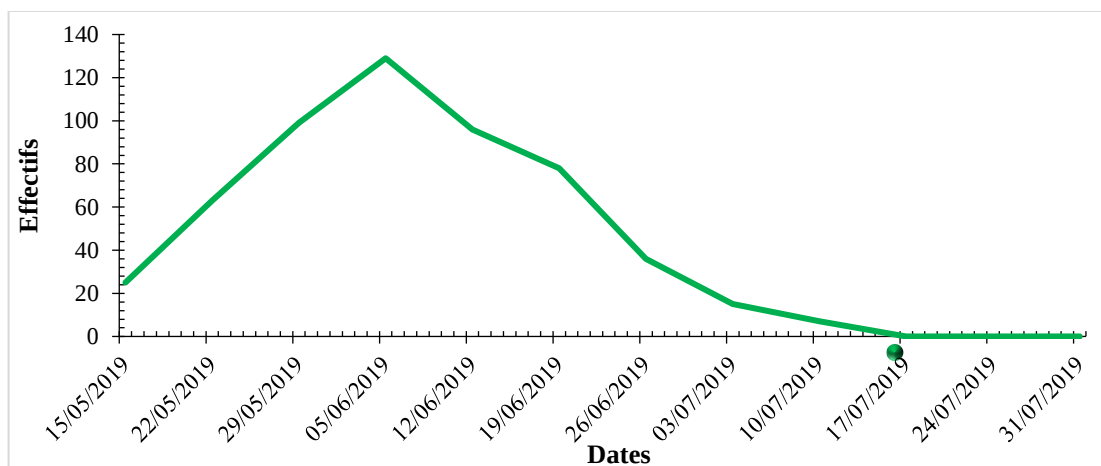


Figure 86 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Zahra en 2019

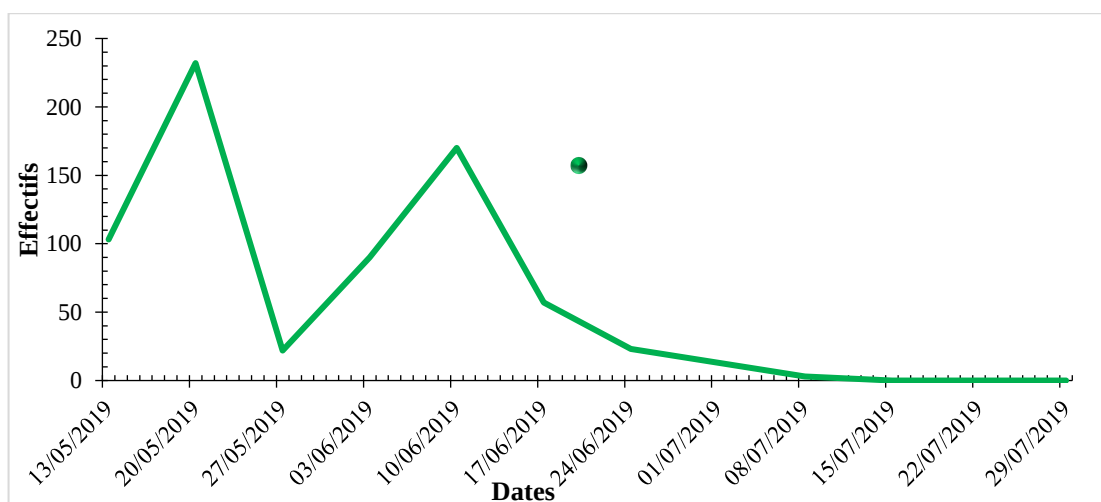


Figure 87 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Zin 45 en 2019

D'après les résultats des figures 86 et 87, nous constatons que les premières infestations par les pucerons sur les deux cultures de tomate sont apparues à la mi-mai pour les deux variétés. Pour la variété Zahra, un pic est observé le 05 juin 2019 avec un effectif de 129 individus, à partir de cette date l'effectif des pucerons diminue jusqu'à s'annuler le 17 juillet 2019. Concernant la variété Zin 45, deux pics sont enregistrés, le premier est observé le 20 mai 2019 avec un effectif de 232 individus, le second est observé le 10 juin 2019 avec un effectif de 90 individus et à partir de ce pic l'effectif des pucerons diminue progressivement jusqu'à atteindre le zéro le 15 juillet 2019.

1.4.Culture de Poivron (*C. annuum*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons capturés dans les parcelles de poivron variété Lipari et Grinil Giro sont présentés dans le tableau 27.

Tableau 27 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de poivron.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	Lipari	Grinil Giro
Anoeciinae	Anoecini	<i>Anoecia</i>	<i>A. corni</i>	+	-
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i>	+	-
			<i>A. fabae</i>	+	+
			<i>A. gossypii</i>	+	+
			<i>A. nerii</i>	+	-
			<i>A. pseudocardui</i>	+	-
			<i>A. spiraecola</i>	+	+
			<i>Aphis</i> sp.	+	-
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i>	+	+
		<i>Monellia</i>	<i>M. pecanis</i>	+	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i>	+	-
			<i>R. maidis</i>	+	-
			<i>R. padi</i>	+	-
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. graminum</i>	+	-
		<i>Toxoptera</i>	<i>T. aurantii</i>	+	-
	Macrosiphini	<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i>	+	+
			<i>B. helichrysi</i>	-	+
			<i>B. rumexicolens</i>	+	+
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i>	+	-
		<i>Cavariella</i>	<i>C. aegopodii</i>	+	-
			<i>C. theobaldi</i>	+	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i>	+	+
			<i>D. plantaginea</i>	+	+
			<i>D. tulipae</i>	+	-
		<i>Eucarazzia</i>	<i>E. elegans</i>	-	+
		<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i>	+	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i>	+	+

			<i>M. rosae</i>	-	+
		<i>Megoura</i>	<i>M. viciae</i>	+	-
		<i>Metopolophium</i>	<i>M. dirhodum</i>	-	+
		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i>	+	-
		<i>Nasonovia</i>	<i>N. ribisnigri</i>	+	-
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i>	+	-
Myzocallidinae	Myzocallidini	<i>Myzocallis</i>	<i>M. castanicola</i>	+	+
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.	+	+
05	06	21	35	31	15

+ : Présence ; - : Absence

L'analyse de la faune aphidienne dans les deux parcelles étudiées a révélé l'existence de 35 espèces de pucerons. 31 espèces sont recensées dans la variété Lipari, 15 espèces dans la variété Grinil Giro (Tableau 27). Ces espèces sont réparties en cinq sous-familles, celle des Anoeciinae, des Aphidinae, des Chaitophorinae, des Pemphiginae et des Myzocallidinae, représentées par six tribus : Anoecini, Aphidini, Macrosiphini, Atheroidini, Pemphigini et Myzocallidini et 21 genres.

1.4.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition, les indices écologiques de structure et l'indice de similarité de Jaccard.

1.3.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons ailés capturées dans les deux variétés est présentée dans le tableau 28.

Tableau 28 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de poivron.

Paramètres \ Variétés	Lipari	Grinil Giro
a	10	06
N	08	08
a/N	1,25	0,75

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensées dans les deux parcelles est proche 1, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est insuffisant (Tableau 28).

1.4.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et les fréquences d'occurrences.

1.4.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturées dans les parcelles de poivron sont présentés dans le tableau 29.

Tableau 29 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les deux parcelles de poivron.

Variétés	Nombre d'espèces
Lipari	31
Grinil Giro	15

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés à l'aide des pièges jaunes, installés dans la parcelle de poivron variété Lipari est de 31 espèces. Pour la culture Grinil Giro, elle est de 15 espèces (Tableau 29).

1.4.1.2.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces de pucerons capturées à l'aide des pièges jaunes durant l'année 2021 sont mentionnés dans le tableau 30.

Tableau 30 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les deux parcelles de poivron.

Variétés Espèces	Lipari		Grinil Giro	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. fabae</i>	11	7,74	01	2,77
<i>A. gossypii</i>	08	5,63	2	5,55
<i>A. spiraecola</i>	01	0,70	0	0
<i>A. corni</i>	01	0,70	0	0
<i>A. craccivora</i>	15	11	0	0
<i>A. nerii</i>	02	1,40	0	0
<i>A. pseudocardui</i>	03	2,11	0	0
<i>Aphis sp.</i>	01	0,70	02	5,55
<i>B. cardui</i>	0	0	03	8,33

<i>B. brassicae</i>	01	0,70	0	0
<i>B. helichrysi</i>	12	8,45	7	19,4
<i>B. rumexicolens</i>	03	2,11	02	5,55
<i>C. aegopodii</i>	01	0,70	0	0
<i>C. theobaldi</i>	02	1,40	0	0
<i>D. plantaginea</i>	03	2,11	0	0
<i>D. apiifolia</i>	02	1,40	06	16,67
<i>D. tulipae</i>	03	2,11	04	11,11
<i>E. elegans</i>	0	0	01	2,77
<i>H. pruni</i>	03	2,11	02	5,55
<i>L. erysimi</i>	02	1,40	0	0
<i>M. pecanis</i>	01	0,70	0	0
<i>M. rosae</i>	0	0	01	2,77
<i>M. persicae</i>	08	5,63	0	0
<i>M. castanicola</i>	02	1,40	01	2,77
<i>M. dirhodum</i>	0	0	01	2,77
<i>M. euphorbiae</i>	28	19,71	01	2,77
<i>M. viciae</i>	05	3,52	0	0
<i>N. ribisnigri</i>	01	0,70	0	0
<i>Pemphigus sp.</i>	01	0,70	02	5,55
<i>R. insertum</i>	01	0,70	0	0
<i>R. maidis</i>	10	7,04	0	0
<i>R. padi</i>	05	3,52	0	0
<i>S. graminum</i>	01	0,70	0	0
<i>S. maydis</i>	02	1,40	0	0
<i>T. aurantii</i>	03	2,11	0	0
Total	142	100	36	100

ni : Nombre des espèces; AR%: Abondance relative

Le piégeage des pucerons dans les deux parcelles de poivron, nous a permis de capturer 36 et 142 individus au niveau de la parcelle de Grinil Giro et Lipari respectivement. Les résultats des captures des pucerons au niveau de la parcelle variété Lipari montre que *M. euphorbiae* est l'espèce la plus représentée avec une fréquence de 19,71% alors que cette

espèce ne représente que 2,77% du total des pucerons capturés au niveau de la parcelle Grinil Giro. L'espèce *B. helichrysi* est en tête des pucerons capturés au niveau de la parcelle de Grinil Gino avec une fréquence de 19,44% (Tableau 30). Les espèces *Aphis* sp., *Pemphigus* sp., *A. spiraecola*, *S. graninum*, *C. aegopodii*, *N. ribisnigri*, *M. pecanis*, *A. corni*, *R. insertum* et *B. brassicae* sont représentées par des individus en très faible nombre au niveau de la parcelle Lipari. Pour Grinil Giro, les espèces qui représentent un faible effectif sont *A. fabae*, *M. rosae*, *M. euphorbiae*, *E. elegans*, *M. cosanicola* et *M. dirhodum*.

1.4.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de poivron sont reportés dans le tableau 31.

Tableau 31 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées sur les deux cultures de poivron.

Variétés Espèces	Lipari		Grinil Gino	
	FO %	Classe de constance	FO %	Classe de constance
<i>A. fabae</i>	50	Constante	12,5	Accidentelle
<i>A. gossypii</i>	25	Accessoire	25	Accessoire
<i>A. spiraecola</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>A. corni</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>A. craccivora</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>A. nerii</i>	25	Accessoire	—	—
<i>A. pseudocardui</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>Aphis</i> sp.	12,5	Accidentelle	—	—
<i>B. cardui</i>	—	—	25	Accessoire
<i>B. brassicae</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>B. helichrysi</i>	25	Accessoire	46,67	Constante
<i>B. rumexicolens</i>	25	Accessoire	25	Accessoire
<i>C. aegopodii</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>C. theobaldi</i>	37,5	Accidentelle	—	—
<i>D. plantaginea</i>	25	Accessoire	—	—
<i>D. apiifolia</i>	12,5	Accidentelle	25	Accessoire
<i>D. tulipae</i>	12,5	Accidentelle	37,5	Accidentelle

<i>E. elegans</i>	–	–	12,5	Accidentelle
<i>H. pruni</i>	37,5	Accidentelle	25	Accessoire
<i>L. erysimi</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>M. pecanisi</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>M. rosae</i>	–	–	12,5	Accidentelle
<i>M. persicae</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>M. costamicola</i>	–	–	12,5	Accidentelle
<i>M. dirhodum</i>	–	–	12,5	Accidentelle
<i>M. euphorbiae</i>	50	Constante	12,5	Accidentelle
<i>M. viciae</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>N. ribisnigri</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>Pemphigus</i> sp.	12,5	Accidentelle	25	Accessoire
<i>R. insertum</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>R. maidis</i>	12,5	Accidentelle	–	–
<i>R. padi</i>	25	Accessoire	12,5	Accidentelle
<i>S. graminum</i>	12,5	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>S. maydis</i>	25	Accessoire	25	Accessoire
<i>T. auranti</i>	12,5	Accidentelle	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences

Les espèces aphidiennes recensées dans les deux cultures de poivron font partie de trois catégories : constante, accidentelle et accessoire. Les espèces *A. fabae* et *M. euphorbiae* (50%) sont classées comme constante au niveau de la parcelle Lipari, par contre au niveau de la parcelle Grinil Giro, ces deux espèces sont accidentelles (Tableau 31). Les espèces *A. gossypii*, *A. nerii*, *B. helichrysi*, *B. rumexicolens*, *D. plantaginea*, *R. padi* et *S. maydis* sont accessoires dans la parcelle Lipari. Pour la parcelle de Grinil Giro, seule l'espèce *B. helichrysi* (46,67%) est constante et les espèces *A. gossypii*, *B. cardui*, *B. rumexicolens*, *D. apiifolia*, *H. pruni* *Pemphigus* sp. et *S. maydis* sont accessoires.

1.4.1.3.Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'indice d'équitabilité (E_q) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les deux parcelles de poivron sont mentionnés dans le tableau 32.

Tableau 32 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les deux parcelles de poivron.

Paramètres \ Variétés	Lipari	Grinil Gino
H' (bits) : Diversité de Shannon	4.19	3,56
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	4.95	3,90
Eq : Equitabilité	0.84	0,91

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Lipari est de 4,19 bits et de 3,56 bits pour la variété Grinil Giro. La diversité maximale ($H'_{\max}$) est de 3,90 et 4,95 bits pour les variétés Grinil Gino et Lipari respectivement (Tableau 32). Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons capturés.

1.4.1.4. Indice de similarité de Jaccard

Les résultats de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour la variété Lipari et la variété Grinil Giro sont représentés dans le tableau 33.

Tableau 33 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour la variété Lipari et la variété Grinil Giro.

Paramètres	Valeurs
N_c : Nombre d'espèces communes	11
N_1 : Nombre d'espèces observées sur la variété Lipari	31
N_2 : Nombre d'espèces observées sur la variété Grinil Giro	15
I : Indice de Jaccard	0,31

Le nombre d'espèces observées dans la variété Lipari est de 31 espèces, et 15 espèces seulement sur la variété Grinil Giro, avec 11 espèces communes entre ces deux variétés. La valeur de l'indice de Jaccard calculé est égale à 0,31, elle tend vers 0 ce qui veut dire qu'il n'y a pas une similarité entre les espèces recensées dans les deux variétés (Tableau 33).

1.4.2. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturées dans les deux cultures de poivron est présentée dans les figures 88 et 89.

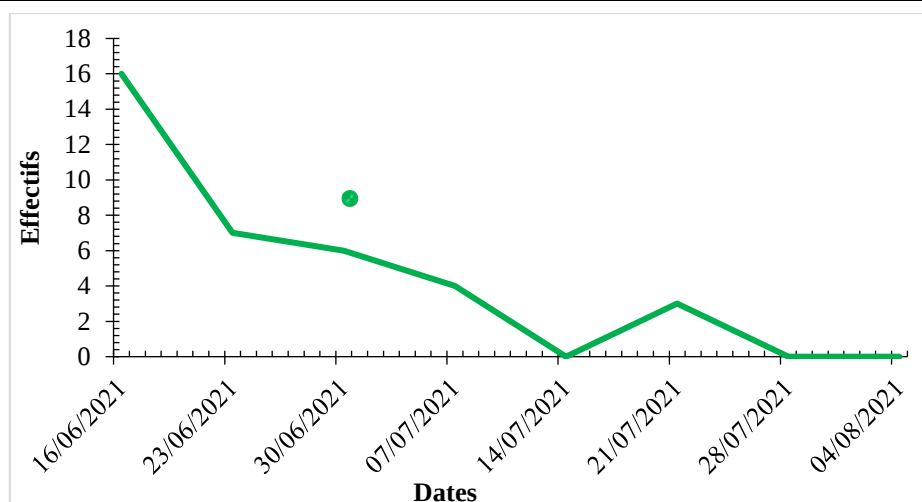


Figure 88 : Courbe de vol des pucerons capturés à l'aide des pièges jaunes dans la parcelle Grinil Giro durant l'année 2021

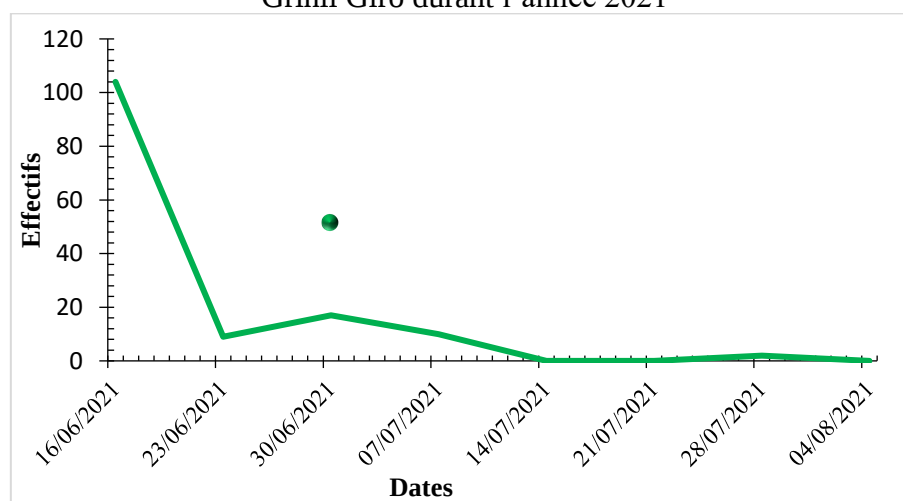


Figure 89 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Lipari durant l'année 2021

Les résultats représentés dans les figures 88 et 89 montrent que le maximum de pucerons est piégé le 16 juin 2021 avec 16 individus pour la variété Grinil Giro, et 115 individus pour la variété Lipari. Les effectifs des deux cultures commencent à diminuer avec le temps jusqu'à atteindre 0 au début du mois d'août.

1.5.Piment (*C. annuum*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons capturés dans les quatre parcelles de piment sont présentés dans le tableau 34.

Tableau 34 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles de piment dans la région de Tizi-Ouzou.

				2019		2021	
Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	Jo	Bi	Ca	Mi
Anoeciinae	Anoecini	Anoecia	<i>A. corni</i>	-	-	+	+
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i>	-	+	+	+
			<i>A. fabae</i>	+	+	+	+
			<i>A. gossypii</i>	+	+	+	+
			<i>A. idaei</i>	-	-	+	-
			<i>A. nasturtii</i>	-	-	+	+
			<i>A. nerii</i>	+	+	-	-
			<i>A. spiraeicola</i>	+	+	+	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i>	-	-	+	+
			<i>R. maidis</i>	-	+	+	+
			<i>R. padi</i>	+	+	+	+
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. eastopi</i>	-	-	-	+
			<i>S. graminum</i>	-	-	+	+
	Macrosiphini	<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i>	+	+	+	+
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i>	-	+	+	-
			<i>B. amygdalinus</i>	+	-	+	+
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i>	-	+	+	-
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. horni</i>	+	-	+	+
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. pyri</i>	-	-	+	-
			<i>D. apiifolia</i>	+	+	+	+
			<i>D. foeniculus</i>	-	-	+	+
			<i>D. plantaginea</i>	-	+	+	+
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i>	-	-	+	-
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i>	+	+	+	+
			<i>H. picridis</i>	-	+	-	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i>	+	+	+	+
		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i>	+	+	+	+
		<i>Sitobion</i>	<i>S. fragariae</i>	+	-	+	-
			<i>S. graninum</i>	-	-	+	+

		<i>Wahlgreniella</i>	<i>W. nervata</i>	-	-	+	-
Calaphidinae	Panaphidini	<i>Therioaphis</i>	<i>T. trifolii</i>	-	-	+	+
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i>	-	+	-	+
Eriosomatinae	Eriosomatini	<i>Tetraneura</i>	<i>T. ulmi</i>	-	+	-	+
Myzocallidinae	Fordini	<i>Smynthuroides</i>	<i>S. betae</i>	+	-	-	-
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>P. bursarius</i>	-	-	-	+
07	08	20	35	14	18	28	24

Jo : Joker ; **Bi** : Biskra ; **Ca** : Capillon ; **Mi** : Mixicaine ; + : Présence ; - : Absence

L'échantillonnage est effectué dans quatre variétés de piment. L'analyse de la faune aphidienne a révélé l'existence de 34 espèces de pucerons durant les deux années d'étude. Ces espèces sont réparties en 7 sous-familles, celles des Anoeciinae, des Aphidinae, des Calaphidinae, des Chaitophorinae, des Eriosomatinae, des Myzocallidinae et celle des Pemphiginae distribuées en 8 tribus et 20 genres. En 2019 sous serre, 14 espèces sont capturées dans la serre de la variété Joker et 18 espèces sont enregistrées dans la serre de la variété Biskra. En 2020, en plein champ, sur la variété Capillon, 28 espèces aphidiennes sont capturées et 24 espèces sont enregistrées dans la parcelle de la variété Mexicaine (Tableau 34).

1.5.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition, les indices écologiques de structure, ainsi que l'indice de similarité de Jaccard.

1.5.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces aphidiennes capturées dans les quatre variétés de piment est présentée dans le Tableau 35.

Tableau 35 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de piment.

Paramètres \ Années	2019		2021	
	Joker	Biskra	Capillon	Mexicaine
a	2	0	2	2
N	22	22	13	13
a/N	0,09	0,44	0,15	0,15

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensées dans les quatre parcelles de piment est proche de zéro, l'échantillonnage est donc considéré comme bon.

1.5.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

1.5.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturées dans les quatre variétés de piment sont présentés dans le tableau 36.

Tableau 36 : Richesse totale en espèces sur les quatre variétés de piment.

Variétés	Nombre d'espèces
Joker	14
Biskra	18
Capillon	28
Mexicaine	24

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturées, à l'aide des pièges jaunes installés dans la parcelle de piment variété Joker, est de 14 espèces. Pour la culture de Biskra, elle est de 18 espèces. En 2021, 28 espèces sont enregistrées dans la parcelle variété Capillon, 24 espèces sont piégées dans la parcelle Mexicaine (Tableau 36).

1.5.2.1.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces de pucerons capturées à l'aide des pièges jaunes durant les années 2019 et 2021, dans les quatre variétés de piment sont mentionnés dans le tableau 37.

Tableau 37 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturées dans les quatre variétés de piment.

Années Espèces	2019				2021			
	Joker		Biskra		Capillon		Mexicaine	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	Ni	AR%
<i>A. corni</i>	0	0	0	0	5	1,40	3	1,12
<i>A. craccivora</i>	0	0	18	7,89	36	10,14	43	16,16
<i>A. fabae</i>	15	11,11	23	10,08	17	4,78	24	9,02
<i>A. gossypii</i>	9	6,66	17	7,45	45	12,68	17	6,39
<i>A. ideai</i>	0	0	0	0	6	1,69	0	0

<i>A. nasturtii</i>	0	0	0	0	7	1,97	7	2,63
<i>A. nerii</i>	4	2,96	8	3,50	0	0	0	0
<i>A. solani</i>	7	5,18	13	5,70	7	1,97	4	1,5
<i>A. spiraecola</i>	13	9,62	24	10,52	14	3,94	0	0
<i>B. amygdalinus</i>	3	2,22	0	0	1	0,28	1	0,37
<i>B. brassicae</i>	0	0	7	3,07	2	0,56	0	0
<i>B. cardui</i>	0	0	7	3,07	3	0,84	0	0
<i>C. horni</i>	11	8,14	0	0	1	0,28	7	2,63
<i>D. apiifolia</i>	1	0,74	5	2,19	4	1,12	3	1,27
<i>D. foeniculus</i>	0	0	0	0	8	2,25	2	0,75
<i>D. plantaginea</i>	0	0	5	2,19	3	0,84	8	3
<i>D. pyri</i>	0	0	0	0	3	0,84	0	0
<i>H. foeniculi</i>	0	0	0	0	1	0,28	0	0
<i>H. lactucae</i>	16	11,85	3	1,31	23	6,47	19	7,14
<i>H. picridis</i>	0	0	18	7,89	0	0	0	0
<i>M. euphorbiae</i>	13	9,62	6	2,63	17	4,78	22	8,27
<i>M. persicae</i>	35	25,92	51	22,36	58	16,33	42	15,78
<i>P. bursarius</i>	0	0	0	0	0	0	17	6,39
<i>R. insertum</i>	0	0	0	0	24	6,76	3	1,12
<i>R. maidis</i>	0	0	6	2,63	33	9,29	12	4,51
<i>R. padi</i>	3	2,22	9	3,94	14	3,94	21	7,89
<i>S. betae</i>	1	0,7	0	0	0	0	0	0
<i>S. eastopi</i>	0	0	0	0	0	0	3	1,12
<i>S. fragariae</i>	2	1,48	0	0	11	3,1	0	0
<i>S. graminum</i>	0	0	0	0	8	2,25	2	0,75
<i>S. maydis</i>	0	0	6	2,63	0	0	3	1,12
<i>T. trifolii</i>	0	0	0	0	2	0,56	2	0,75
<i>T. ulmi</i>	0	0	2	0,87	0	0	1	0,37
<i>W. nervata</i>	0	0	0	0	2	0,56	0	0
Total	135	100	228	100	355	100	226	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

En 2019, au niveau de la parcelle de piment variété Joker, *M. persicae* est la plus représentée avec une fréquence de 25,92% suivie d'*H. lactucae* avec une fréquence de

11,85%. Dans la culture Biskra, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec 51 individus représentant une fréquence de 22,36% suivie d'*A. spiraecola* avec 24 individus soit une fréquence de 10,52% (Tableau 37). En 2021, Sur la variété Capillon l'espèce la plus dominante est *M. persicae* avec une fréquence de 16,33%, suivie de et *A. gossypii* avec une fréquence relative de 12,68% respectivement, pour la variété Mexicaine, *M. craccivora* est la plus dominante avec une fréquence de 16,16% suivie de *M. persicae* avec une fréquence de 15,78%.

1.5.2.1.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de piment sont reportés dans le tableau 38.

Tableau 38 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de piment.

Années Espèces	2019				2021			
	Joker		Biskra		Capillon		Mexicaine	
	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla
<i>A. corni</i>	—	—	—	—	15,38	Acci	7,69	Acci
<i>A. craccivora</i>	—	—	45,45	Acce	92,3	Con	84,61	Con
<i>A. fabae</i>	40,90	Acce	54,54	Rég	61,53	Rég	46,15	Acce
<i>A. gossypii</i>	27,27	Acci	45,45	Acce	92,3	Con	61,53	Rég
<i>A. idaei</i>	—	—	—	—	23,07	Acci	—	—
<i>A. nasturtii</i>	—	—	—	—	23,07	Acci	23,07	Acci
<i>A. nerii</i>	18,18	Acci	27,27	Acce	—	—	—	—
<i>A. solani</i>	22,72	Acci	36,36	Acce	15,38	Acci	15,38	Acci
<i>A. spiraecola</i>	40,90	Acce	59,09	Rég	38,46	Acce	—	—
<i>B. amygdalinus</i>	13,63	Acci	—	—	7,69	Acci	7,69	Acci
<i>B. brassicae</i>	—	—	22,72	Acci	7,69	Acci	—	—
<i>B. cardui</i>	—	—	22,72	Acci	7,69	Acci	—	—
<i>C. horni</i>	40,90	Acce	—	—	7,69	Acci	15,38	Acci
<i>D. apiifolia</i>	4,54	Rare	18,18	Acci	15,38	Acci	7,69	Acci
<i>D. foeniculus</i>	—	—	—	—	30,76	Acce	7,69	Acci
<i>D. plantaginea</i>	—	—	22,72	Acci	7,69	Acci	30,76	Acce

<i>D. pyri</i>	–	–	–	–	7,69	Acci	–	–
<i>H. foeniculi</i>	–	–	–	–	7,69	Acci	–	–
<i>H. lactucae</i>	50	Rég	13,63	Acci	69,23	Rég	53,84	Rég
<i>H. picridis</i>	–	–	45,45	Acce	–	–	–	–
<i>M. euphorbiae</i>	45,45	Acce	31,82	Acce	76,92	Con	69,23	Rég
<i>M. persicae</i>	68,18	Rég	63,63	Rég	92,3	Con	92,3	Con
<i>P. bursarius</i>	–	–	–	–	–	–	69,23	Rég
<i>R. insertum</i>	–	–	–	–	61,53	Rég	7,69	Acci
<i>R. maidis</i>	–	–	18,18	Acci	76,92	Con	53,84	Rég
<i>R. padi</i>	13,63	Acci	31,18	Acce	53,84	Rég	61,53	Rég
<i>S. betae</i>	4,54	Rare	–	–	–	–	–	–
<i>S. eastopi</i>	–	–	–	–	–	–	7,69	Acci
<i>S. fragariae</i>	9,09	Acci	–	–	46,15	Acce	–	–
<i>S. graminum</i>	–	–	–	–	30,76	Acce	7,69	Acci
<i>S. maydis</i>	–	–	18,18	Acci	–	–	15,38	Acci
<i>T. trifolii</i>	–	–	–	–	7,69	Acci	7,69	Acci
<i>T. ulmi</i>	–	–	9,09	Acci	–	–	7,69	Acci
<i>W. nervata</i>	–	–	–	–	7,69	Acci	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences ; Cla : Classe de constance ; Con : Constante ; Acci : Accidentelle ; Acce : Accessoire ; Rég : Régulière.

En 2019, *H. lactucae* et *M. persicae* sont régulières dans la parcelle Joker, dans la parcelle Biskra cultivées sous serre *A. craccivora*, *A. spireacola* et *M. persicae* sont régulières (Tableau 38). En 2021, dans la parcelle Capillon les espèces *A. craccivora*, *A. gossypii*, *M. euphorbiae*, *M. persicae* et *R. padi* sont constantes et les espèces *A. fabae*, *H. lactucae*, *R. insertum* et *R. padi* sont régulières. Pour la parcelle Mexicaine, *A. craccivora* et *M. persicae* sont constantes. Les espèces *A. gossypii*, *H. lactucae*, *M. euphorbiae*, *P. bursarius*, *R. maidis* et *R. padi* sont régulières.

1.5.1.3. Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'indice d'équitabilité (Eq) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les quatre parcelles de piment sont mentionnés dans le tableau 39.

Tableau 39 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les quatre parcelles de piment durant les deux années d'étude 2019 et 2021.

Paramètres	Années		2019		2021	
	Joker	Biskra	Capillon	Mexicaine		
H' (bits) : Diversité de Shannon	3,29	3,71	4,02	3,76		
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	3,81	4,17	4,58	4,81		
Eq : Equitabilité	0,86	0,88	0,88	0,78		

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude en 2019 est de 3,29 et 3,71 bits pour la variété Joker et Biskra respectivement. En 2021, l'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Capillon est de 4,02 bits. Pour la variété Mexicaine, il est de 3,76 bits (Tableau 39). Durant les deux années d'étude, la diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 3,81 et 4,81 bits pour les quatre variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons capturées.

1.5.1.4. Indice de similarité de Jaccard

Les résultats de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés Joker et Biskra cultivées sous serre, les variétés Capillon et Mexicaine cultivées en plein champs sont représentés dans le tableau 40.

Tableau 40 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés de piment cultivées sous serre et en plein champs.

Paramètres	Valeurs
Nc : Nombre d'espèces communes	19
N1 : Nombre d'espèces observées sur les variétés cultivées sous serres	20
N2 : Nombre d'espèces observées sur les variétés cultivées en plein champs	31
I : Indice de Jaccard	0,6

Le nombre d'espèces observées sur les variétés cultivées sous serres est de 20 espèces, par contre sur les variétés cultivées en plein champs, il est de 31 espèces. 19 espèces sont communes entre ces deux milieux (Tableau 40). L'indice de Jaccard calculé est égal à 0,6, il tend vers 1 ce qui veut dire qu'il y a une similarité entre les espèces recensées dans les variétés cultivées sous serre et en plein champs.

1.5.2. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations des pucerons ailés capturées dans les quatre parcelles de piment durant les deux années d'étude 2019 et 2021 est présentée dans les figures 90, 91, 92 et 93.

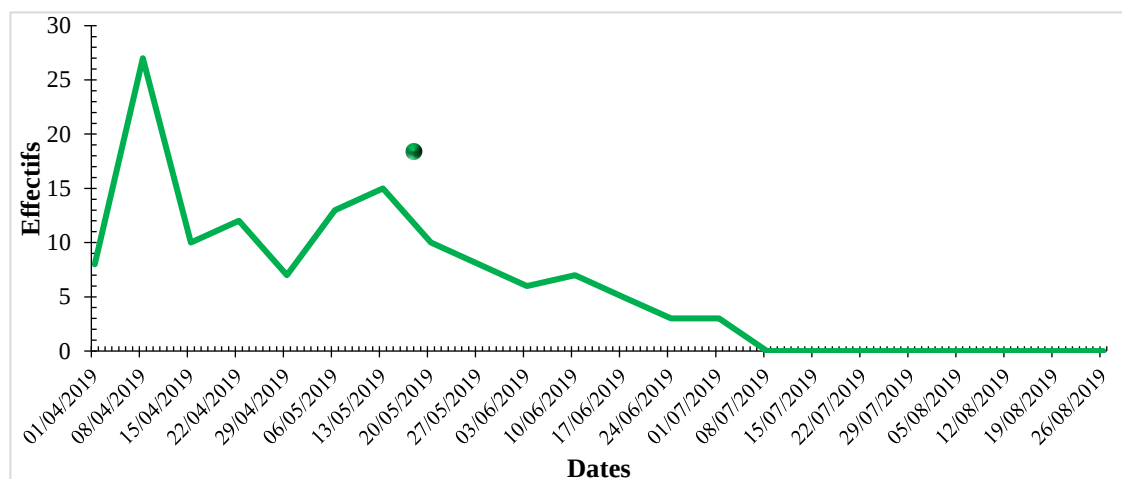


Figure 90 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Joker durant l'année 2019

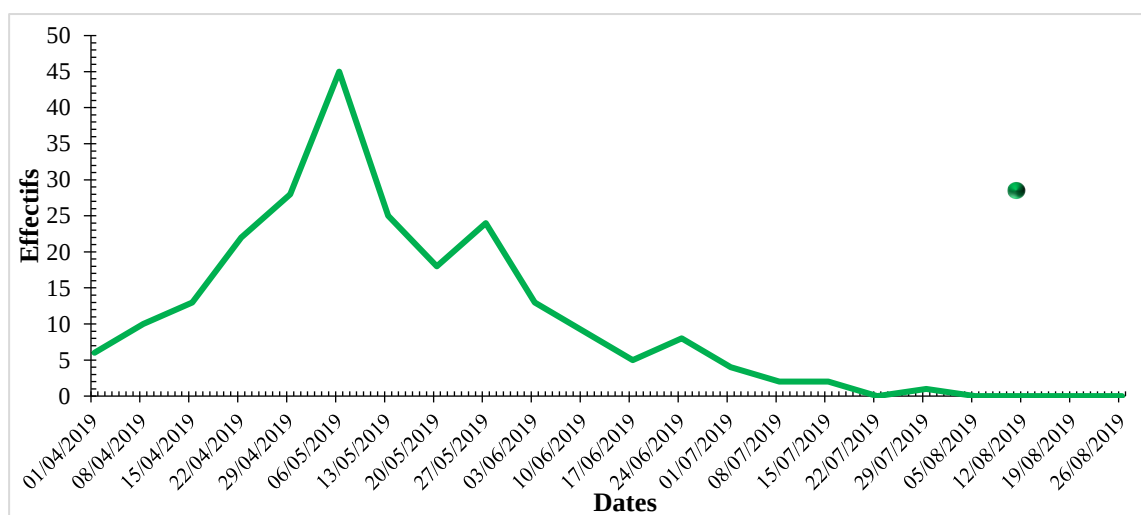


Figure 91 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Biskra durant l'année 2019

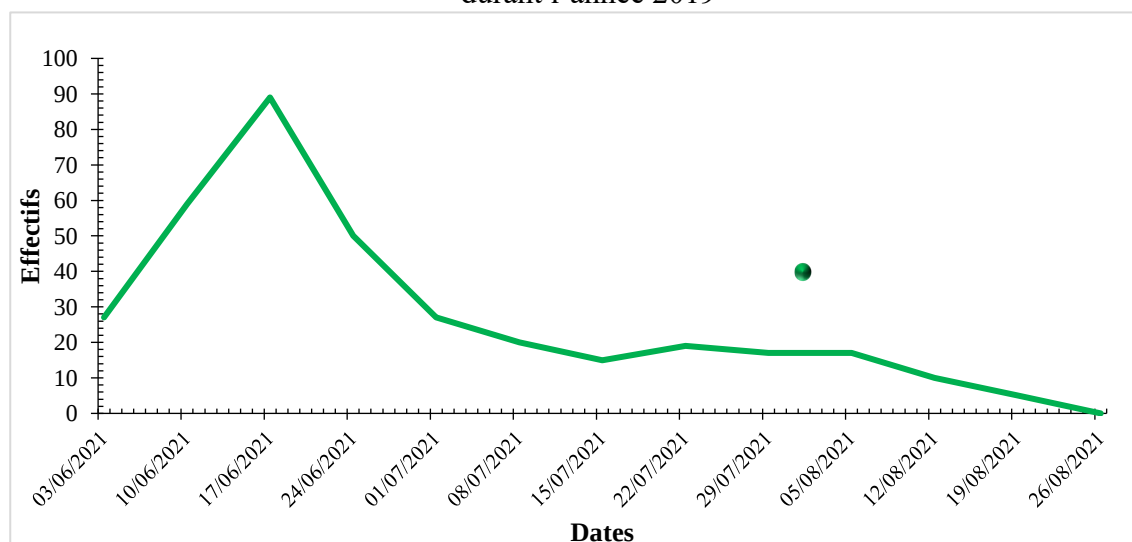


Figure 92 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Capillon durant l'année 2021

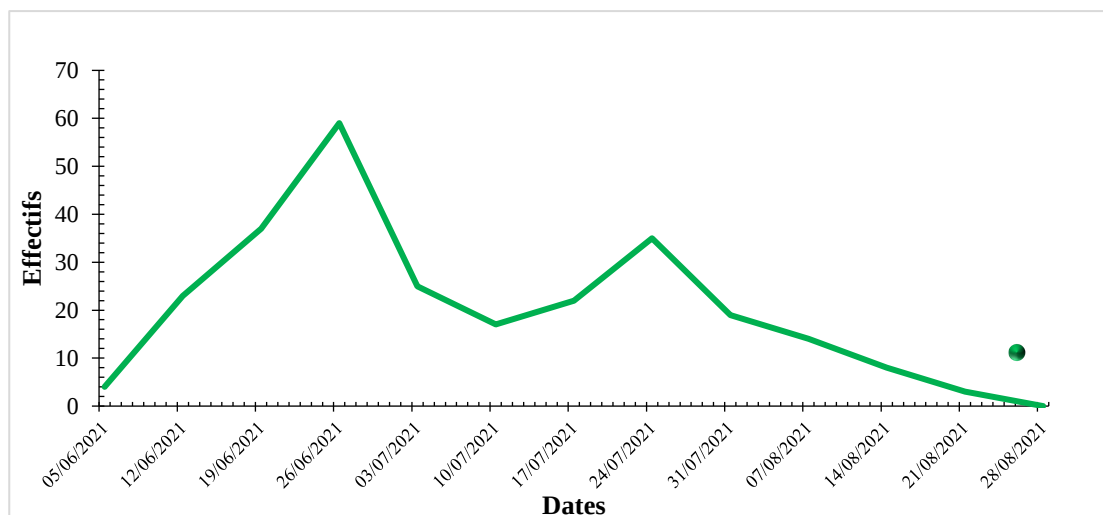


Figure 93 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Mexicaine durant l'année 2021

En 2019, les premiers pucerons ailés sont observés le 01 avril 2019 pour les deux variétés Joker et Biskra. Un pic est observé dans la parcelle Joker le 08 avril 2019 avec un effectif de 27 individus, par contre sur la parcelle Biskra, le pic est observé le 06 mai 2019 avec un effectif de 45 individus. A partir de ces dates les effectifs de pucerons diminuent progressivement jusqu'à s'annuler le 08 juillet 2019 et le 05 août 2019 pour les parcelles Joker et Biskra respectivement.

En 2021, les effectifs des pucerons augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic le 17 juin 2021 avec un effectif de 89 individus pour la variété Capillon. Pour la variété Mexicaine un pic est enregistré le 26 juin 2021 avec un effectif de 59 individus. Les effectifs des pucerons capturés à l'aide des pièges jaunes diminuent progressivement jusqu'à s'annuler à la fin du mois d'août.

1.5.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de piment

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de piment, durant les deux années d'étude 2019 et 2021 sont illustrés dans la figure 94.

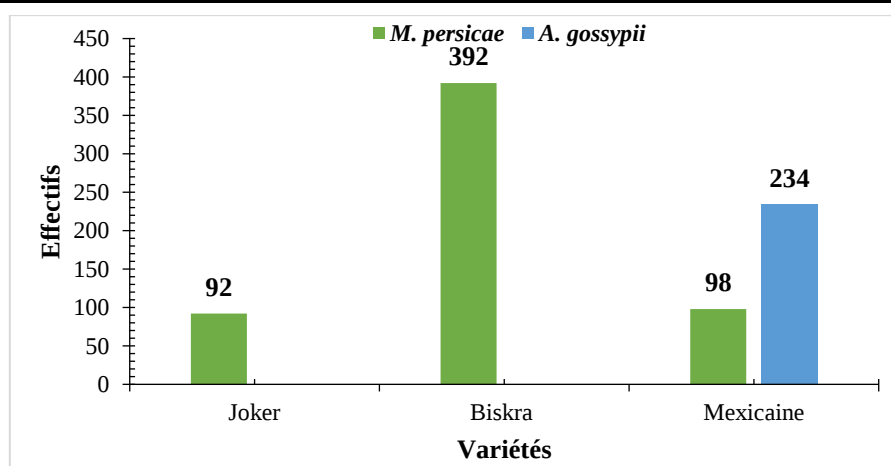


Figure 94 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles de piment variétés Biskra, Joker et Mexicaine durant les années 2019 et 2021

En 2019 dans la région d'Oued Aissi, l'espèce *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles des deux variétés de piment Joker et Biskra, avec un effectif de 92 et 393 individus respectivement (Fig. 94). En 2021, deux espèces se sont développées sur les feuilles de la variété Mexicaine, il s'agit de l'espèce *A. gossypii* qui est la plus dominante avec un effectif de 234 individus (70,5%) et *M. persicae* qui est recensée avec un effectif de 98 individus (29,5%).

1.5.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des variétés de piment

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de piment en 2019 et 2021 est illustrée par les figures 95, 96 et 97.

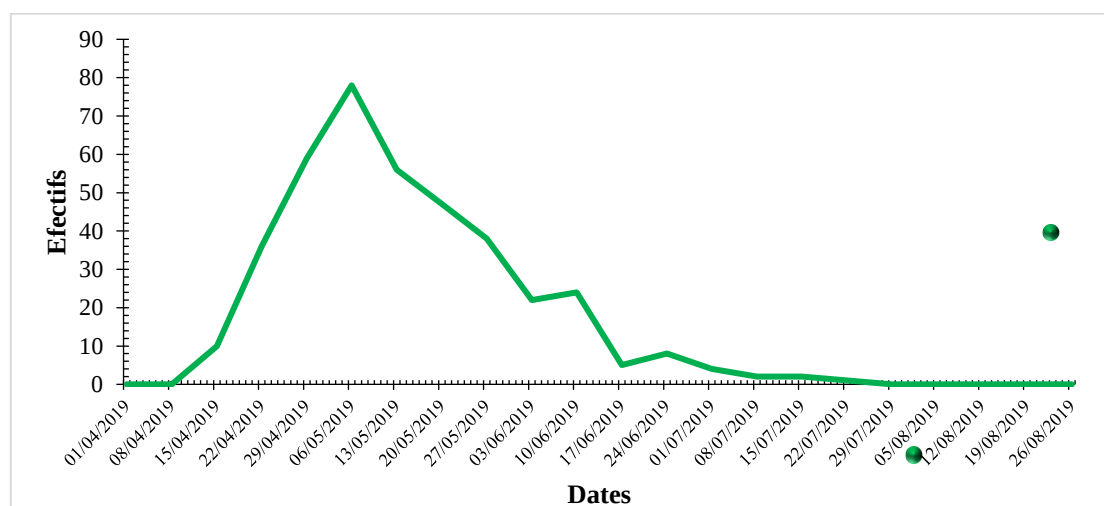


Figure 95 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Biskra en 2019

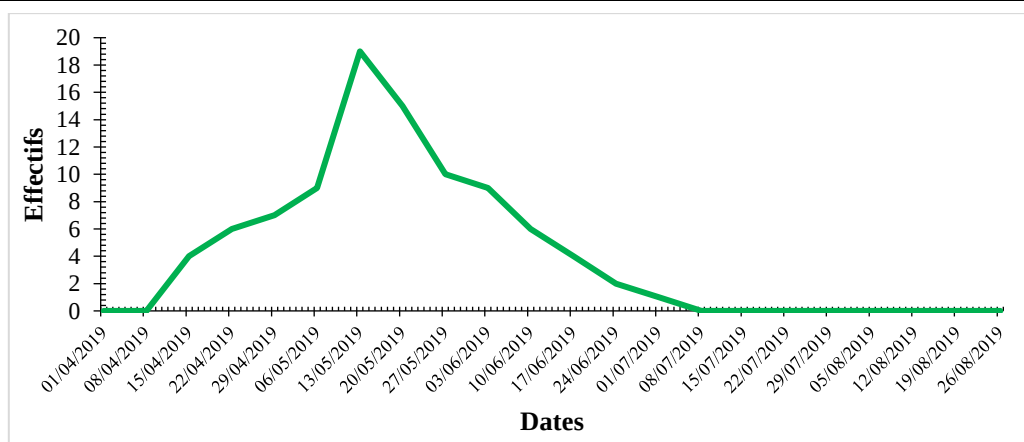


Figure 96 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Joker en 2019

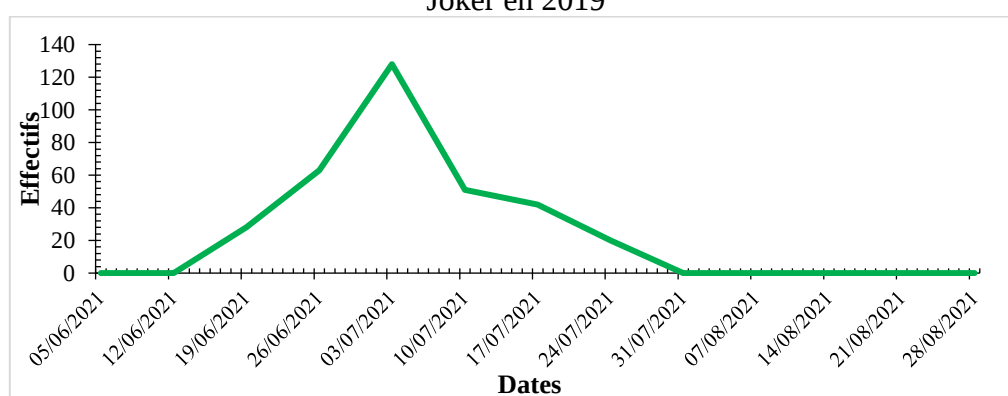


Figure 97 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Mexicaine en 2021

D'après les courbes d'évolution illustrées dans les figures 95, 96 et 97, nous constatons qu'en 2019, les premières infestations par les pucerons sont apparues le 15 avril 2019 pour les deux variétés Joker et Biskra. En 2021, pour la variété Mexicaine, l'infestation par les pucerons est enregistrée le 19 juin 2021.

Un pic est observé le 06 mai 2019 pour la variété Biskra avec un effectif de 78 individus et le 13 mai 2019 pour la variété Joker avec un effectif de 19 individus. Par contre sur la variété Mexicaine, le pic est observé le 03 juillet 2021 avec un effectif de 128 individus. Après les pics enregistrés sur les trois variétés de piment nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre un zéro le 29 juillet 2019 pour la variété Biskra, le 08 juillet 2019 pour la variété Joker et le 31 juillet 2021 pour la variété Mexicaine.

1.6 Culture d'aubergine (*S. melongena*)

Les résultats des espèces aphidiennes inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine durant les années d'étude 2019 et 2021, dans les régions d'Oued Aissi, Draa Ben Khedda et la région de Baghlia sont présentés dans le tableau 41.

Tableau 41 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine dans les régions d'Oued Aissi, Draâ Ben Khedda et Baghliia.

				2019	2021	
Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	Ad	Ga	Cl
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i>	-	+	+
			<i>A. fabae</i>	+	+	+
			<i>A. gossypii</i>	+	+	+
			<i>A. spiraeicola</i>	+	-	+
			<i>Aphis</i> sp.	+	-	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i>	+	+	+
			<i>R. padi</i>	-	+	+
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. eastopi</i>	+	+	+
			<i>S. rotundiventris</i>	-	+	+
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. pisum</i>	+	-	-
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i>	+	+	+
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i>	-	+	+
			<i>B. amygdalinus</i>	-	+	+
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. horni</i>	-	+	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i>	+	-	+
			<i>D. foeniculus</i>	+	+	-
			<i>D. plantaginea</i>	-	+	-
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i>	-	-	+
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i>	+	+	+
			<i>H. picridis</i>	+	-	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i>	+	+	+
		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i>	+	+	+
		<i>Sitobion</i>	<i>S. fragariae</i>	-	+	+
Eriosomatinae	Eriosomatini	<i>Tetraneura</i>	<i>T. nigriabdominalis</i>	+	+	-
02	03	14	25	15	19	19

Ad : Adria, Ga : Galine, Cl : Classique ; + : Présence ; - : Absence

L'échantillonnage est effectué dans trois variétés d'aubergine, la variété Adria durant la période allant du 1^{er} avril au 26 août 2019, la variété Classique durant la période allant du 07 juin au 30 août 2021 et la variété Galine du 19 juin au 28 août 2021. L'analyse de la faune aphidienne dans les trois parcelles étudiées a révélé l'existence de 25 espèces de pucerons

durant les deux années d'étude, 15 espèces dans la culture Adria qui est transplantée sous-serre et 19 espèces dans les deux cultures Classique et Galine. Ces espèces sont réparties en deux sous-familles, celle des Aphidinae et celle des Eriosomatinae distribuées en 3 tribus et 14 genres (Tableau 41).

1.6.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des aphides recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition ainsi que l'indice de similarité de Jaccard.

1.6.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'aubergine durant les années 2019 et 2021 est notée dans le tableau 42.

Tableau 42 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés sur les cultures d'aubergine.

Variétés Paramètres	Adria	Galine	Classique
a	0	2	4
N	22	11	13
a/N	0	0,18	0,30

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensées dans les trois parcelles d'aubergine est proche de 0, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant (Tableau 42).

1.6.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

1.6.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturés dans les parcelles d'aubergine sont présentés dans le tableau 43.

Tableau 43 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'aubergine.

Variétés	Nombre d'espèces
Adria	15
Galine	19
Classique	19

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturées à l'aide des pièges jaunes installés dans la parcelle d'aubergine variété Adria est de 15 espèces, pour les cultures Galine et Classique, elle est de 19 espèces (Tableau 43).

1.6.1.2.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces de pucerons capturées à l'aide des pièges jaunes durant les deux années d'étude 2019 et 2021 sont mentionnés dans le tableau 44

Tableau 44 : Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois variétés d'aubergine.

Années Espèces	2019		2021			
	Adria		Galine		Classique	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. craccivora</i>	0	0	25	9,29	47	14,87
<i>A. fabae</i>	15	8,72	36	13,38	89	28,87
<i>A. gossypii</i>	11	6,39	13	4,83	28	8,86
<i>A. pisum</i>	5	2,90	0	0	3	0,94
<i>A. solani</i>	16	9,30	9	3,34	14	4,43
<i>A. spiraecola</i>	6	3,48	0	0	11	3,81
<i>Aphis sp.</i>	2	1,16	0	0	0	0
<i>B. amygdalinus</i>	0	0	9	3,35	1	3,2
<i>B. cardui</i>	0	0	14	5,20	1	3,2
<i>C. horni</i>	0	0	3	1,11	3	0,94
<i>D. apiifolia</i>	5	2,90	0	0	4	1,27
<i>D. foeniculus</i>	3	1,74	4	1,49	0	0
<i>D. plantaginea</i>	0	0	3	1,11	0	0
<i>H. foeniculi</i>	9	5,23	1	0,37	1	3,20
<i>H. lactucae</i>	19	11,04	19	7,06	17	3,38
<i>H. picridis</i>	12	6,98	0	0	0	0
<i>M. euphorbiae</i>	22	12,80	16	5,91	8	2,53
<i>M. persicae</i>	33	19,18	54	20,07	37	11, 70
<i>R. maidis</i>	5	2,90	17	6,32	34	10,80
<i>R. padi</i>	0	0	25	9,29	13	4,11

<i>S. eastopi</i>	0	0	2	0,74	1	0,31
<i>S. fragariae</i>	0	0	4	1,49	2	0,63
<i>S. rotundiventris</i>	9	5,23	14	5,20	2	0,63
<i>T. nigriabdominalis</i>	0	0	1	0,37	0	0
Total	172	100	269	100	316	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

En 2019, dans la parcelle d'aubergine variété Adria, *M. persicae* est l'espèce la plus capturée avec une fréquence relative de 19,18%, suivie par *M. euphorbiae* avec une abondance relative de 12,80% et *H. lactucae* avec 11,04%. Les espèces les moins fréquentes sont *Aphis* sp. et *D. foeniculus* avec une abondance relative de 1,16 et 1,74 % respectivement. Pour l'année 2021, dans la culture de variété Galine, les espèces les plus abondantes sont *M. persicae* avec une fréquence de 20,07% suivie d'*A. fabae* avec une abondance relative de 13,38%, les espèces les moins capturées avec une abondance relative de 0,37% sont *H. foeniculi* et *T. nigriabdominalis* (Tableau 44). Dans la culture Classique, l'espèce la plus dominante est *A. fabae* avec une fréquence relative de 28,87%, suivie de *M. persicae* avec une fréquence relative de 11,70 %. Les espèces qui présentent avec une faible fréquence de 0,31% sur cette variété sont *S. eastopi*, *B. amygdalinus*, *B. cardui* et *H. foeniculi*.

1.6.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures d'aubergine sont reportés dans le tableau 45.

Tableau 45 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois cultures d'aubergine.

Années Espèces	2019		2021			
	Adria		Galine		Classique	
	FO %	Classe de constance	FO %	Classe de constance	FO %	Classe de constance
<i>A. craccivora</i>	–	–	–	–	61,53	Régulière
<i>A. fabae</i>	40,90	Accessoire	100	Omniprésente	84,61	Constante
<i>A. gossypii</i>	31,81	Accessoire	63,63	Régulière	69,23	Régulière
<i>A. pisum</i>	40,90	Accessoire	–	–	38,46	Accessoire
<i>A. solani</i>	–	–	36,36	Accessoire	7,69	Accidentelle
<i>A. spiraecola</i>	18,18	Accidentelle	–	–	30,76	Accessoire

<i>Aphis</i> sp.	4,54	Rare	–	–	–	–
<i>B. amygdalinus</i>	–	–	45,45	Régulière	7,69	Accidentelle
<i>B. cardui</i>	–	–	54,54	Régulière	7,69	Accidentelle
<i>C. horni</i>	–	–	27,27	Accessoire	15,38	Accidentelle
<i>D. apiifolia</i>	18,18	Accidentelle	–	–	15,38	Accidentelle
<i>D. foeniculus</i>	13,63	Accidentelle	36,36	Accessoire	–	–
<i>D. plantaginea</i>	–	–	18,18	Accidentelle	–	–
<i>H. foeniculi</i>	22,27	Accidentelle	9,09	Accidentelle	7,69	Accidentelle
<i>H. lactucae</i>	45,45	Accessoire	72,72	Régulière	38,46	Accessoire
<i>H. picridis</i>	36,36	Accessoire	–	–	–	–
<i>M. euphorbiae</i>	50	Régulière	54,54	Régulière	30,76	Accessoire
<i>M. persicae</i>	59,09	Régulière	100	Omniprésente	53,84	Régulière
<i>R. maidis</i>	18,18	Accidentelle	54,54	Régulière	53,84	Régulière
<i>R. padi</i>	–	–	81,81	Constante	30,76	Accessoire
<i>S. eastopi</i>	–	–	9,09	Accidentelle	15,38	Accidentelle
<i>S. fragariae</i>	–	–	18,18	Accidentelle	15,38	Accidentelle
<i>S. rotundiventris</i>	27,27	Accessoire	54,54	Régulière	7,69	Accidentelle
<i>T. nigriabdominalis</i>	–	–	9,09	Accidentelle	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des trois parcelles d'aubergine, montrent que ces espèces ont des valeurs constance très variables. Elles sont accessoires, régulières, constances, omniprésentes et accidentelles (Tableau 45). Les espèces *M. persicae* (59,09%) et *M. euphorbiae* (50%) sont régulières dans la parcelle Adria. Les espèces *A. fabae* et *M. persicae* (100%) sont classées dans la catégorie omniprésente sur la variété Galine. Dans la parcelle Classique, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *M. persicae* et *R. maidis* sont régulières.

1.6.1.3. Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'indice d'équitabilité (Eq) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'aubergine sont mentionnés dans le tableau 46.

Tableau 46 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les trois parcelles d'aubergine durant les deux années d'étude 2019 et 2021.

Paramètres	Années	2019	2021	
		Adria	Galine	Classique
H' (bits) : Diversité de Shannon		3,57	3,68	3,27
H' max (bits) : Diversité maximale		3,90	4,25	4,25
Eq : Equitabilité		0,92	0,86	0,76

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude en 2019 est de 3,57 bits pour la variété Adria. En 2021, l'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Galine est de 3,68 (Tableau 46). Il est de 3,27 bits pour la variété Classique. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 3,90 et 4,25 bits pour les trois variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons capturées.

1.6.1.4. Indice de similarité de Jaccard

Les résultats de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour la variété Adria cultivée sous serre, et les variétés Galine et Classique cultivées en plein champs sont représentés dans le tableau 47.

Tableau 47 : Valeurs de l'indice de similarité de Jaccard calculé pour les variétés d'aubergine cultivées sous serre et en plein champs.

Paramètres	Valeurs
Nc : Nombre d'espèces communes	13
N1 : Nombre d'espèces observées sur la variété cultivée sous serre	15
N2 : Nombre d'espèces observées sur les variétés cultivées en plein champs	21
I : Indice de Jaccard	0,61

Le nombre d'espèces observées sur la variété cultivée sous serre est de 15 espèces, par contre sur les variétés cultivées en plein champs, il est de 21 espèces, avec 13 espèces communes entre la variété cultivée sous serre et celles cultivées en plein champs (Tableau 47). L'indice de Jaccard calculé est égal à 0,61, il tend vers 1, ce qui veut dire qu'il y a une similarité entre les espèces recensées dans les variétés cultivées sous serre et en plein champs.

1.6.2. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'aubergine durant les deux années d'étude 2019 et 2021 est présentée dans les figures 98, 99 et 100.

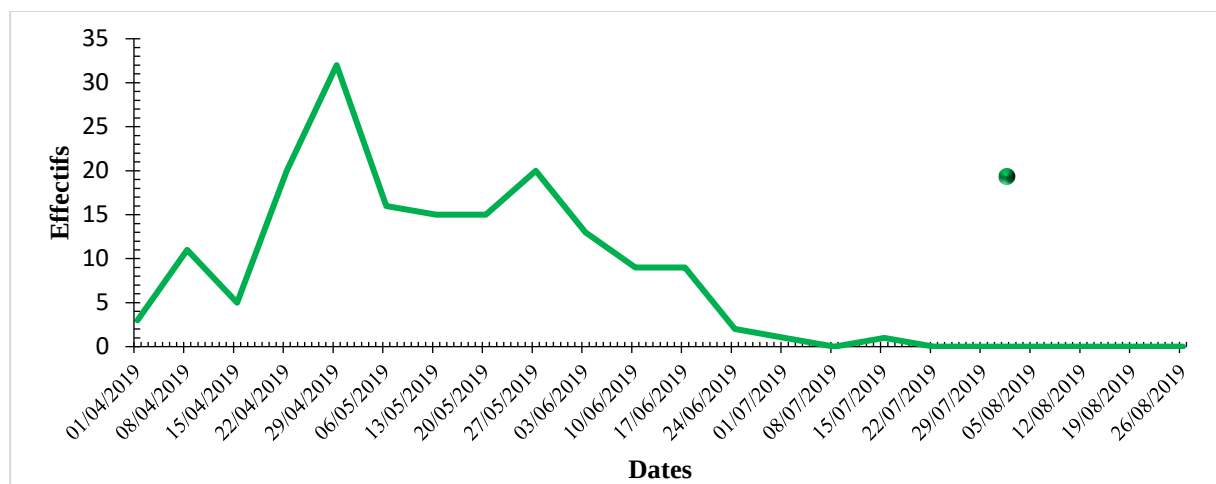


Figure 98 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Adria durant l'année 2019

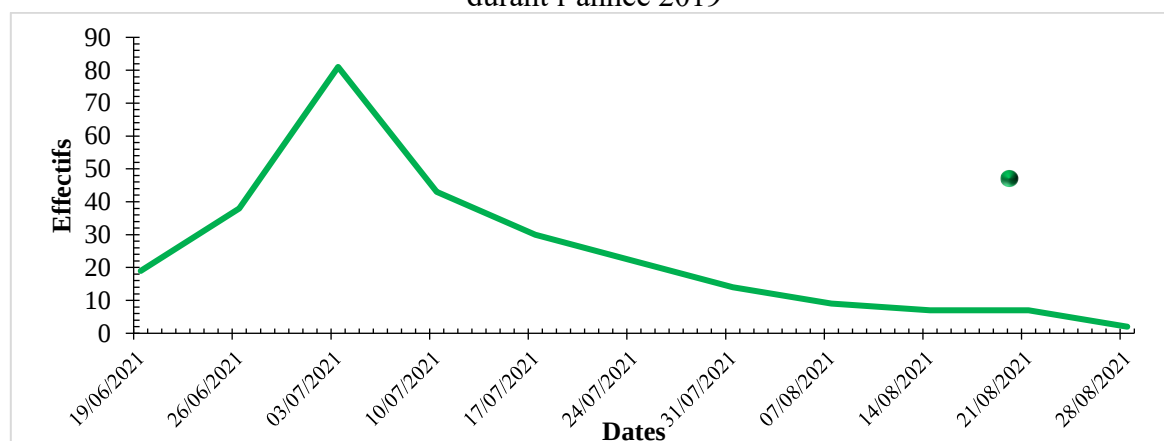


Figure 99 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Galine durant l'année 2021

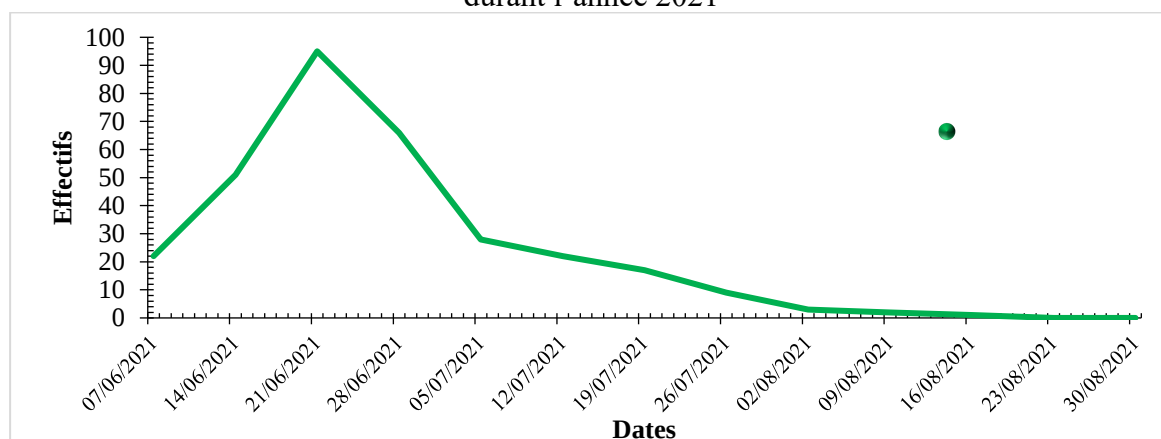


Figure 100 : Courbe de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la parcelle Classique durant l'année 2021

Les résultats de la figure 98 montrent l'existence de trois pics avec le plus important qui est enregistré le 29 avril 2019 pour la variété Adria. Pour la culture de Galine, un nombre maximal de 81 individus est enregistré le 3 juillet 2021 (Fig. 99). Les résultats de la figure 100 montrent les effectifs de pucerons ailés dans la culture de Classique présentent un pic de 95 individus le 21 juin 2021. Les effectifs de pucerons de ces cultures commencent à diminuer avec le temps jusqu'à s'annuler le 22 juillet 2019 pour la parcelle Adria, le 28 août 2021 pour la variété Galine et pour la parcelle Classique le zéro est observé le 23 août 2021.

1.6.3. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures d'aubergine

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles d'aubergine dans la région d'Oued Aissi, Boukhalfa et Baghlia, durant les années d'étude 2019 et 2021 sont illustrés dans la figure 101.

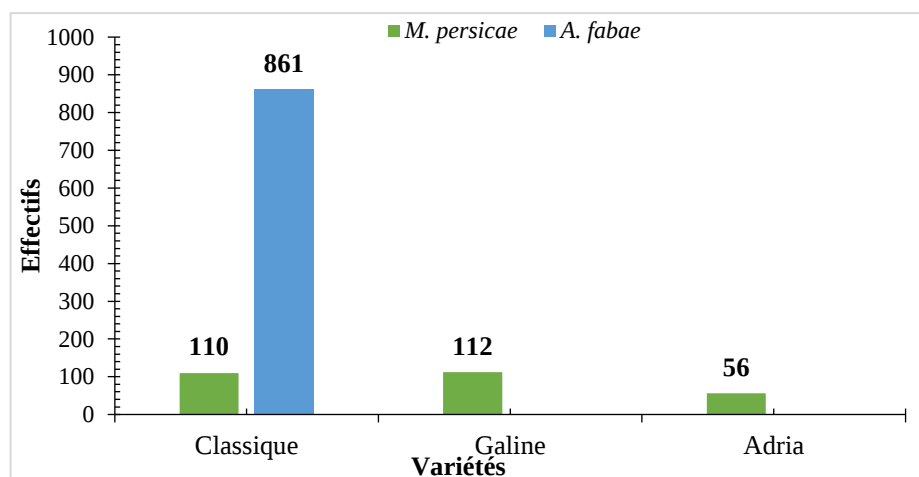


Figure 101 : Effectifs des espèces de pucerons installées sur les feuilles d'aubergine variétés Classique, Galine et Adria durant les années 2019 et 2021

Sur les trois cultures d'aubergine, deux espèces de pucerons sont observées sous forme de colonies sur les feuilles des différentes variétés. L'espèce observée sur les trois cultures est *M. persicae* avec un effectif de 110 individus (11,33%) pour la culture Classique, 112 individus pour la culture Galine (100%) et 56 individus pour la culture Adria (100%). L'espèce *A. fabae* est la plus dominante sur les feuilles de la culture Classique avec un effectif de 861 individus (88,67%).

1.6.4. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés d'aubergine durant les années 2019 et 2021.

L'évolution de la population globale des pucerons installés sur les feuilles des trois variétés d'aubergine durant les années 2019 et 2021 est illustrée par les figures 102, 103 et 104.

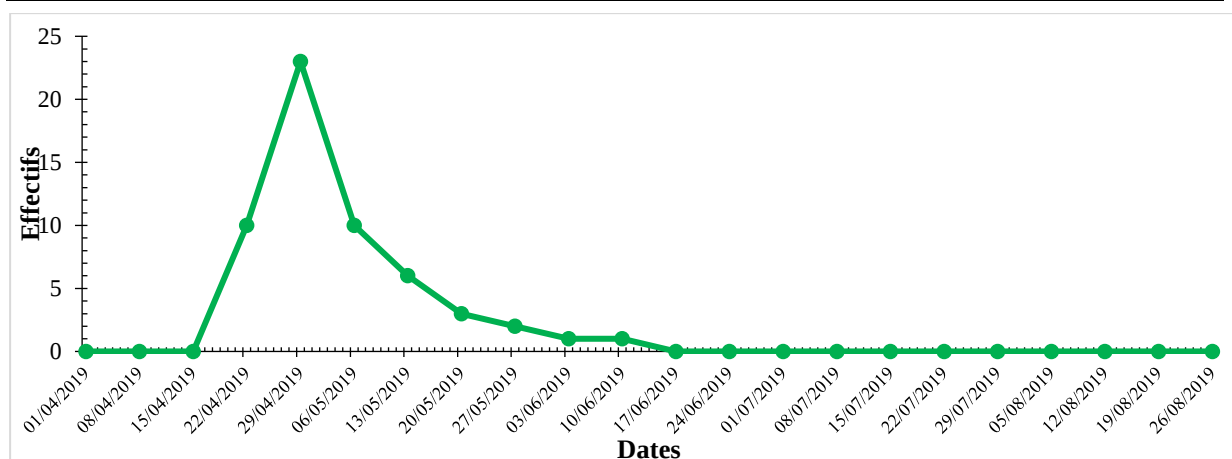


Figure 102 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Adria en 2019

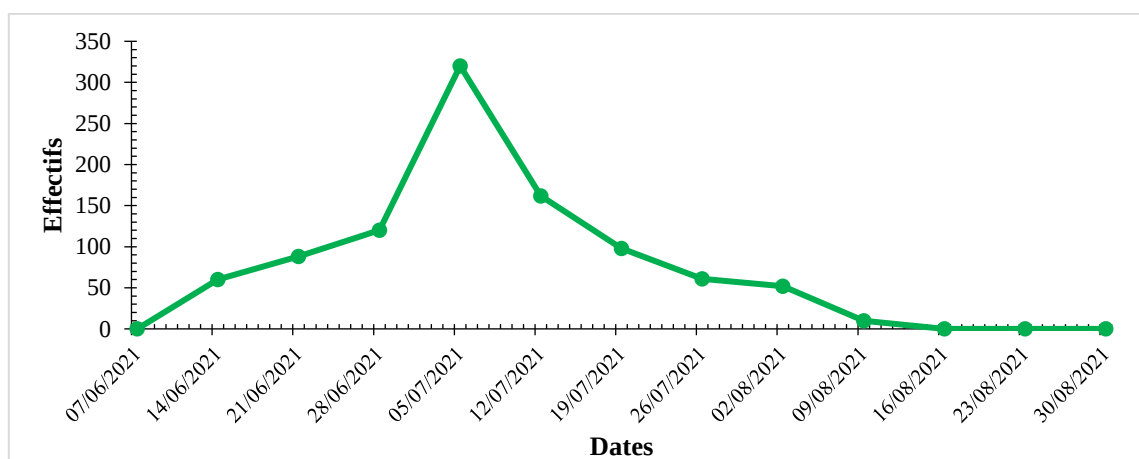


Figure 103 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Classique en 2021

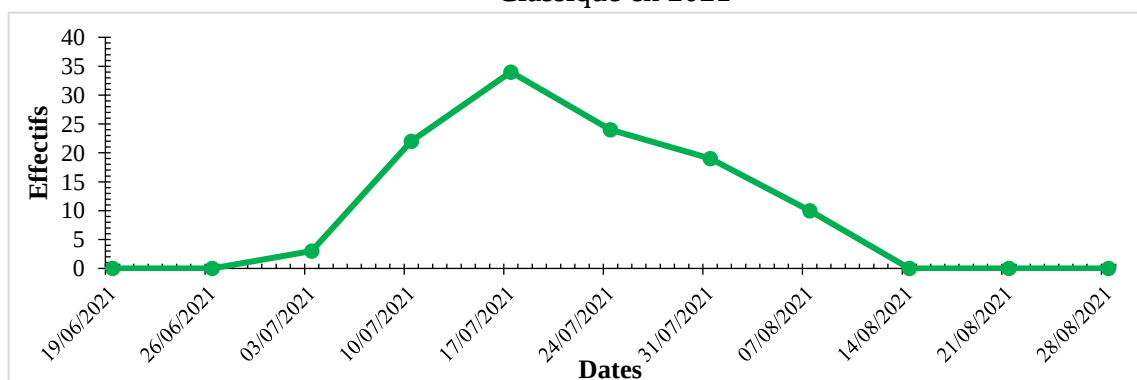


Figure 104 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Galine en 2021

D'après les résultats illustrés dans les figures 101, 102 et 103, nous constatons que les premières infestations par les pucerons sur les trois cultures d'aubergine sont apparues le 22 avril 2019 pour la variété Adria avec un pic observé le 29 avril 2019 avec un effectif de 25 individus. Pour la variété Classique le début d'infestation est apparu le 14 juin 2021, alors que pour la variété Galine les infestations sont apparues le 03 juillet 2021. Adria. Un pic de 320

individus est enregistré le 05 juillet 2021 pour la variété Classique. Par contre sur la variété Galine le pic est observé le 17 juillet 2021. Après les pics enregistrés sur les trois variétés d'aubergines nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à s'annuler la mi-juin 2019 pour la variété Adria, mais pour les variétés cultivées en plein champs (Classique et Galine) l'absence des pucerons sur les feuilles est observé la mi-août 2021.

2. Inventaire des auxiliaires dans les différentes parcelles de solanacées

Les résultats des insectes prédateurs et parasitoïdes récoltés par les deux méthodes de capture au niveau des parcelles de solanacées cultivées durant les trois années 2019, 2020 et 2021 sont présentés dans le tableau 48.

Tableau 48 : Principales espèces prédatrices et parasitoïdes de pucerons recensées par les deux méthodes d'échantillonnage dans les parcelles de solanacées cultivées durant les trois années 2019, 2020 et 2021.

Ordres	Familles	Genres	Espèces
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i> (Goeze, 1777)
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i> (Kovar, 1977)
		<i>Hyperaspis</i>	<i>H. duvergeri</i> (Frusch, 1985)
		<i>Scymnus</i>	<i>S. apetzi</i> (Mulsant, 1846)
			<i>S. interruptus</i> (Goeze, 1777)
			<i>S. pallipediformis</i> (Gunther, 1958)
			<i>Scymnus</i> sp. (Kugelann, 1794)
Diptera	Cecidomyidae	<i>Aphidoletes</i>	<i>A. aphidimyza</i> (Rondani, 1847)
	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i> (De Geer, 1776)
		<i>Melanostoma</i>	<i>M. scalare</i> (Fabricius, 1794)
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Syrphus</i>	<i>S. ribesii</i> (Linnaeus, 1758)
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i> (Fabricius, 1794)
			<i>A. nemorum</i> (Linnaeus, 1760)
Hymenoptera	Braconidae	<i>Aphidius</i>	<i>A. ervi</i> (Haliday, 1833)
			<i>A. colemani</i> (Viereck, 1912)
		<i>Diaeretiella</i>	<i>D. rapae</i> (M'Intosh, 1855)

		<i>Lysiphlebus</i>	<i>L. testaceipes</i> (Cresson, 1880)
	Alloxystidae	<i>Alloxysta</i>	<i>A. victrix</i> (Westwood, 1833)
	Megaspilidae	<i>Dendrocerus</i>	<i>D. carpenteri</i> (Curtis, 1829)
			<i>Dendrocerus</i> sp. (Ratzeburg, 1852)
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i> (Stephens, 1836)
05	08	16	22

+ : Présence ; - : Absence

Durant les trois années, l'échantillonnage des auxiliaires a permis de dresser une liste de 22 espèces auxiliaires réparties en 5 ordres, les Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera et Neuroptera, subdivisées en 8 familles, à savoir les Coccinellidae (Annexe 1), les Syrphidae (Annexe 2), les Cecidomyiidae (Annexe 3), les Anthocoridae, les Braconidae (Annexe 4), les Megaspilidae (Annexe 5), les Alloxystidae (Annexe 6) et les Chrysopidae (Annexe 7), réparties en 16 genres. Ce sont : *Adonia*, *Coccinella*, *Hyperaspis*, *Scymnus*, *Episyrphus*, *Syrphus*, *Melanostoma*, *Sphaerophoria*, *Aphidoletes*, *Anthocoris*, *Aphidius*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus*, *Dendrocerus*, *Alloxysta* et *Chrysoperla*.

L'inventaire des parasitoïdes montre l'existence de 7 espèces de parasitoïdes, 4 espèces sont des parasitoïdes primaires, il s'agit d'*A. ervi*, *A. colemani*, *D. rapae* et *L. testaceipes*. 3 autres espèces sont des hyperparasitoïdes ce sont *D. carpenteri*, *Dendrocerus* sp. et *A. victrix* (Tableau 48).

2.1. Culture de pomme de terre (*S. tuberosum*)

Les résultats de l'inventaire des prédateurs aphidiphages dans les parcelles de pomme de terre sont présentés dans le tableau 49.

Tableau 49 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les cinq parcelles de pomme de terre dans les deux régions d'études.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	2019		2020		
				Li	Lo	Dé	Fa	Ti
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i>	+	+	+	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>	+	+	+	+	+
		<i>Hyperaspis</i>	<i>H. duverger</i>	-	-	+	-	-
		<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipediformis</i>	+	+	+	+	+
			<i>S. interruptus</i>	-	+	+	-	-

			<i>S. apetzii</i>	-	+	-	+	-
			<i>Scymnus</i> sp.	+	-	+	-	-
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>	+	+	+	+	+
		<i>Syrphus</i>	<i>S. ribesii</i>	+	+	+	+	-
		<i>Melanostoma</i>	<i>M. scalare</i>	-	-	+	-	+
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i>	-	-	+	-	-
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i>	-	+	-	+	-
			<i>A. nemorum</i>	-	+	-	-	-
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i>	+	+	-	+	-
04	04	10	14	07	10	10	08	05

Li : Liseta ; Lo : Louane ; Dé : Désirée ; Fa : Fabula ; Ti : Timate ; + : Présence ; - : Absence.

L'inventaire réalisé sur les cinq cultures de pomme de terre révèle l'existence de 14 espèces prédatrices, réparties en 10 genres, subdivisées en 4 familles (Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae et Chrysopidae) (Tableau 49). En 2019, 11 espèces sont recensées répartie en 07 genres. Par contre en 2020, 13 espèces sont recensées réparties en 10 genres et 4 familles.

2.1.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des prédateurs recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

2.1.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces prédatrices capturées dans les cinq variétés de pomme de terre est représentée dans le Tableau 50.

Tableau 50 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices capturées dans les cinq variétés de pomme de terre.

Années Paramètres	2019		2020		
	Liseta	Lounae	Désirée	Fabula	Timate
a	0	0	0	0	1
N	13	13	12	12	12
a/N	0	0	0	0	0.08

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de prédateurs aphidiphages recensées dans les parcelles Liseta, Louane, Désirée et Fabula est égale à 0, dans la parcelle Timate, elle est de 0,08 (Tableau 50). L'échantillonnage est donc considéré comme bon.

2.1.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

2.1.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de prédateurs capturées au niveau des parcelles de pomme de terre sont présentés dans le tableau 51.

Tableau 51 : Richesse totale en espèces prédatrices sur les parcelles de pomme de terre.

Variétés	Nombre d'espèces
Liseta	07
Louane	10
Désirée	10
Fabula	08
Timate	05

La richesse totale des espèces prédatrices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Liseta est de 7 espèces. Pour les variétés Louane et Désirée, elle est de 10 espèces. 8 espèces sont capturées dans la parcelle Fabula et 5 espèces dans la parcelle Timate.

2.1.1.2.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces prédatrices capturées durant les deux années 2019 et 2020, dans les cinq variétés de pomme de terre sont mentionnés dans le tableau 52.

Tableau 52 : Abondances relatives des espèces prédatrices capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre.

Années Espèces	2019				2020					
	Liseta		Louane		Désirée		Fabula		Timate	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. variegata</i>	15	21,74	152	45	26	24,29	36	27,06	41	51,89
<i>C. algerica</i>	25	36,23	98	2,29	48	44,85	62	46,16	25	31,64
<i>H. duverger</i>	0	0	0	0	2	1,86	0	0	0	0
<i>S. pallipediformis</i>	9	13,04	17	0,05	6	5,6	14	10,52	4	5,063

<i>S. interruptus</i>	0	0	6	0,01	3	2,8	0	0	0	0
<i>S. apetzi</i>	0	0	4	0,01	0	0	3	2,25	0	0
<i>Scymnus</i> sp.	2	2,89	0	0	2	1,86	0	0	0	0
<i>E. balteatus</i>	11	15,94	22	0,06	09	8,41	3	2,25	6	7,59
<i>S. ribesii</i>	4	5,8	14	0,04	2	1,86	9	6,76	0	0
<i>M. scalare</i>	0	0	0	0	6	5,6	0	0	3	3,79
<i>S. scripta</i>	0	0	0	0	3	2,8	0	0	0	0
<i>A. nemoralis</i>	0	0	7	0,02	0	0	4	3	0	0
<i>A. nemorum</i>	0	0	6	0,01	0	0	0	0	0	0
<i>C. carnea</i>	3	4,34	11	0,03	0	0	2	1,5	0	0
Total	69	100	337	100	107	100	133	100	79	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

Durant les deux années d'échantillonnage, 406 et 319 individus de prédateurs sont recensés en 2019 et 2020 respectivement. En 2019, l'espèce la plus dominante est *C. algerica* avec une abondance relative de 36,23% sur la variété Liseta. *A. variegata* est la plus dominante sur Louane avec une abondance relative de 45%. En 2020, dans les parcelles Désirée et Fabula, *C. algerica* est la plus dominante avec une abondance relative de 44,85% et 46,16% respectivement. *A. variegata* est la plus capturée avec une fréquence de 51,89% dans la variété Timate.

2.1.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cultures de pomme de terre sont reportés dans le tableau 53.

Tableau 53 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cinq parcelles de pomme de terre.

Espèces \ Années	2019				2020					
	Liseta		Louane		Désirée		Fabula		Timate	
	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla
<i>A. variegata</i>	46,15	Acce	100	Omn	91,66	Con	83,33	Rég	91,66	Con
<i>C. algerica</i>	76,93	Con	92,3	Rég	100	Omn	100	Rég	83,33	Con
<i>H. duverger</i>			—	—	16,66	Acci	—		—	—
<i>S. pallipediformis</i>	38,46	Acce	69,23	Rég	16,66	Acci	75	Con	16,66	Acce
<i>S. interruptus</i>	—	—	23,07	Acce	8,33	Acci	—	—	—	—
<i>S. apetzi</i>	—	—	15,38	Acce	—		25	Acce	—	—

<i>Scymnus</i> sp.	15,38	Acce	–	–	16,66	Acci	–	–	–	–
<i>E. balteatus</i>	23,07	Acce	76,92	Rég	16,66	Acci	25	Acce	25	Acce
<i>S. ribesii</i>	30,76	Acce	23,07	Acce	16,66	Acci	33,33	Acce	–	–
<i>M. scalare</i>	–	–	–	–	25	Acce	–	–	8,33	Acce
<i>S. scripta</i>	–	–	–	–	25	Acce	–	–	–	–
<i>A. nemoralis</i>	–	–	15,38	Acci	–	–	16,66	Acce	–	–
<i>A. nemorum</i>	–	–	23,07	Acci	–	–	–	–	–	–
<i>C. carnea</i>	15,38	Acci	46,15	Acce	–	–	16,66	Acce	–	–

FO% : Fréquences d'occurrences ; **Cla** : Classe d'occurrence ; **Omn** : Omniprésente ; **Con** : Constante ; **Acci** : Accidentelle ; **Acce** : Accessoire ; **Rég** : Régulière

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices étudiées au niveau des parcelles de pomme de terre, montrent que ces espèces sont classées dans cinq catégories à savoir : accidentelle, accessoire, constance, régulière et omniprésente, durant les deux années 2019 et 2020. En 2019, *A. variegata* est classée accessoire dans la parcelle Liseta et omniprésente dans la parcelle Louane. *C. algerica* est constante dans la parcelle Liseta, elle est régulière dans la parcelle Louane. En 2020, dans la parcelle Désirée, *C. algerica* est omniprésente, par contre *A. variegata* est constante. *C. algerica* et *A. variegata* sont régulières dans la parcelle Fabula et elles sont constantes dans la parcelle Timate. (Tableau 53).

2.1.1.3. Indices écologiques de structure

La diversité de Shannon (H'), la diversité maximale ($H'_{\max}$) et l'indice d'équitabilité (Eq) sont rassemblés dans le tableau 54.

Tableau 54 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices dans les cinq parcelles de pomme de terre durant les deux années d'études (2019 et 2020).

Années Paramètres	2019		2020		
	Liseta	Louane	Désirée	Fabula	Timate
H' (bits) : Diversité de Shannon	2,39	2,26	2,39	2,11	1,51
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	2,80	3,32	3,32	3	1,58
Eq : Equitabilité	0,85	0,68	0,72	0,70	0,95

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant les deux années est compris entre 1,51 bits et 2,39 bits. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie de 1,58 à 3,32 bits. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, elle traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces (Tableau 54).

2.2. Culture de Tomate (*L. esculentum*)

Les résultats de l'inventaire des prédateurs aphidiphages dans les parcelles de tomate sont présentés dans le tableau 55.

Tableau 55 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles de tomate.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	Zin 45	Zahra	Kawa
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i>	+	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>	+	+	+
		<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipediformis</i>	+	+	+
			<i>S. interruptus</i>	-	+	-
			<i>S. apetzi</i>	-	+	-
Diptera	Cecidomyidae	<i>Aphidoletes</i>	<i>A. aphidimyza</i>	+	+	-
	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>	+	+	+
		<i>Melanostoma</i>	<i>M. scalare</i>	-	+	+
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i>	+	+	+
		<i>Syrphus</i>	<i>S. ribesii</i>	-	+	-
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i>	+	+	-
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i>	+	+	+
04	05	10	12	08	12	07

+ : Présence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire des prédateurs recensés dans les trois parcelles de tomate, montrent l'existence de 15 espèces prédatrices, réparties en 10 genres, subdivisées en 5 familles (Coccinellidae, Syrphidae, Cecidomyidae, Anthocoridae et Chrysopidae) (Tableau 55). 12 espèces sont recensées dans la parcelle de Zahra, 8 espèces sont enregistrées dans la parcelle de Zin 45, contre 7 espèces pour la variété Kawa.

2.2.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des prédateurs recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

2.2.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les prédateurs capturés dans les trois variétés de tomate est présentée dans le tableau 56.

Tableau 56 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de tomate.

Variétés Paramètres	Zin 45	Zahra	Kawa
a	0	0	0
N	12	12	18
a/N	0	0	0

a : Nombre des espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées dans les trois parcelles est égale à zéro, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant (Tableau 56).

2.2.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

2.2.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturés dans les parcelles de tomate sont présentés dans le tableau 57.

Tableau 57 : Richesse totale des espèces de prédateurs capturés dans les trois parcelles de tomate.

Variétés	Nombre d'espèces
Zin 45	08
Zahra	12
Kawa	07

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans la parcelle de tomate variété Zahra est de 12 espèces. Pour la culture de Zin 45, elle est de 8 espèces. Sous serre, nous avons recensé que 7 espèces pour la variété Kawa (Tableau 57).

2.2.1.2.1. Abondance relative

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces prédatrices durant l'année 2019 sont mentionnés dans le tableau 58.

Tableau 58 : Abondance relative des espèces prédatrices dans les trois variétés de tomate.

Variétés Espèces	Zin 45		Zahra		Kawa	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. variegata</i>	69	35,38	58	22,74	6	23,07
<i>C. algerica</i>	83	42,56	144	56,47	4	15,38
<i>S. pallipediformis</i>	13	6,66	23	9,01	3	11,53
<i>S. interruptus</i>	0	0	2	0,78	0	0
<i>S. apetzii</i>	0	0	3	1,17	0	0
<i>E. balteatus</i>	11	5,64	4	1,56	6	23,07
<i>S. ribesii</i>	0	0	2	0,78	0	0
<i>M. scalare</i>	0	0	2	0,78	3	0
<i>S. scripta</i>	5	2,56	4	1,56	2	7,69
<i>A. aphidimyza</i>	3	1,53	6	2,35	0	0
<i>A. nemoralis</i>	3	1,53	5	1,96	0	0
<i>C. carnea</i>	8	4,1	2	0,78	2	7,69
Total	195	100	255	100	26	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

Dans les deux parcelles de tomate variété Zahra et Zin 45, *C. algerica* est l'espèce la plus dominante avec une abondance relative de 56, 47% et 42,56% respectivement, suivie par l'espèce *A. variegata* avec une abondance relative de 22,74% et 35,38% respectivement (Tableau 58). L'espèce *A. variegata* et *E. balteatus* sont les plus dominantes sur Kawa avec une abondance relative de 23,07 % pour chaque espèce, suivie par l'espèce *C. algerica* avec une abondance relative de 15,38%.

2.2.1.2.1. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les parcelles de tomate sont reportés dans le tableau 59.

Tableau 59 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois cultures de tomate.

Variétés Espèces	Zin 45		Zahra		Kawa	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A. variegata</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente	22,22	Accidentelle
<i>C. algerica</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente	22,22	Accidentelle
<i>S. pallipediformis</i>	66,66	Régulière	75	Constante	16,66	Accidentelle

<i>S. interruptus</i>	–	–	16,66	Accidentelle	–	–
<i>S. apetzi</i>	–	–	25	Accessoire	–	–
<i>E. balteatus</i>	41,66	Accessoire	16,66	Accidentelle	33,33	Accessoire
<i>S. ribesii</i>	–	–	8,33	Accidentelle	–	–
<i>M. scalare</i>	–	–	16,66	Accidentelle	16,66	Accidentelle
<i>S. scripta</i>	16,66	Accidentelle	16,66	Accidentelle	11,11	Accidentelle
<i>A. aphidimyza</i>	25	Accessoire	16,66	Accidentelle	–	–
<i>A. nemoralis</i>	33,33	Accessoire	41,66	Accessoire	–	–
<i>C. carnea</i>	50	Régulière	16,66	Accidentelle	11,11	Accidentelle

FO% : Fréquences d'occurrences

Les résultats des fréquences d'occurrences des espèces prédatrices recensées au niveau des trois parcelles de tomate, montrent que ces espèces sont classées dans cinq catégories à savoir : accidentelle, accessoire, constance, régulière et omniprésente. *C. algerica* et *A. variegata* sont omniprésentes dans les parcelles Zin 45 et Zahra et elles sont accidentelles dans la parcelle Kawa. L'espèce *S. pallipediformis* (70%) est constante dans la parcelle Zahra, par contre elle est régulière dans la variété Zin 45.

2.2.1.3. Indices écologiques de structure

La diversité de Shannon (H'), la diversité maximale ($H'_{\max}$) et l'indice d'équitabilité (E_q) sont rassemblés dans le tableau 60.

Tableau 60 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de tomate durant l'année d'étude.

Paramètres \ Variétés	Zin 45	Zahra	Kawa
H' (bits) : Diversité de Shannon	2,06	2,04	2,68
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	3	3,58	2,80
E_q : Equitabilité	0,86	0,57	0,95

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Zahra est de 2,04 bits. Dans la variété Zin 45, il est de 2,06 bits et 2,68 pour la variété Kawa. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 2,80 et 3,58 bits pour les trois variétés (Tableau 60). Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de prédateurs capturés.

2.3. Culture de poivron (*C. annuum*)

Les résultats de l'inventaire des prédateurs capturés dans les parcelles de poivron variété Lipari et Grinil Giro sont présentés dans le tableau 61.

Tableau 61 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les deux parcelles de poivron dans la région de Tizi-Ouzou.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	Lipari	Grinil Giro
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i>	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>	+	-
		<i>Hyperaspis</i>	<i>H. duvergeri</i>	+	+
		<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipediformis</i>	+	+
			<i>S. interruptus</i>	+	+
			<i>S. apetzi</i>	+	+
			<i>Scymnus</i> sp.	+	-
Diptera	Cecidomyidae	<i>Aphidoletes</i>	<i>A. aphidimyza</i>	+	-
02	02	05	08	08	05

+ : Présence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire des prédateurs recensés dans les deux parcelles de poivron, montrent l'existence de 8 espèces prédatrices, réparties en 5 genres, subdivisées en 2 familles (Coccinellidae et Cecidomyidae). 08 espèces sont recensées dans la parcelle de Lipari, 5 espèces sont enregistrées pour la variété Grinil Giro (Tableau 61).

2.3.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des prédateurs recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

2.3.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les prédateurs capturés dans les deux variétés de poivron est présentée dans le tableau 62.

Tableau 62 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de poivron.

Variétés	Lipari	Grinil Giro
Paramètres		
a	2	0
N	8	8
a/N	0,25	0

a : Nombre des espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées est de 0 dans la parcelle Grinil Giro et dans la parcelle Lipari est proche de zéro, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant (Tableau 62).

2.3.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la constance ou la fréquence d'occurrence.

2.3.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles de poivron sont présentés dans le tableau 63.

Tableau 63 : Richesse totale des espèces des prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron.

Variétés	Nombre d'espèces
Lipari	08
Grinil Gino	05

La richesse totale des espèces de prédateurs capturés dans la parcelle de poivron variété Lipari est de 8 espèces. Pour la culture Grinil Giro, elle est de 5 espèces.

2.3.1.2.2. Abondance relative

Les effectifs et les abondances relatives des espèces prédatrices capturées durant l'année 2021 sont mentionnés dans le tableau 64.

Tableau 64 : Abondances relatives des espèces des prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron.

Espèces \ Variétés	Lipari		Grinil Giro	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. variegata</i>	5	12,6	6	40
<i>C. algerica</i>	1	3,03	0	0
<i>H. duvergeri</i>	10	30,30	3	20
<i>S. pallipediformis</i>	4	12,12	2	13,4
<i>S. interruptus</i>	8	24,24	2	13,4
<i>S. apetzi</i>	2	6,06	2	13,4
<i>Scymnus sp.</i>	1	3,03	0	0
<i>A. aphidimyza</i>	3	9,06	0	0
Total	33	100	15	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

L'examen du tableau 64 montre que les coccinelles sont les plus observées avec 30 individus pour la variété Lipari soit une fréquence de la population globale des prédateurs recensés de 90,63% avec 7 espèces qui sont : *C. algerica*, *H. variegata*, *S. interromptus*, *H. duvergeri*, *S. pallepiformis*, *Scymnus* sp. et *C. apetzi*. Les espèces les plus observées sont : *H. duvergeri* avec 10 individus et *S. interromptus* avec 8 individus. En deuxième position, viennent les cécidomyies avec 3 individus avec une seule espèce *A. aphidimyza* (Tableau 64). Au niveau de la parcelle Grinil Gino seules les coccinelles ont été recensées, ce sont : *C. apetzi*, *S. interromptus*, *A. variegata*, *H. duvergeri* et *S. pallepiformis*. Les espèces les plus observées dans cette parcelle sont : *H. variegata* avec 6 individus, et *H. duvergeri* avec 3 individus.

2.3.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cultures de poivron sont reportés dans le tableau 65.

Tableau 65 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux cultures de poivron.

Variétés Espèces	Lipari		Grinil Giro	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A. variegata</i>	37,7	Accessoire	37,5	Accessoire
<i>C. algerica</i>	12,5	Accidentelle	—	—
<i>H. duvergeri</i>	50	Constante	25	Accessoire
<i>S. pallipediformis</i>	12,5	Accidentelle	37,5	Accessoire
<i>S. interruptus</i>	37,5	Accessoire	12,5	Accidentelle
<i>S. apetzi</i>	12,5	Accidentelle	12,5	Accidentelle
<i>Scymnus</i> sp.	12,5	Accidentelle	—	—
<i>A. aphidimyza</i>	25	Accessoire	—	—

FO% : Fréquences d'occurrences

L'analyse des résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices recensées au niveau des deux parcelles de poivron montre que ces espèces sont classées dans trois catégories à savoir : accidentelle, accessoire et constance. *H. duvergeri* est constante dans la parcelle Lipari et accessoire dans la parcelle Grinil Giro. Les espèces appartenant à la catégorie accessoire dans la parcelle Lipari sont : *A. variegata*, *S. interruptus* et *A. aphidimyza*, par contre dans la parcelle Grinil Giro, ce sont les espèces *A. variegata*, *H. duvergeri* et *S. pallipediformis* qui sont accessoires (Tableau 65).

2.3.1.3. Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'indice de d'équitabilité (E_q) appliqués aux prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron sont mentionnés dans le tableau 66.

Tableau 66 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces de prédateurs capturés dans les deux parcelles de poivron.

Paramètres \ Variétés	Lipari	Grinil Gino
H' (bits) : Diversité de Shannon	2,66	2,16
H'max (bits) : Diversité maximale	3	2,32
Eq : Equitabilité	0,88	0,93

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Lipari est de 2,66 bits et 2,16 bits pour la variété Grinil Giro. La diversité maximale ($H'_{\max}$) est de 2,32 pour la variété Grinil Giro et de 3 bits pour la variété Lipari. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de prédateurs.

2.4. Culture de Piment (*C. annuum*)

Les résultats de l'inventaire des prédateurs et des parasitoïdes capturés dans les parcelles de piment sont présentés dans le tableau 67.

Tableau 67 : Liste des espèces prédatrices et parasitoïdes inventoriées dans les quatre parcelles de piment dans la région de Tizi-Ouzou.

				2019		2021	
Ordres	Familles	Genres	Espèces	Jo	Bi	Ca	Mi
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i>	+	+	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>	+	+	+	+
		<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipediformis</i>	+	+	+	+
			<i>S. interruptus</i>	-	-	+	+
			<i>S. apetzi</i>	-	-	-	-
			<i>Scymnus</i> sp.	+	+	-	+
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>	+	+	+	+
		<i>Syrphus</i>	<i>S. ribesii</i>	-	-	+	-
		<i>Melanostoma</i>	<i>M. scalare</i>	-	-	+	-
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i>	+	+	+	-
	Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes</i>	<i>A. aphidimyza</i>	-	+	-	+

Hymenoptera	Alloxystidae	<i>Alloxysta</i>	<i>A. victrix</i>	-	+	-	-
	Braconidae	<i>Aphidius</i>	<i>A. ervi</i>	+	+	-	-
			<i>A. colemani</i>	+	+	-	-
		<i>Diaeretiella</i>	<i>D. rapae</i>	+	+	-	-
		<i>Lysiphlebus</i>	<i>L. testaceipes</i>	-	+	-	+
	Megaspilidae	<i>Dendrocercus</i>	<i>D. carpenteri</i>	-	+	-	-
		<i>Dendrocercus</i>	<i>Dendrocercus</i> sp.	-	+	-	-
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i>	-	-	+	+
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i>	+	+	+	-
05	08	15	20	10	15	10	09

Jo : Joker ; Bi : Biskra ; Ca : Capillon ; Mi : Mexicaine ; + : Présence ; - : Absence

L'inventaire réalisé sur les quatre cultures de piment révèle l'existence de 20 espèces auxiliaires, réparties en 15 genres, subdivisées en 8 familles (Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae, Cecidomyidae, Braconidae, Megaspilidae, Alloxystidae et Chrysopidae). En 2019, 15 espèces sont inventoriées réparties en 12 genres. Par contre en 2021, 13 espèces sont recensées, celles-ci sont réparties en 11 genres et 6 familles (Tableau 67).

2.5.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des prédateurs recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

2.5.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces auxiliaires capturées dans les quatre parcelles de piment durant l'année 2019 et 2021 est notée dans le tableau 68.

Tableau 68 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des auxiliaires capturés sur les cultures de piment.

Paramètres \ Années	2019		2021	
	Joker	Biskra	Capillon	Mexicaine
A	1	0	0	0
N	22	22	13	13
a/N	0,04	0	0	0

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces auxiliaires recensées dans les quatre parcelles de piment est égale ou proche de zéro, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est très suffisant (Tableau 69).

2.4.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence d'occurrence.

2.4.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces auxiliaires capturées dans les quatre variétés de piment sont présentés dans le tableau 69.

Tableau 69 : Richesse totale en espèces sur les parcelles de piment.

Variétés	Nombre d'espèces
Joker	10
Biskra	15
Capillon	10
Mexicaine	09

La richesse totale des espèces auxiliaires recensées dans les parcelles de piment variété Joker et Capillon est de 10 et 15 espèces respectivement. Pour la culture de Biskra, elle est de 15 espèces. 9 espèces sont enregistrées dans la parcelle variété Mexicaine (Tableau 69).

2.4.1.2.2. Abondance relative

Les effectifs et les abondances relatives des espèces auxiliaires capturées durant les deux années d'étude 2019 et 2021 sont mentionnés dans le tableau 70.

Tableau 70 : Abondances relatives des ennemis naturels capturés dans les parcelles de piment.

Espèces \ Années	2019				2021			
	Joker		Biskra		Capillon		Mexicaine	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. variegata</i>	27	29,34	61	42,65	82	41,20	45	27,94
<i>C. algerica</i>	43	46,73	15	10,48	56	28,14	63	39,13
<i>S. pallipediformis</i>	2	2,17	0	0	13	6,53	3	1,85
<i>S. interruptus</i>	0	0	0	0	17	8,54	2	1,24
<i>S. apetzi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scymnus sp.</i>	2	2,17	3	2,09	0	0	2	1,24

<i>E. balteatus</i>	3	3,30	12	8,39	7	3,52	8	4,90
<i>S. ribesii</i>	0	0	0	0	3	1,5	4	2,50
<i>M. scalare</i>	0	0	0	0	8	4,02	0	0
<i>S. scripta</i>	4	4,35	7	4,90	3	1,51	0	0
<i>A. aphidimyza</i>	0	0	13	9,09	0	0	9	6
<i>A. nemoralis</i>	0	0	0	0	4	2,01	3	1,86
<i>C. carnea</i>	1	1,10	2	1,40	6	3,01	0	0
<i>A. ervi</i>	4	4,34	2	1,40	0	0	0	0
<i>A. colemani</i>	3	3,26	4	2,70	0	0	0	0
<i>D. rapae</i>	3	3,26	3	2,09	0	0	0	0
<i>L. testaceipes</i>	0	0	3	2,09	0	0	22	13,67
<i>D. carpenteri</i>	0	0	8	5,60	0	0	0	0
<i>Dendrocerus</i> sp.	0	0	8	5,60	0	0	0	0
<i>A. victrix</i>	0	0	4	2,80	0	0	0	0
Total	92	100	143	100	199	100	161	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

C. algerica est la plus dominante dans les variétés Joker et Mexicaine avec une abondance de 46,73% et 39,13% respectivement, *A. variegata* est dominante dans les parcelles Biskra et Capillon avec une abondance de 42,65% et 41,20% respectivement (Tableau 70).

2.4.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cultures de piment sont reportés dans le tableau 71.

Tableau 71 : Fréquences d'occurrences des espèces ennemis naturels capturées sur les quatre cultures de piment.

Années Espèces	2019				2021			
	Joker		Biskra		Capillon		Mexicaine	
	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla	FO%	Cla
<i>A. variegata</i>	77,27	Con	90,9	Con	100	Omn	100	Omn
<i>C. algerica</i>	68,18	Rég	45,45	Acce	100	Omn	84,61	Con
<i>S. pallipediformis</i>	4,54	Rare	—	—	46,15	Acce	7,69	Acci
<i>S. interruptus</i>	—	—	—	—	61,53	Rég	7,69	Acci
<i>S. apetzi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scymnus</i> sp.	4,54	Rare	4,54	Rare	—	—	15,38	Acci

<i>E. balteatus</i>	4,54	Rare	22,72	Acci	23,07	Acci	23,07	Acci
<i>S. ribesii</i>	–	–	–	–	30,76	Acce	15,38	Acci
<i>M. scalare</i>	–	–	–	–	7,69	Acci	–	–
<i>S. scripta</i>	9,09	Acci	13,63	Acci	7,69	Acci	–	–
<i>A. aphidimyza</i>	–	–	27,27	Acce	–	–	30,76	Acce
<i>A. nemoralis</i>	–	–	–	–	15,38	Acci	7,69	Acci
<i>C. carnea</i>	4,54	Rare	4,54	Rare	23,07	Acci	–	–
<i>A. ervi</i>	9,09	Acci	4,54	Rare	–	–	–	–
<i>A. colemani</i>	9,09	Acci	9,09	Acci	–	–	–	–
<i>D. rapae</i>	4,54	Rare	4,54	Rare	–	–	–	–
<i>L. testaceipes</i>	–	–	4,54	Rare	–	–	30,76	Acce
<i>D. carpenteri</i>	–	–	22,72	Acci	–	–	–	–
<i>Dendrocerus</i> sp.	–	–	9,09	Acci	–	–	–	–
<i>A. victrix</i>	–	–	9,09	Acci	–	–	–	–

FO% : Fréquence d'occurrence ; Cla : classe de constance ; Omn: Omniprésente ; Con : Constante ; Acci : Accidentelle ; Acce : Accessoire ; Rég : Régulière

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces auxiliaire étudiées au niveau des quatre parcelles de piment, montrent que ces espèces sont classées dans six catégories à savoir : accidentelle, accessoire, constance, régulière omniprésente et rare en 2019. *A. variegata* est constante dans les parcelles Joker et Biskra et elle est omniprésente dans les parcelles Capillon et Mexicaine. *C. algerica* est régulière dans la parcelle Joker, accessoire dans la parcelle Biskra, omniprésente sur Capillon et constante dans la parcelle Mexicaine.

2.4.1.3. Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'indice d'équitabilité (Eq) appliqués aux espèces auxiliaires capturées dans les quatre parcelles de piment sont mentionnés dans le tableau 72.

Tableau 72 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces des ennemis naturels dans les quatre parcelles de piment durant les deux années d'étude 2019 et 2021.

Paramètres	Années		2019		2020	
	Joker	Biskra	Capillon	Mexicaine		
H' (bits) : Diversité de Shannon	2,14	2,88	2,40	2,52		
$H'_{\max}$ (bits) : Diversité maximale	3,32	3,90	3,32	3,16		
Eq : Equitabilité	0,64	0,74	0,72	0,79		

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant les deux années d'étude varie entre 2,14 et 2,88 bits. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 3,16 et 3,90 bits pour les quatre variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces d'ennemis naturels capturées (Tableau 72).

2.5. Culture d'aubergine (*S. melongena*)

Les résultats des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine durant les années d'étude 2019 et 2021, dans la région de Draâ Ben Khedda et la région de Baghlia sont présentés dans le tableau 73.

Tableau 73 : Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles d'aubergine dans la région de Draâ Ben Khedda et la région de Baghlia.

				2019	2021	
Ordres	Familles	Genres	Espèces	Ad	Ga	Cl
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adonia</i>	<i>A. variegata</i>	+	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>	+	+	+
		<i>Scymnus</i>	<i>S. pallipediformis</i>	+	+	+
			<i>S. interruptus</i>	-	-	+
			<i>S. apetzi</i>	-	+	+
			<i>Scymnus</i> sp.	-	+	-
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>	+	+	+
		<i>Syrphus</i>	<i>S. ribesii</i>	-	+	-
		<i>Melanostoma</i>	<i>M. scalare</i>	+	-	+
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S. scripta</i>	+	-	+
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i>	<i>A. nemoralis</i>	-	+	-
			<i>A. nemorum</i>	-	-	+
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C. carnea</i>	+	+	+
04	04	09	13	07	09	10

Ad : Adria ; Ga : Galine ; Cl : Classique ; + : Présence ; - : Absence

L'inventaire réalisé sur les trois cultures d'aubergine révèle l'existence de 13 espèces prédatrices, réparties en 9 genres et subdivisées en 4 familles (Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae et Chrysopidae). En 2019, 7 espèces sont recensées répartie en 7 genres dans la parcelle Adria. Par contre en 2021, 13 espèces réparties en 9 genres et 4 familles sont inventoriées dans les deux parcelles de Galine et Classique (Tableau 73).

2.5.1. Exploitation des résultats

Les échantillons des prédateurs recensés sur le terrain sont analysés en calculant la qualité d'échantillonnage, ainsi que les indices écologiques de composition et les indices écologiques de structure.

2.5.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés dans les trois parcelles d'aubergine durant l'année 2019 et 2021 est notée dans le tableau 74.

Tableau 74 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les cultures d'aubergine.

Paramètres \ Variétés	Adria	Galine	Classique
a	1	1	0
N	22	11	13
a/N	0,04	0,09	0

a : Nombre d'espèces d'aphides vues une seule fois au cours de tous les relevés dans les parcelles au cours de toute la période expérimentale ; **N** : Nombre total de relevés ; **a/N** : Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de prédateurs recensées est proche de 0, pour les deux variétés Adria et Galine, et est égale à 0 dans la parcelle Classique, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant (Tableau 74).

2.5.1.2. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition calculés sont la richesse spécifique, l'abondance relative et les fréquences d'occurrences.

2.5.1.2.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles d'aubergine sont présentés dans le tableau 75.

Tableau 75 : Richesse totale des espèces prédatrices capturés dans les trois parcelles d'aubergine.

Variétés	Nombre d'espèces
Adria	07
Galine	09
Classique	10

La richesse totale des espèces de prédateurs capturés dans la parcelle d'aubergine variété Adria est de 7 espèces. Pour les cultures Galine et Classique, elle est de 9 et 10 espèces respectivement (Tableau 75).

2.5.1.2.2. Abondances relatives

Les effectifs et les abondances relatives des espèces des prédateurs capturés durant les deux années d'étude 2019 et 2021 sont mentionnés dans le tableau 76.

Tableau 76 : Abondances relatives des espèces de prédateurs capturés dans les trois variétés d'aubergine.

Années Espèces	2019		2021			
	Adria		Galine		Classique	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. variegata</i>	22	29,72	33	26,4	52	27,8
<i>C. algerica</i>	31	41,89	46	36,8	98	52,4
<i>S. pallipediformis</i>	4	5,4	17	13,6	3	1,6
<i>S. interruptus</i>	0	0	0	0	6	3,2
<i>S. apetzi</i>	0	0	6	4,8	4	2,13
<i>Scymnus</i> sp.	0	0	1	0,8	0	0
<i>E. balteatus</i>	7	9,45	9	7,2	6	3,2
<i>S. ribesii</i>	0	0	3	2,4	0	0
<i>M. scalare</i>	1	1,35	0	0	2	1,06
<i>S. scripta</i>	7	9,45	0	0	4	2,13
<i>A. nemoralis</i>	0	0	7	5,6	0	0
<i>A. nemorum</i>	0	0	0	0	3	1,6
<i>C. carnea</i>	2	2,7	3	2,4	9	4,81
Total	74	100	125	100	187	100

ni : Nombre des espèces ; AR% : Abondance relative

Durant les deux années d'échantillonnage, 74 et 312 individus de prédateurs sont recensés en 2019 et 2020 respectivement. Durant les deux années, l'espèce la plus dominante est *C. algerica* avec une abondance relative de 41,89%, 36,80% et 52,4% dans la parcelle Adira, Galine et Classique respectivement. Suivie par l'espèce *A. variegata* avec une abondance relative de 29,72%, 26,4% et 27,8 % dans la parcelle Adira, Galine et Classique respectivement (Tableau 76).

2.5.1.2.3. Fréquences d'occurrences

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les cultures d'aubergine sont reportés dans le tableau 77.

Tableau 77 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois cultures d'aubergine.

Années Espèces	2019		2021			
	Adria		Galine		Classique	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A. variegata</i>	45,45	Accessoire	81,81	Constante	69,23	Régulière
<i>C. algerica</i>	45,45	Accessoire	81,81	Constante	69,23	Régulière
<i>S. pallipediformis</i>	9,09	Accidentelle	45,45	Accessoire	23,07	Accidentelle
<i>S. interruptus</i>	–	–	–	–	46,15	Accessoire
<i>S. apetzi</i>	–	–	54,54	Régulière	15,38	Accidentelle
<i>Scymnus</i> sp.	–	–	9,09	Accidentelle	–	–
<i>E. balteatus</i>	22,72	Accidentelle	36,36	Accessoire	15,38	Accidentelle
<i>S. ribesii</i>	–	–	27,27	Accessoire	15,38	Accidentelle
<i>M. scalare</i>	4,54	Rare	–	–	30,76	Accidentelle
<i>S. scripta</i>	13,63	Accidentelle	–	–	–	–
<i>A. nemoralis</i>	–	–	63,63	Régulière		
<i>A. nemorum</i>	–	–	–	–	23,07	Accidentelle
<i>C. carnea</i>	9,09	Accidentelle	9,09	Accidentelle	15,38	Accidentelle

FO% : Fréquences d'occurrences

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices étudiées au niveau des trois parcelles d'aubergine, montrent que ces espèces sont classées dans cinq catégories à savoir : accidentelle, accessoire, constance, régulière et rare. *C. algerica* et *A. variegata* sont constantes dans la parcelle Galine et elles sont régulières dans la parcelle Classique (Tableau 77).

2.5.1.3. Indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'indice d'équitabilité (Eq) appliqués aux espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'aubergine sont mentionnés dans le tableau 78.

Tableau 78 : Valeurs de la diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H'_{\max}$) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'aubergine durant les deux années d'étude 2019 et 2021.

Variétés Paramètres	2019	2021	
	Adria	Galine	Classique
H' (bits) : Diversité de Shannon	2,14	2,45	2,02
H'max (bits) : Diversité maximale	2,80	3,16	3,32
Eq : Equitabilité	0,76	0,77	0,61

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude en 2019 est de 2,14 bits pour la variété Adria. En 2021, l'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Galine est de 2,45 bits et de 2,02 bits pour la variété Classique. La diversité maximale ($H'_{\max}$) varie entre 2,80 et 3,32 bits pour les trois variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de prédateurs capturés (Tableau 78).

3. Etude de quelques aspects biologiques des coccinelles et des syrphes aphidiphages

Dans cette partie, nous présenterons les résultats obtenus sur l'efficacité prédatrice de la coccinelle à sept points *C. algerica* à l'égard de deux espèces aphidiennes ainsi que les résultats du potentiel prédateur de deux espèces de syrphes aphidiphages alimentées avec le puceron noir de la fève.

3.1.Coccinelles aphidiphages

Cette partie est consacrée aux résultats de l'étude de quelques paramètres biologiques de la coccinelle algérienne *C. algerica* alimentée avec deux espèces de pucerons à savoir les espèces *U. sonchi* et *A. nerii*.

3.1.1.Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la nymphose

Les résultats de la quantité de nourriture (*U. sonchi*) nécessaire à la nymphose de *C. algerica* sont enregistrés dans le tableau 79 et ceux enregistrés pour *A. nerii* sont présentés dans le tableau 80.

Tableau 79 : Quantité de nourriture (*U. sonchi*) nécessaire à la nymphose de *C. algerica*

Répétition	Nombre de pucerons offerts	Nombre de pucerons ingérés	Température moyenne (°C)	Humidité relative moyenne (%)
1	400	232	23,33	43,73
2	400	206	23,33	43,68

3	400	193	23,33	43,68
4	400	222	23,33	43,68
5	400	232	23,33	43,68
6	400	226	23,33	43,68
7	400	229	23,33	43,68
8	400	266	23,33	43,68
9	400	258	23,33	43,68
10	400	277	23,38	43,68
11	400	271	23,47	44,27
12	400	265	23,43	44,37
13	400	270	23,43	44,37
14	400	225	23,43	44,37
15	400	251	23,32	43,76
16	400	253	23,32	43,76
17	400	257	23,32	43,76
18	400	249	23,32	43,76
19	400	253	23,32	43,76
20	400	267	23,32	43,76
21	400	278	23,47	43,96
22	400	264	23,33	43,68
23	400	269	23,33	43,68
24	400	268	23,33	43,68
25	400	264	23,33	43,68
26	400	262	23,33	43,68
27	400	279	23,43	43,91
28	400	230	23,37	43,8
29	400	280	23,33	43,68
30	400	260	23,33	43,68
Moyenne	400	251,86	23,35	43,81

La consommation moyenne des larves varie d'un individu à un autre, elle est de 193 à 280 pucerons. Pour atteindre le stade nymphal, *C. algerica* consomme en moyenne $251,86 \pm 22,54$ pucerons (*U. sonchi*) à une température moyenne de 23,35°C et une humidité relative moyenne de 43,81% (Tableau 79).

Tableau 80 : Quantité de nourriture (*A. nerii*) nécessaire à la nymphose de *C. algerica*

Répétition	Nombre de pucerons offerts	Nombre de pucerons ingérés	Température moyenne (°C)	Humidité relative moyenne (%)
1	400	346	23,37	44,39
2	400	309	23,42	43,86
3	400	327	23,42	43,86
4	400	353	23,42	43,86
5	400	346	23,42	43,86
6	400	327	23,42	43,86
7	400	335	23,42	43,86
8	400	328	23,42	43,86
9	400	350	23,28	44,12
10	400	337	23,33	44,36
11	400	341	23,33	44,36
12	400	346	23,33	44,36
13	400	361	23,33	44,36
14	400	365	23,48	44,11
15	400	352	23,42	43,86
16	400	359	23,42	43,86
17	400	354	23,57	44,39
18	400	346	23,37	44,39
19	400	354	23,37	44,39
20	400	377	23,37	44,39
21	400	382	23,44	44,69
22	400	380	23,44	44,69
23	400	394	23,44	44,69
24	400	346	23,37	44,39
25	400	394	23,37	44,39
26	400	383	23,37	44,39
27	400	381	23,43	44,54
28	400	377	23,43	44,54
29	400	376	23,43	44,54
30	400	395	23,43	44,54
Moyenne	400	357,36	23,40	44,26

La consommation moyenne des larves varie d'un individu à un autre de 309 à 395 pucerons. Pour atteindre le stade nymphal, *C. algerica* consomme en moyenne $357,36 \pm 22,45$

pucerons (*A. nerii*) à une température moyenne de 23,40°C et une humidité relative moyenne de 44,26% (Tableau 80).

3.1.2. Détermination de la nourriture nécessaire à la mue

Les résultats de la quantité de nourriture consommée par chaque stade larvaire de *C. algerica* sont illustrés dans la figure 105.

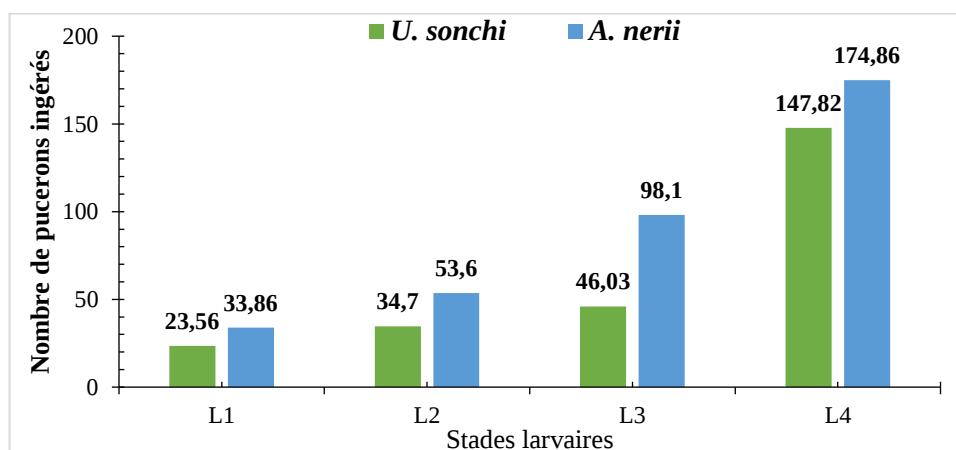


Figure 105 : Quantité de nourriture ingérée par chaque stade larvaire de *Coccinella algerica*

La figure 105 montre que la voracité des larves de *C. algerica* vis-à-vis du grand puceron du laitron et le puceron du laurier-rose, varie selon le stade larvaire. Il est à remarquer que la consommation de pucerons augmente au fur et à mesure que la larve grandit et mue. La quantité moyenne de pucerons ingérée, la plus basse est notée chez les larves L1. Elle est de $23,56 \pm 4,14$ et $33,86 \pm 8,32$ pucerons *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Alors que la quantité moyenne la plus élevée de pucerons consommée est enregistrée chez les larves L4 atteignant $147,82 \pm 18,98$ et $174,86 \pm 36,66$ pucerons pour *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. La consommation moyenne de l'espèce *A. nerii* est plus grande par rapport à *U. sonchi*.

3.1.3. Détermination moyenne du cycle de développement de *C. algerica*

Les résultats de la durée moyenne du cycle de développement de *C. algerica* sont illustrés dans la figure 106.

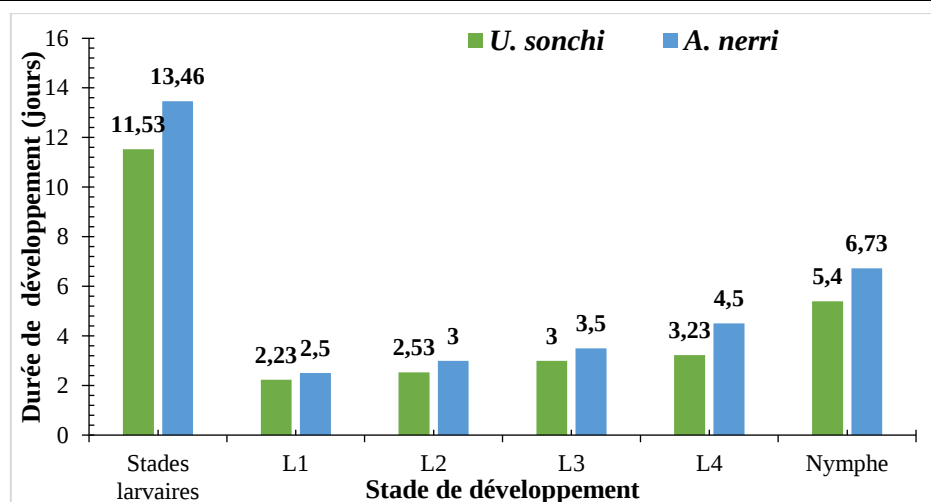


Figure 106 : Durée moyenne des stades de développement de *Coccinella algerica*

D'après les résultats présentés dans la figure 106, il ressort que la durée moyenne des stades larvaires est de $11,53 \pm 0,50$ et $13,46 \pm 0,50$ jours pour *U. sonchi* et *A. nerri* respectivement. Les résultats de la durée moyenne des stades larvaires montrent que la durée moyenne la plus courte est enregistrée pour les larves du premier stade, elle est de l'ordre de $2,23 \pm 0,43$ et $2,5 \pm 0$ jours lorsqu'elles sont nourries d'*U. sonchi* et *A. nerri* respectivement. La durée moyenne la plus longue est notée pour les larves du dernier stade, avec $3,23 \pm 0,43$ et $4,5 \pm 0,50$ jours pour *U. sonchi* et *A. nerri* respectivement. Concernant la nymphose, les nymphes de coccinelle nourries avec l'espèce *U. sonchi* ont une durée plus courte (5,4 jours) en la comparant avec la durée des nymphes de coccinelle nourries avec les pucerons de l'espèce *A. nerri* ($6,73 \pm 0,52$ jours). D'après la figure 107, la durée moyenne du cycle développement de *C. algerica* nourrie avec *U. sonchi* est de 16,39 jours à une température moyenne de l'ordre de $26,02^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne égale à 48,51%. La durée moyenne du cycle de développement de *C. algerica* nourrie avec *A. nerri* est de 20,3 jours à une température moyenne de $25,10^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 49,22%.

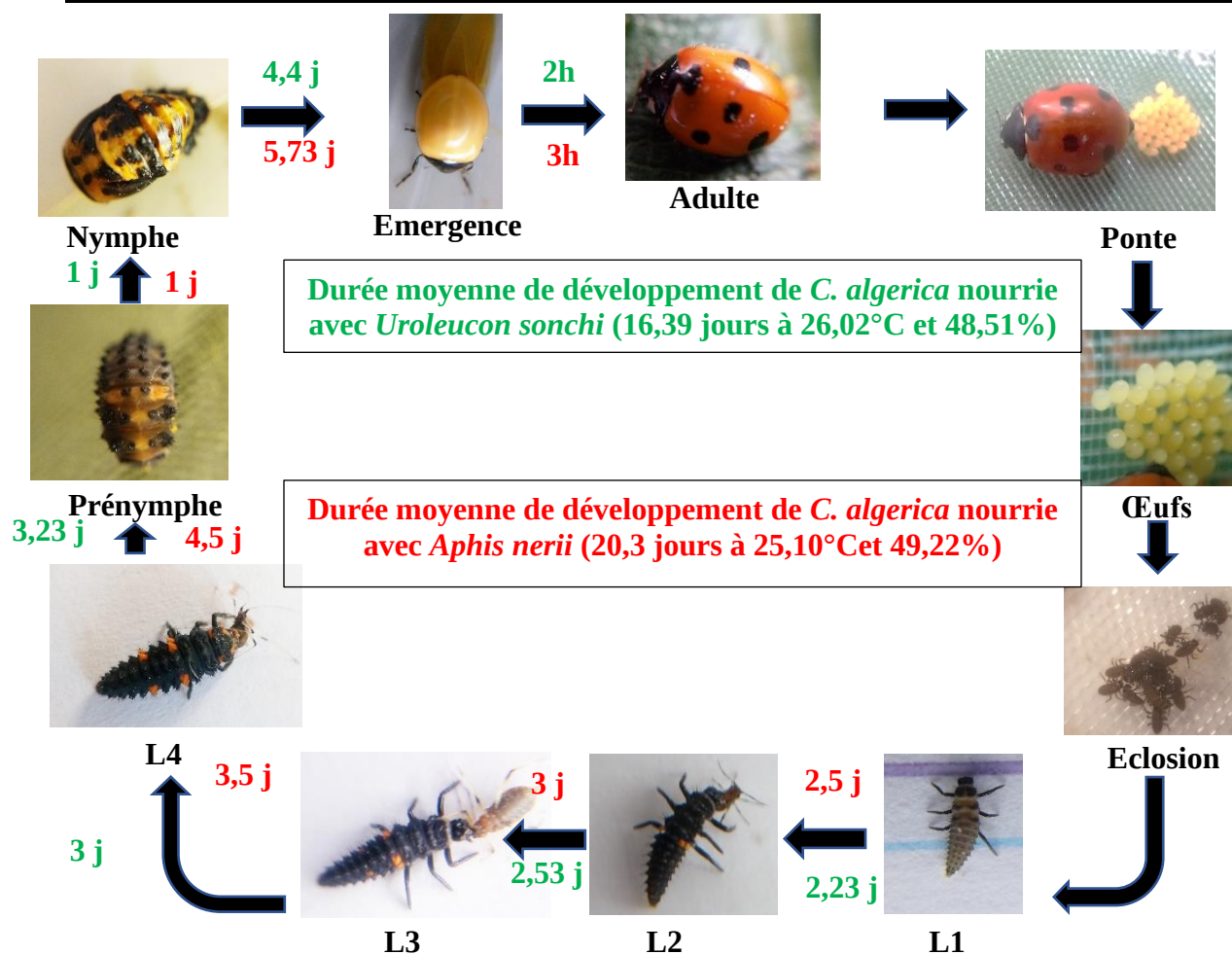


Figure 107 : Cycle biologique de *Coccinella algerica* nourrie avec deux espèces de pucerons (Originale, 2020) (G : 2×10)

3.1.4. Détermination de la sex-ratio

Les résultats de la sex-ratio pour la coccinelle à sept points nourrie avec *U. sonchi* et *A. nerii* sont représentés dans la figure 108.

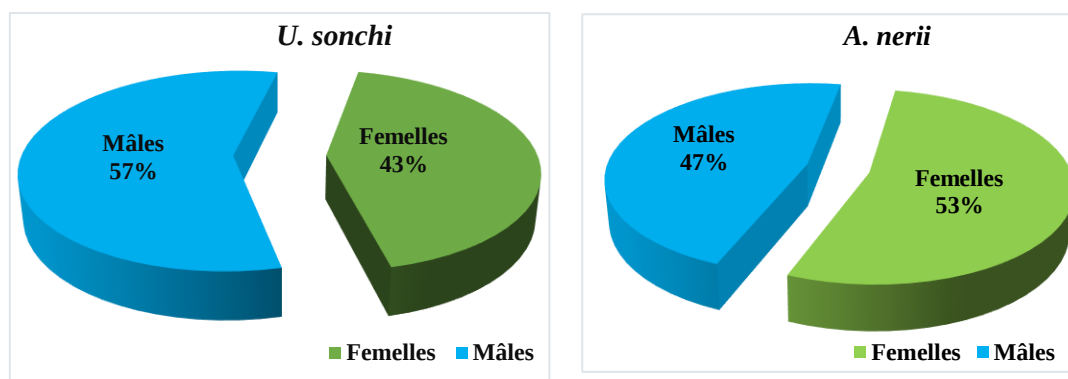


Figure 108 : Représentation de la sex-ratio chez les coccinelles nourries avec *Uroleucon sonchi* et *Aphis nerii*

Pour les individus nourris avec *U. sonchi*, la sex-ratio est en faveur des mâles avec 57%, par contre pour les individus nourris avec *A. nerii*, la sex-ratio est en faveur des femelles avec 53% (Fig. 108).

3.1.5. Détermination du taux de mortalité

Les résultats du taux de mortalité enregistrés durant l'expérimentation sont illustrés par la figure 109.

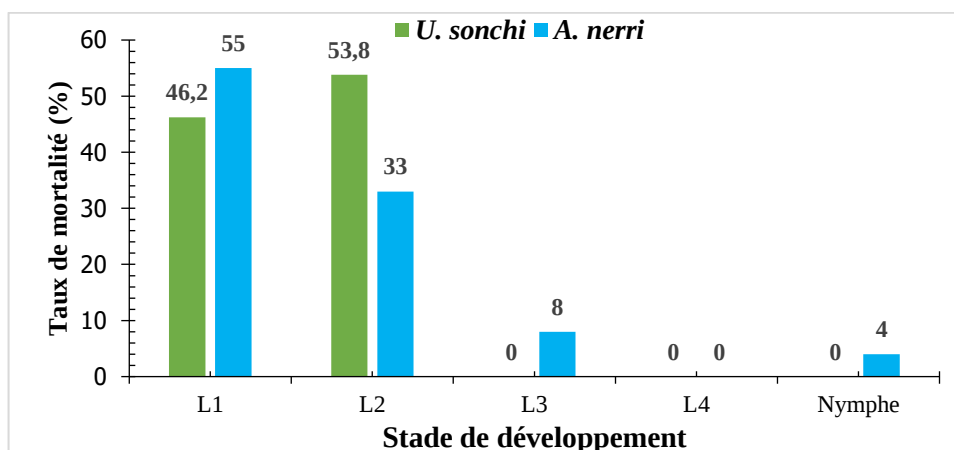


Figure 109 : Taux de mortalité des individus de *Coccinella algerica* nourris avec *Uroleucon sonchi* et *Aphis nerii*

Le taux de mortalité des individus des différents stades de développement varie d'un stade à un autre et de l'alimentation offerte (*U. sonchi* et *A. nerii*). Nous avons enregistré une mortalité assez importante chez le premier et le second stade larvaire pour l'ensemble des individus nourris par *U. sonchi* et *A. nerii* avec un taux de mortalité de 46,2% et 55% respectivement (Fig. 109). Nous avons enregistré des taux de mortalité de 8% et 0% pour les larves du troisième stade et pour les nymphes qui ont été nourries au stade larvaire avec le puceron *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Le taux de mortalité est nul pour les larves du 3^{ème} stade nourrie avec l'espèce *U. sonchi*, par contre nous avons enregistré un taux de mortalité de 8% pour les larves nourries avec *A. nerii*. Pour les larves du 4^e stade, le taux de mortalité est nul pour les larves nourries avec *U. sonchi* et *A. nerii*.

3.2. Syrphes aphidiphages

Dans cette partie, nous présenterons les résultats obtenus sur le potentiel prédateur d'*E. balteatus* et *S. ribesii* à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*.

3.2.1. Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la pupaison

Les résultats de la quantité de nourriture (*A. fabae*) nécessaire à la pupaison d'*E. balteatus* sont mentionnés dans le tableau 81 et ceux enregistrés pour *S. ribesii* sont présentés dans le tableau 82.

Tableau 81 : Quantité de nourriture (*A. fabae*) nécessaire pour la pupaison d'*E. balteatus*

Répétition	Nombre de pucerons offerts	Nombre de pucerons ingérés	Température moyenne (°C)	Humidité relative moyenne (%)
1	500	295	20,7	36,66
2	500	179	20	45,07
3	500	222	22	40
4	500	326	25,48	37,33
5	500	298	23,23	34,24
6	500	219	23,23	34,24
7	500	192	23,11	35,89
8	500	290	23,11	35,89
9	500	223	23,11	35,89
10	500	220	23,11	35,89
11	500	200	23,11	39,98
12	500	201	23,11	39,98
13	500	195	23,11	39,98
14	500	210	23,11	39,98
15	500	251	23,11	39,98
16	500	220	23,94	33,61
17	500	137	23,57	34,15
18	500	200	23,57	34,15
19	500	323	23,57	34,15
20	500	252	23,57	34,15
21	500	292	24,25	34,64
22	500	243	24,25	34,64
23	500	255	24,25	34,64
24	500	213	25,28	34,24
25	500	217	25,28	34,24

26	500	205	25,28	34,24
27	500	342	25,28	34,24
28	500	371	25,28	34,24
29	500	308	25,28	34,24
30	500	195	25,56	35,3
Moyenne	500	243,13	23,69	36,20

La consommation moyenne des larves varie d'un individu à un autre de 173 à 371 pucerons. Pour atteindre le stade pupal, *E. balteatus* consomme en moyenne 243,13 pucerons à une température moyenne de 23,69°C et une humidité relative moyenne de 36,20% (Tableau 81).

Tableau 82 : Quantité de nourriture (*A. fabae*) nécessaire pour la pupaison de *S. ribesii*.

Répétition	Nombre de pucerons offerts	Nombre de pucerons ingérés	Température Moyenne (°C)	Humidité relative Moyenne (%)
1	500	331	24,46	39,16
2	500	336	24,93	38,28
3	500	335	24,93	38,28
4	500	352	24,93	38,28
5	500	339	24,93	38,28
6	500	403	24,93	38,28
7	500	393	25,09	38,73
8	500	444	19,07	51,09
9	500	414	18,99	51,26
10	500	415	19,23	51,02
11	500	407	19,33	50,21
12	500	412	19,95	47,81
13	500	455	19,72	47,95
14	500	401	19,43	49,32
15	500	359	19,14	51,07
16	500	385	23,5	45,42
17	500	377	22,21	42,53
18	500	385	24,98	39,25
19	500	397	25,10	38,81
20	500	346	25,27	38,71

21	500	328	25,27	38,71
22	500	370	25,27	38,71
23	500	355	25,27	38,71
24	500	326	18,87	51,76
25	500	357	25,27	38,71
26	500	336	19,14	51,07
27	500	303	25,36	38,59
28	500	350	25,24	40,69
29	500	369	22,21	44,74
30	500	359	25,27	38,71
Moyenne	500	371,30	22,90	43,19

La consommation moyenne des larves varie d'un individu à un autre de 303 à 455 pucerons. Pour atteindre le stade pupal, *S. ribesii* consomme en moyenne 371,30 pucerons à une température moyenne de 22,90°C et une humidité relative moyenne de 43,19%. D'après les résultats illustrés dans les des tableaux 81 et 82, il ressort que ce sont les larves de *S. ribesii* qui consomment plus de pucerons par rapport aux larves d'*E. balteatus* (Tableau 82).

3.2.2. Détermination de la consommation journalière des larves des syrphes *E. balteatus* et *S. ribesii*

Les résultats de la consommation journalière moyenne des larves des deux espèces de syrphes *E. balteatus* et *S. ribesii* sont illustrés dans la figure 110.

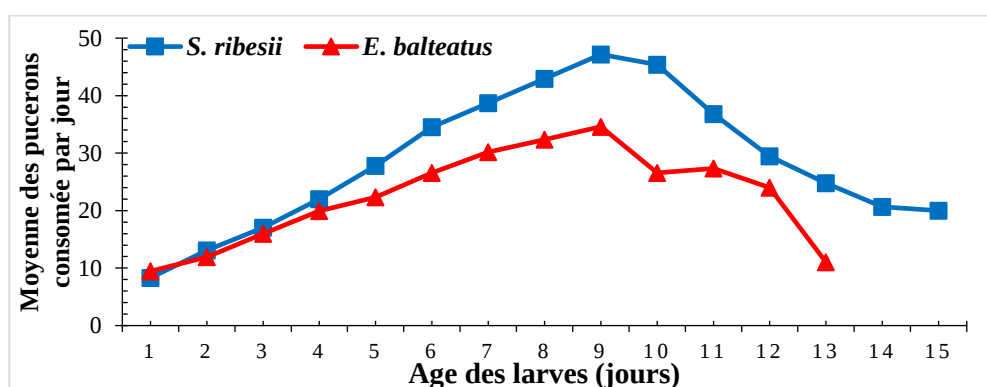


Figure 110 : Consommation journalière des larves d'*E. balteatus* et *Syrphus ribesii* jusqu'à la pupaison

Le nombre de pucerons consommés augmente progressivement jour après jour jusqu'à atteindre un pic de 47,16 pucerons pour *S. ribesii* et de 34,6 pucerons pour *E. balteatus*, au 9^e

jour pour les deux espèces étudiées. Après ce pic, les consommations journalières moyennes ont diminué jusqu'à ce que les larves aient cessé de se nourrir. Il apparaît que les larves d'*E. balteatus* et *S. ribesii* consomment moins de pucerons juste après l'éclosion des oeufs et avant la pupaison, lorsque la larve s'arrête de s'alimenter et se prépare à s'empuer.

3.2.3. Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la mue

Les résultats de la quantité de nourriture consommée par chaque stade larvaire de chaque espèce étudiée sont illustrés dans la figure 111.

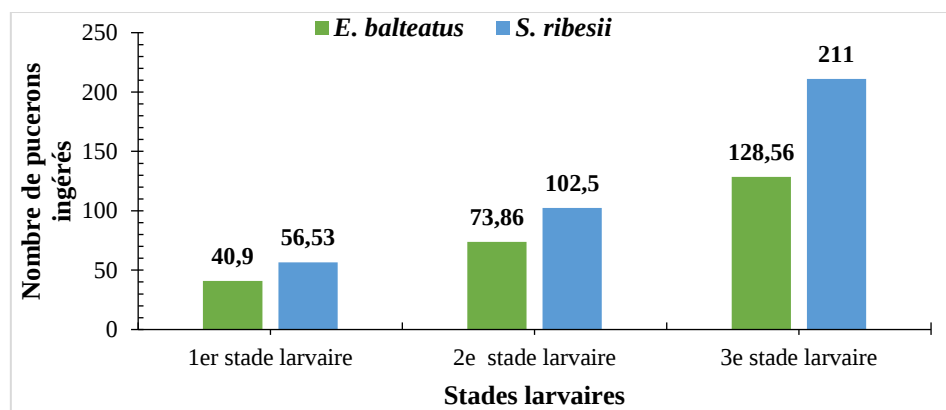


Figure 111 : Quantité de nourriture ingérée par chaque stade larvaire pour les espèces de syrphes *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii*

La figure 111 montre que la voracité des larves de syrphes vis-à-vis du puceron *A. fabae*, varie selon le stade larvaire et selon l'espèce (*S. ribesii* et *E. balteatus*). Il est à remarquer que la consommation de pucerons augmente au fur et à mesure que la larve grandit et passe d'un stade larvaire à un autre. Il est à remarquer que la quantité moyenne de pucerons ingérée la plus faible, est notée chez les larves du premier stade d'*E. balteatus*, qui ont consommé en moyenne 40,9 pucerons durant 3,2 jours. Les larves L1 de *S. ribesii* consomment en moyenne 56,53 pucerons en 3,93 jours. La quantité moyenne de pucerons consommée la plus élevée est enregistrée chez les larves L3 de *S. ribesii* atteignant 211 pucerons en 5,23 jours. Les larves du troisième stade d'*E. balteatus* ont consommé en moyenne 128,56 pucerons durant 4,26 jours.

3.2.4. Détermination de la durée moyenne des différents stades larvaires

Les résultats de la durée moyenne des différents stades larvaires sont illustrés dans la figure 112.

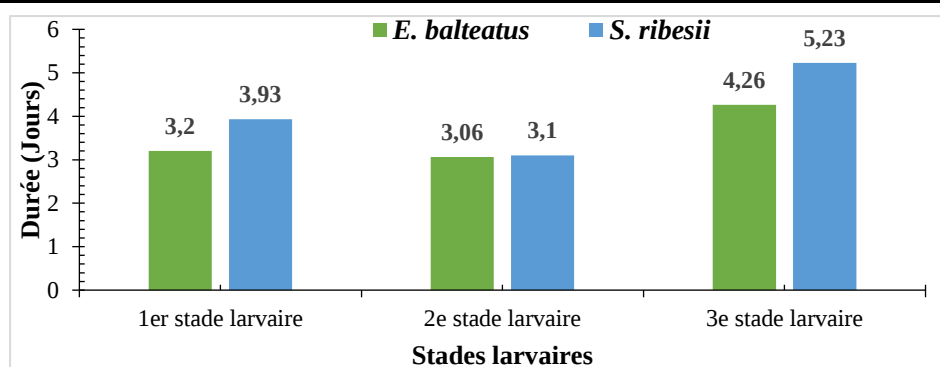


Figure 112 : Durée moyenne des trois stades larvaires d'*Episyrphus balteatus* et de *Syrphus ribesii*

Les résultats présentés dans la figure 115 montrent que la durée moyenne du 1^{er}, 2^e et 3^e stade larvaire d'*E. balteatus* sont de 3,20 ; 3,06 et 4,26 jours respectivement, et ceux de *S. ribesii* sont 3,93 ; 3,10 et 5,23 jours respectivement. Les deux premiers stades larvaires sont plus courts par rapport au dernier stade larvaire. Il ressort également que c'est le second stade larvaire qui est plus court par rapport au 1^{er} stade pour les larves des deux espèces étudiées.

3.2.5. Détermination de la durée moyenne des différents stades de développement (larve, pupa et adulte)

La figure 113 illustre la durée moyenne des différents stades de développement (larve, pupa et adulte) d'*E. balteatus* et *S. ribesii* nourris avec le puceron noir de la fève *A. fabae*.

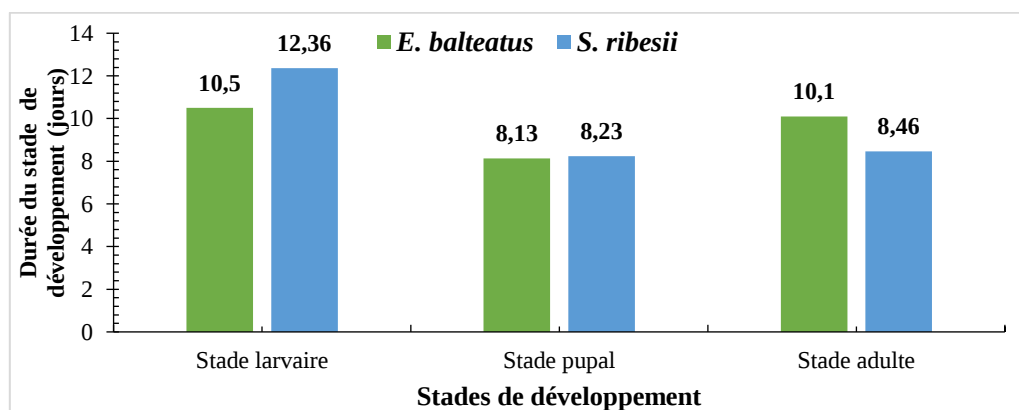


Figure 113 : Durée moyenne des stades de développement (larvaire, pupal et adulte) d'*Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii*

Le développement larvaire passe par trois stades (L1, L2 et L3). Il s'effectue en une moyenne de 10,5 jours chez *E. balteatus* et en 12,36 jours chez *S. ribesii*. Arrivée au terme de son développement, la larve du dernier stade se nymphose. La durée de la métamorphose est en moyenne de 8,13 jours pour *E. balteatus* et 8,23 jours pour *S. ribesii*. Par la suite, l'émergence de l'adulte a lieu. La durée de vie moyenne chez les adultes d'*E. balteatus* est de 10,1 jours et de 8,46 jours pour *S. ribesii*. Le cycle de développement d'*E. balteatus*

s'effectue en moyenne en 18,65 jours à une température moyenne de 22,67°C et une humidité relative moyenne de 42,13% (Fig. 114). Pour *S. ribesii*, le cycle s'effectue en moyenne en 20,4 jours à une température moyenne 24,37°C et une humidité relative moyenne 34,6% (Fig. 115).

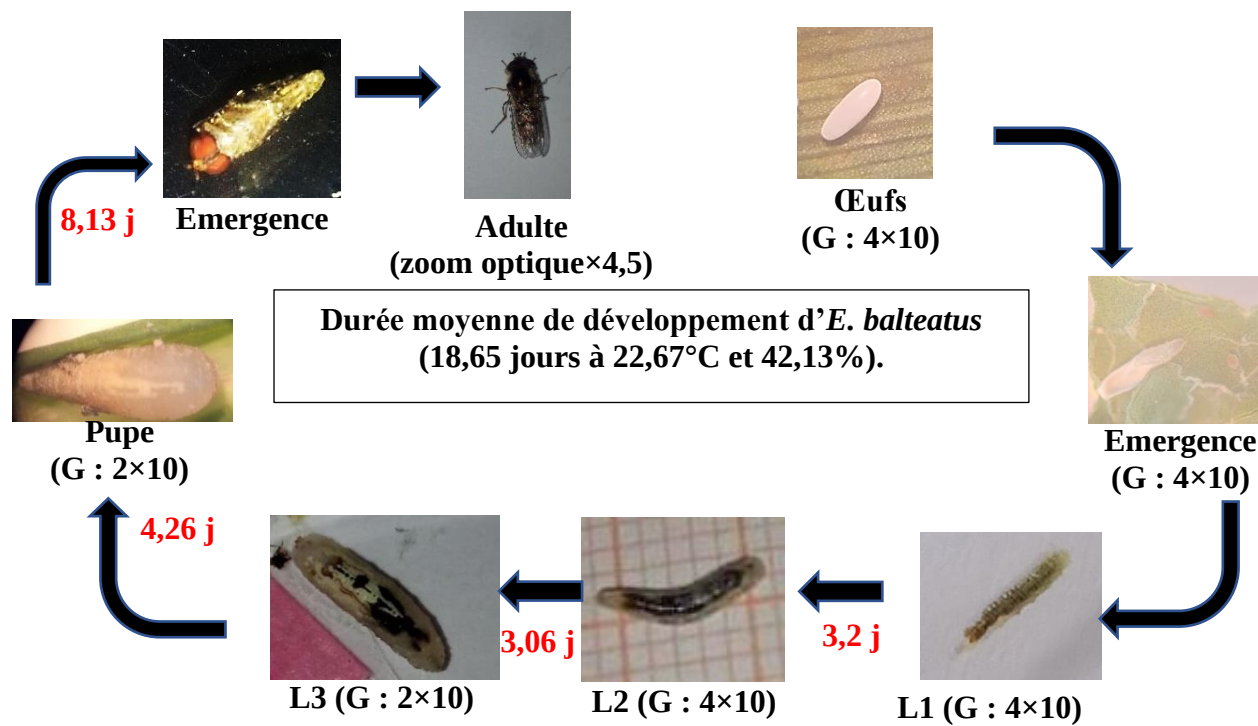


Figure 114 : Cycle biologique d'*Episyrphus balteatus balteatus* nourri avec le puceron noir de la fève (Originale, 2020)

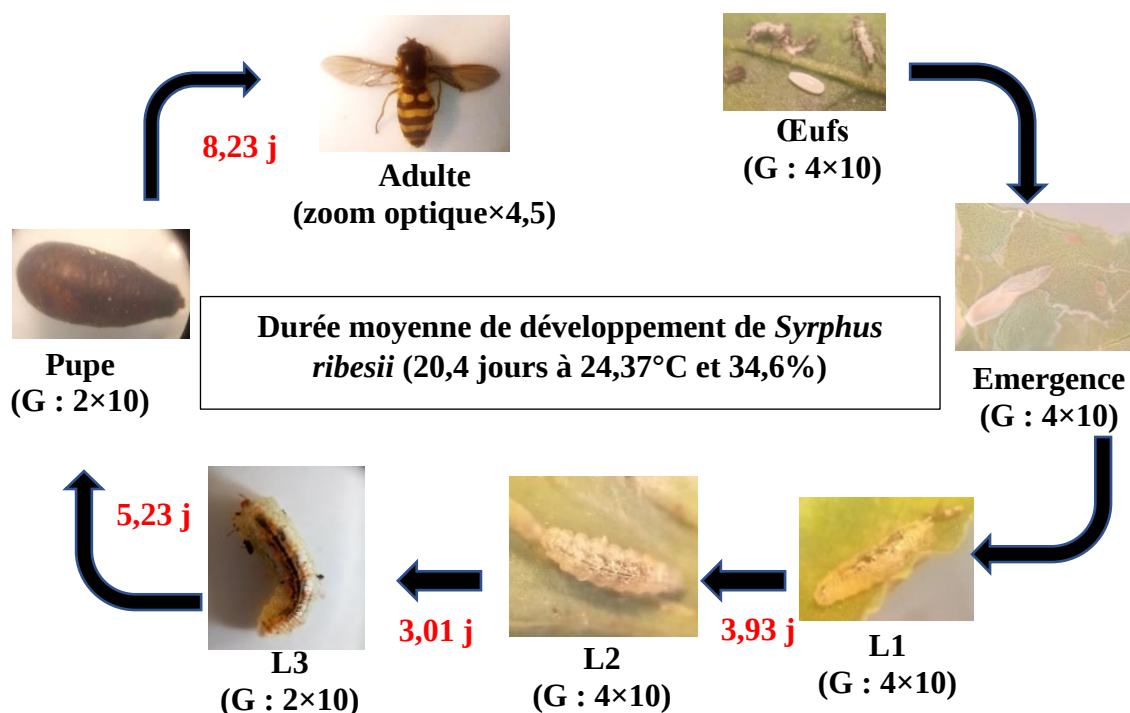


Figure 115 : Cycle biologique de *Syrphus ribesii* nourri avec le puceron noir de la fève (Originale, 2020)

3.2.6. Détermination de la sex-ratio

Les résultats de la sex-ratio concernant les deux espèces de syrphes sont représentés dans la figure 116.

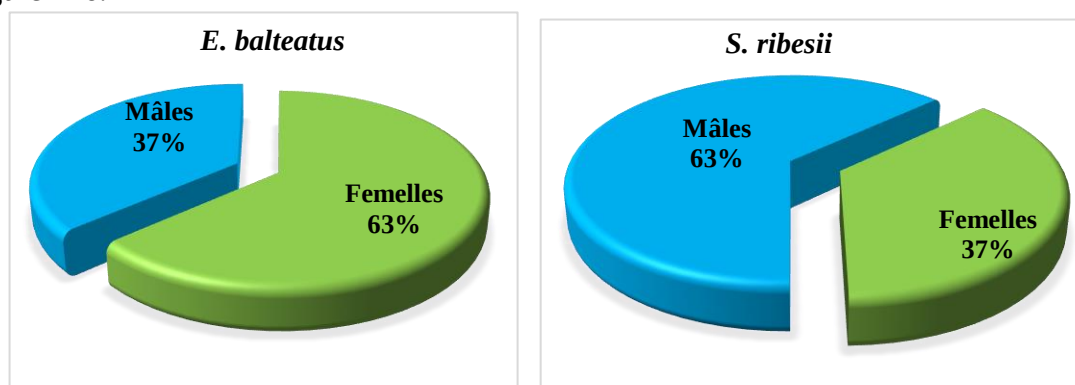


Figure 116 : Représentation de la sex-ratio chez *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii*

Pour *E. balteatus*, la sex-ratio est en faveur des femelles avec 63%, par contre pour *S. ribesii*, il est en faveur des mâles avec 63% (Fig. 116).

3.2.7. Détermination du taux de mortalité

Les résultats des taux de mortalités enregistrés pour les deux espèces de syrphes sont illustrés par la figure 117

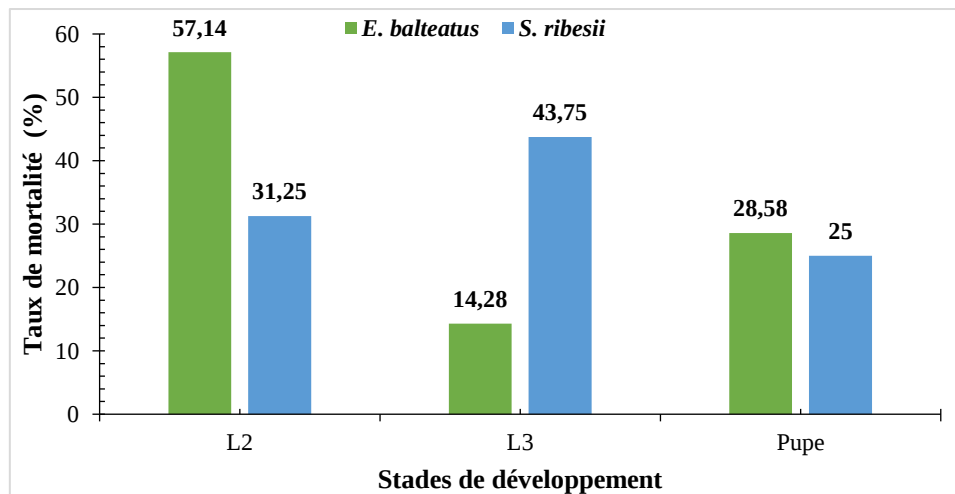


Figure 117 : Taux de mortalité des différents stades de développement d'*Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii*

Le taux de mortalité des individus des différents stades de développement varie d'un stade à un autre et d'une espèce à une autre (*E. balteatus* et *S. ribesii*). Nous avons enregistré une mortalité assez importante chez le second stade larvaire d'*E. balteatus* et les larves du troisième stade de *S. ribesii* avec des taux de mortalité de 57,14% et 28,58% respectivement (Fig. 117). Lors de cette expérimentation, nous avons récupéré un parasitoïde mâle qui a émergé d'une puppe d'*E. balteatus*, il s'agit de l'espèce *Syrphophilus bizonarius*. Nous

signalons que ce genre et cette espèce sont recensés pour la première fois en Algérie (Fig. 118).



Figure 118 : Adulte mâle de *Syrphophilus bizonarius* (G :10×2) (Originale, 2020)

S. bizonarius possède des antennes brunes à oranges, plus pâles en dessous. La tête et le mésosoma sont noirs, avec une face interne jaune sur l'angle postérieure du pronotum. Le scutellum est jaune, avec un apex jaune. Les pattes sont oranges avec des tarses postérieurs foncés. Le métasoma est orange sur les tergites 2 avec des bandes apicales jaunes oranges sur les tergites 2 et 3.

3.2.8. Effets des facteurs abiotiques sur les paramètres biologiques

L'analyse statistique multivariée est effectuée sur l'ensemble des individus (30 individus pour chaque espèce), pour lesquels nous avons étudié 7 paramètres, la longévité des larves, la consommation des larves, la température moyenne (°C) et l'humidité relative du développement larvaire (%), en parallèle nous avons étudié, la longévité des pupes, la température moyenne (°C) et l'humidité relative du stade pupal (%).

Toutes ces données sont exprimées dans le plan factoriel $F1 \times F2$ de l'ACP qui détient 83,38% de l'information, dont 54,84 % sont expliqués par l'axe F1 et 28,54 % par l'axe F2 pour l'espèce *E. balteatus* (Fig. 119). L'axe F1 oppose la longévité, la consommation des larves, la température moyenne de la pupaison à l'humidité relative des larves, température moyenne et longévité des pupes, ce qui indique que ces trois paramètres ne vont pas dans le même sens que les quatre premiers paramètres, car plus la température moyenne augmente la longévité des pupes diminue, mais la longévité des pupes augmente avec l'humidité relative.

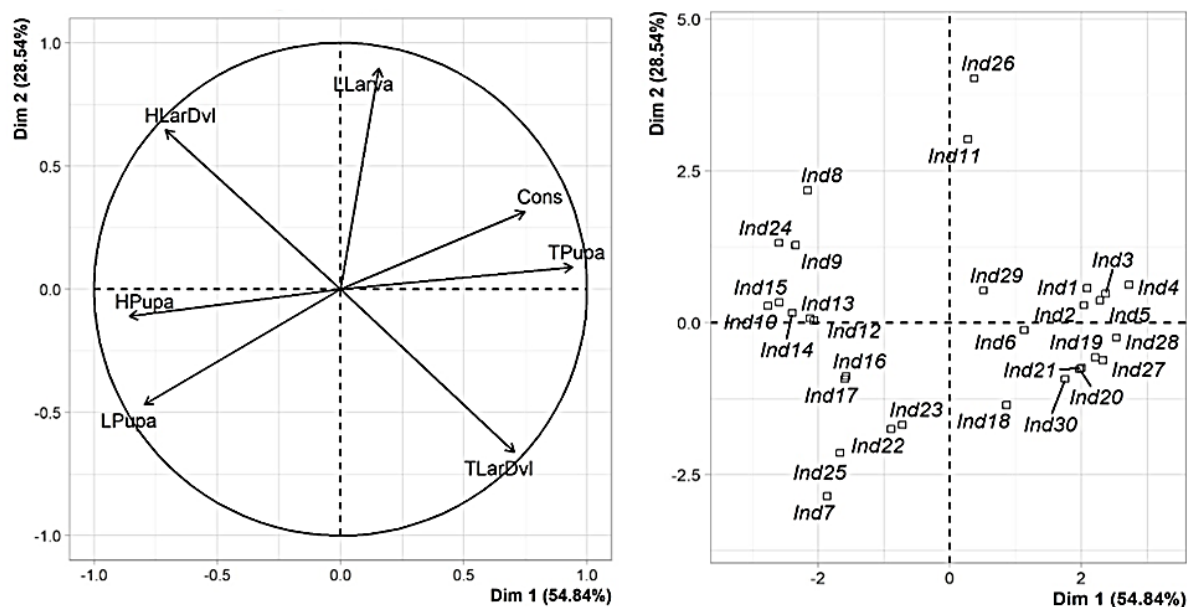


Figure 119 : Analyse en composantes principales de l'espèce *Episyrrhus balteatus* (**TPupa**: Température moyenne de la pupaison. **HPupa**: Humidité relative de la pupaison. **LPupa**: Longévité des pupes. **TLarDvl**: Température Moyenne du stade larvaire. **HLarDvl**: Humidité relative du stade larvaire. **LLarva**: Longévité des larves. **Cons**: Consommation des larves).

De même, pour la consommation des larves qui augmente avec la longévité des larves. L'axe F2 oppose la température moyenne du stade larvaire, la longévité et l'humidité relative du stade pupal aux autres paramètres, l'écart entre la température moyenne et la longévité des larves est faible donc l'influence de la température sur la longévité n'est pas significative.

La figure 120 montre l'analyse en composantes principales de *S. ribesii*. Les données exprimées dans le plan factoriel F1 × F2 de l'ACP détiennent 69,34 % de l'information, dont 39,43 % sont expliqués par l'axe F1 et 29,91 % par l'axe F2. L'axe F1 oppose la longévité des larves, l'humidité relative et la consommation du stade larvaire et la température moyenne du stade pupal à la longévité des pupes et la température moyenne du stade larvaire, ce qui indique que la longévité des larves augmente avec la diminution des températures moyennes, et également la longévité des larves augmente avec l'humidité relative et la consommation. L'axe F2 oppose l'humidité relative et la consommation des larves, la température moyenne du stade pupal et des larves aux trois paramètres, donc plus la longévité des pupes augmente, la température moyenne du stade pupal diminue, alors que la longévité des pupes augmente avec l'augmentation de l'humidité relative.

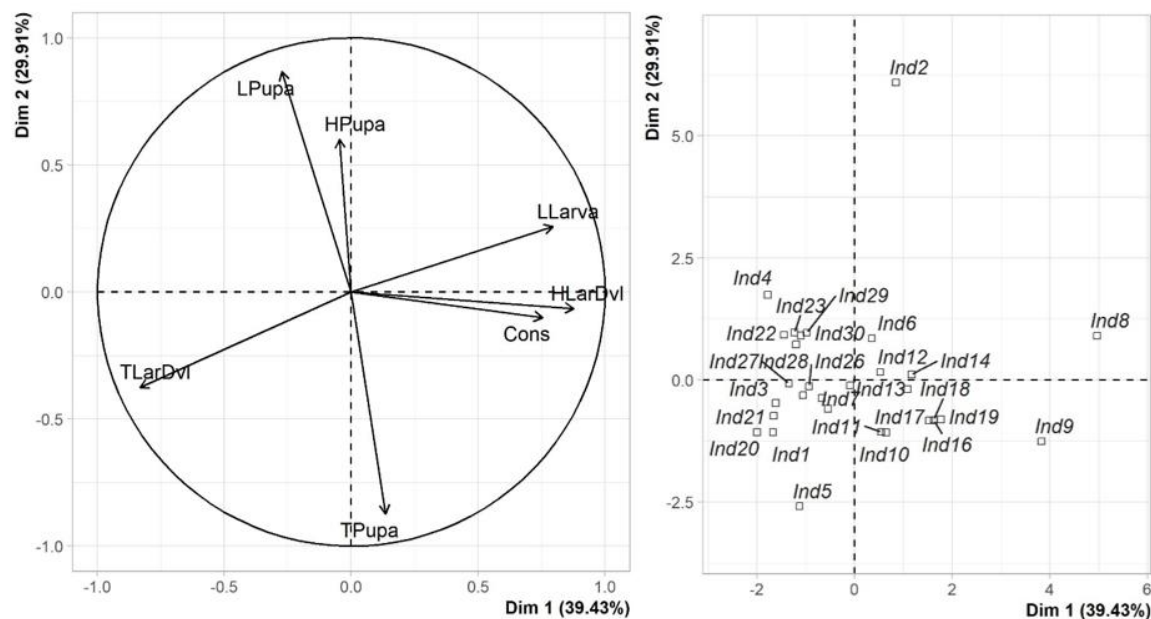


Figure 120 : Analyse en composantes principales de l'espèce *Syrphus ribesii*
 (TPupa; Température moyenne de la pupaison. HPupa; Humidité relative de la pupaison. LPupa; Longévité des pupes. TLarDvl; Température Moyenne du stade larvaire. HLarDvl; Humidité relative du stade larvaire. LLarva; Longévité des larves. Cons; Consommation des larves).

Une autre méthode d'analyse des données est l'analyse de Cluster hiérarchique. Le dendrogramme illustré dans la figure 121, est produit avec une analyse hiérarchique de 30 individus d'*E. balteatus*. Cette présentation fait apparaître 4 classes : la 1^{ère} classe est caractérisée par des fortes valeurs pour les températures moyennes et l'humidité relative du stade pupal et du stade larvaire. La 2^{ème} classe est composée par de fortes valeurs pour la longévité des pupes et des larves ainsi que l'humidité relative moyenne et des températures moyennes du stade larvaire, cette classe est composée de 6 individus dont 3 mâles et 3 femelles. La 3^{ème} classe se caractérise par de fortes valeurs pour les variables suivantes : les températures moyennes du stade larvaire et du stade pupal ainsi que la consommation, et de faibles valeurs pour l'humidité relative moyenne du stade pupal et du stade larvaire ainsi que la longévité des pupes. La 4^{ème} classe est composée de 8 individus dont 7 femelles et 1 mâle et la consommation était plus élevée plus que celle des mâles, cette classe est composée de 6 individus dont 3 mâles et 3 femelles.

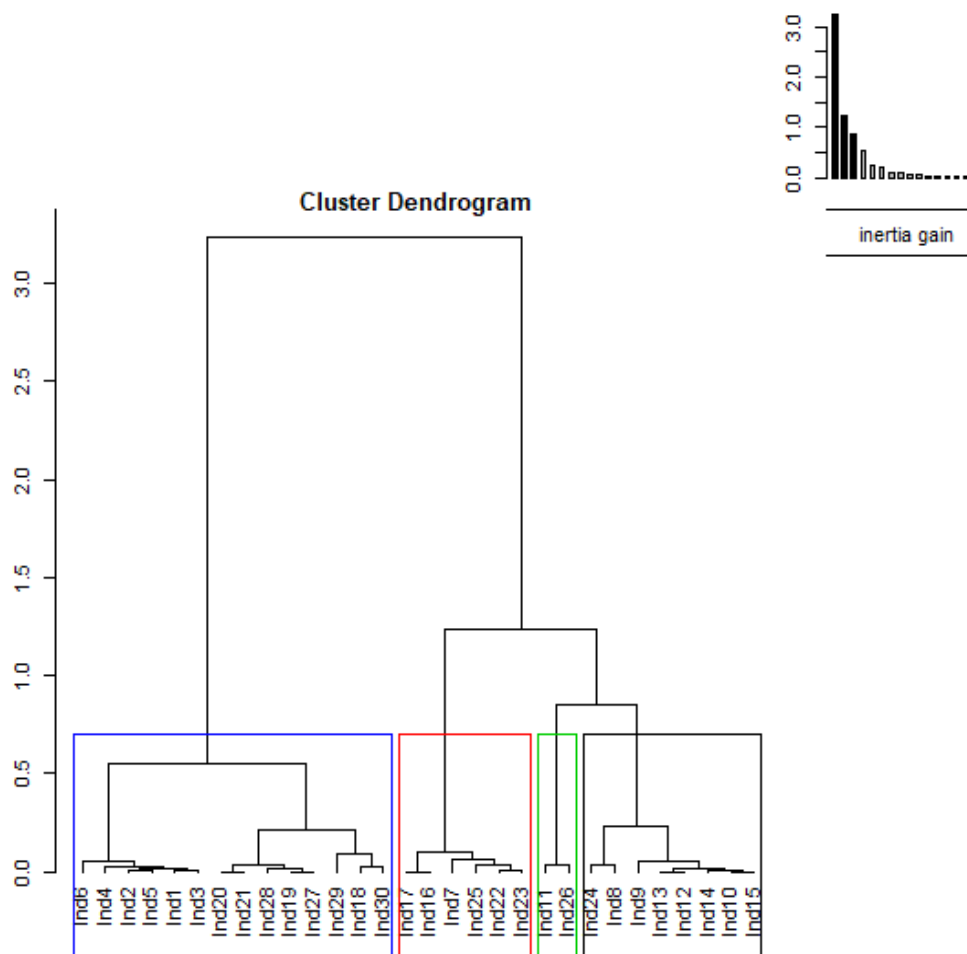


Figure 121 : Arbre hiérarchique d'*Episyrphus balteatus*

L'arbre hiérarchique de l'espèce *S. ribesii* (Fig. 122) montre l'existence de trois classes, la 1^{ère} classe est composée de 13 individus caractérisés par de fortes valeurs pour les températures moyennes du stade larvaire et de faibles valeurs pour la consommation, l'humidité relative moyenne et la longévité des larves. La seconde classe est composée d'un seul individu qui est caractérisé par de fortes valeurs pour la longévité des pupes et de faibles valeurs pour les températures moyennes du stade larvaire et pupal. La dernière classe est composée de 5 individus, ce groupe est caractérisé par de fortes valeurs pour 3 variables à savoir la consommation, l'humidité relative moyenne et la longévité des larves ainsi que les températures moyennes du stade pupal et de faibles valeurs pour les températures moyennes du stade larvaire.

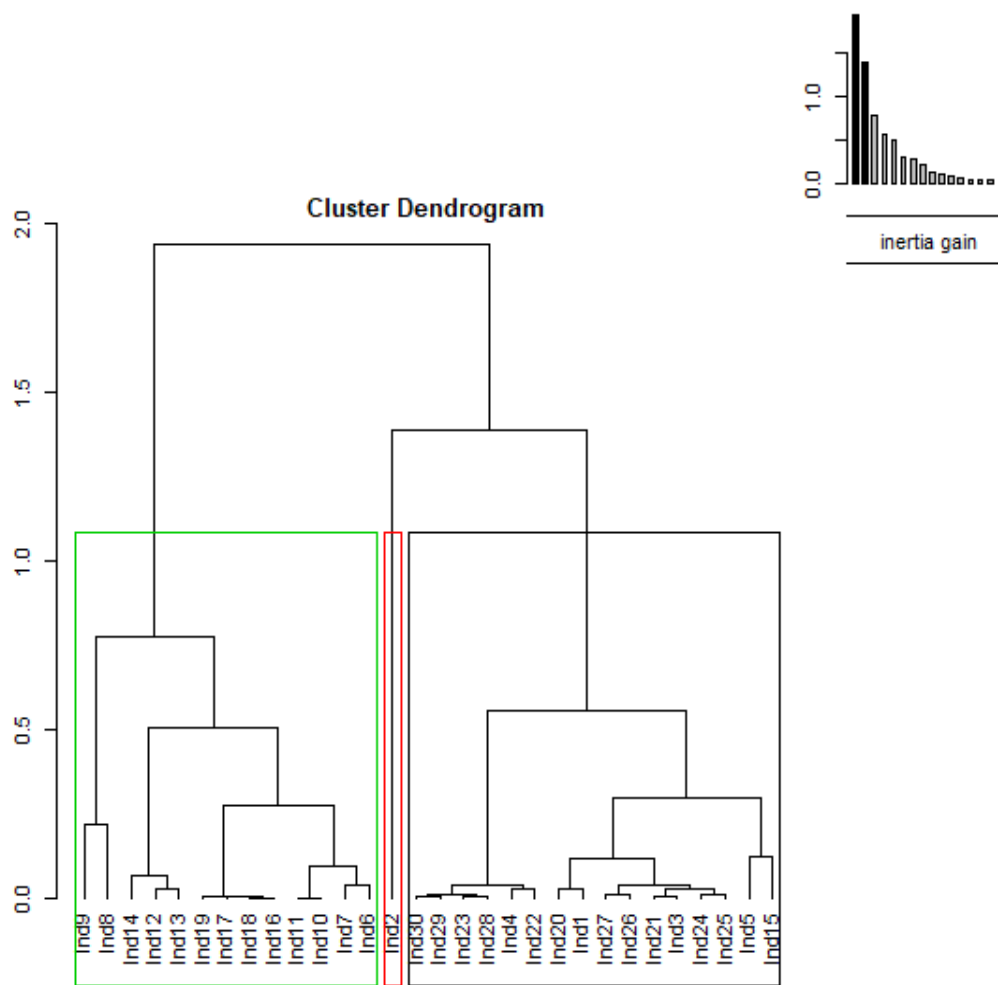


Figure 122 : Arbre hiérarchique de *Syrphus ribesii*

Chapitre V

Discussion

L'inventaire réalisé durant trois années 2019, 2020 et 2021 dans deux régions d'étude Tizi-Ouzou et Boumerdès a permis de dresser une liste de 78 espèces de pucerons sur les différentes cultures de solanacées. Ces espèces sont réparties en sept sous-familles, celles des Aphidinae, des Anoeciinae, des Calaphidinae, des Eriosomatinae, des Chaitophorinae, des Myzocallidinae et des Pemphiginae, et neuf tribus : Aphidini, Macrosiphini, Anoecini, Panaphidini, Eriosomatini, Atheroidini, Fordini, Myzocallidini et Pemphigini. La sous-famille des Aphidinae est prédominante avec 2 tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Cette dernière est la plus riche avec 45 espèces. D'après Blackman et Eastop (2019 et 2020), la tribu des Macrosiphini est prédominante dans le groupe des pucerons. A ce jour, 243 genres appartenant à cette tribu sont décrits dans le monde (Favret, 2017). Ce résultat concorde avec le travail réalisé dans la région de Tizi-Ouzou par Benoufella-Kitous (2015) sur pomme de terre et sur les agrumes et avec le travail d'Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021) sur pomme de terre et celui de Bouabida (2021), qui a effectué un inventaire sur les légumineuses alimentaires dans la région de Naciria (Boumerdès). Ces auteurs signalent la dominance de la tribu des Macrosiphini avec 32, 39 et 45 espèces respectivement. Durant la présente étude, le nombre d'espèces enregistré sur les différentes variétés de pomme de terre est de 61 (Liseta : 29, Desirée : 53, Fabula : 26, Timate : 37 et Louane : 47), 56 espèces pour la tomate (Zin 45 : 34, Zahra : 42 et Kawa : 12), 25 espèces dans les cultures d'aubergine (Galine : 19, Classique : 19 et Adria : 15), 30 espèces pour les cultures de piment (Capillon : 27, Mixicaine : 25, Joker : 14 et Biskra : 18) et 31 espèces dans les cultures de poivron (Lipari : 31 et Grinil Giro : 15). Ces résultats sont très proches de ceux obtenus par Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021), qui ont signalé la présence de 65 espèces de pucerons sur trois variétés de pomme de terre cultivées dans la région de Tizi-Ouzou, il s'agit de la variété Resita avec 55 espèces, Fabula avec 24 espèces et Timate avec 30 espèces. A Sétif, Laamari et Akal (2002) ont enregistré 37 espèces de pucerons sur pomme de terre de saison et d'arrière-saison. Une autre étude réalisée de 2002 à 2004 dans cinq régions de Tunisie sur pomme de terre, a permis de recenser 58, 47, 53, 78 et 83 espèces à Batan, Bousalem, Sidi Mahmoud, Douala et Soliman respectivement (Boukhris-Bouhachem et *al.*, 2007). En Belgique, Yattara et Francis (2013) ont recensé 44 espèces durant leur étude sur la performance relative de deux méthodes de piégeage, à savoir le piège Malaise et le piège jaune à eau sur pomme de terre. Dans une autre étude sur les pucerons relative à la présence de l'ortie en bordure des champs, Alhmedi et *al.* (2006) ont signalé la présence de 50 espèces aphidiennes. Bakroune (2012) a recensé 29 espèces de pucerons à Biskra sur piment et poivron. A Jamaïque, Sharon et *al.* (2003) ont recensé 13 espèces sur piment durant deux

années d'étude (1998 et 1999). Sur cette même culture, 12 espèces ont été piégées grâce aux pièges jaunes à eau par Atsebeha et *al.* (2009) en Éthiopie.

La différence dans la richesse des espèces aphidiennes recensées sur les cinq cultures peut être expliquée par les différences de la culture ainsi que la variété cultivée, par les différences des conditions climatiques d'une part et d'autre part par la différence de la richesse floristique des plantes adventices qui entourent et celles qui se trouvent à l'intérieure des parcelles d'étude. Cette richesse floristique a une conséquence directe sur la richesse et la diversité des espèces aphidiennes. Les parcelles les plus riches en plantes adventices sont les parcelles de pomme de terre et de tomate. 28 espèces de plantes adventices sont recensées dans les parcelles de pomme de terre chacune (17 espèces pour la variété Louane (Annexe 8), 10 espèces pour la variété Désirée (Annexe 9), 9 espèces pour la variété Fabula (Annexe 10), 7 espèces pour la variété Timate (Annexe 11) et 7 espèces pour la variété Liseta (Annexe 12)). Dans l'ensemble des parcelles de tomate 27 espèces de plantes adventices sont récoltés (18 espèces pour la variété Zin 45 (Annexe 13), 17 espèces pour la variété Zahra (Annexe 14) et 7 espèces pour la variété Kawa (Annexe 15)). Le Laiteron des champs *Sonchus arvensis*, le laiteron maraîcher *S. oleraceus* et le laiteron piquant *S. asper* sont recensées dans les parcelles de pomme de terre (variété Louane, Désirée, Fabula et Timate) et dans toutes les parcelles de tomate. Selon Blackman et Eastop (2020), ces espèces servent d'hôte pour 39, 37 et 32 espèces de pucerons respectivement. D'après ces mêmes auteurs, l'amarante réfléchie *Amaranthus retroflexus* attire 14 espèces de pucerons dont les espèces *A. nerii*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. nasturtii*, *H. lactucae*, *A. solani*, *M. euphorbiae*, *M. persicae* et *S. betae* sont recensées dans les parcelles d'étude. Les travaux de Hullé et *al.* (1999) ont permis de montrer que de nombreuses familles végétales très différentes les unes des autres hébergent de nombreuses espèces de pucerons dont les modes de vie sont extrêmement variés. Selon Blackman et Eastop (2000), certaines espèces effectuent tout leur cycle sur des plantes appartenant à la même famille botanique telle que *B. brassicae* qui accomplit tout son cycle sur des Brassicaceae cultivées ou sauvages. D'autres espèces, au contraire sont polyphages et colonisent des plantes extrêmement différentes. C'est le cas du puceron de la laitue *H. lactucae* qui se reproduit et hiverne sur des arbustes fruitiers et sur des groseilliers, qu'il quitte au printemps pour s'installer sur des Asteraceae comme la laitue où il se multiplie durant le printemps. Par contre, le faible nombre d'espèce de plantes adventices est observé dans les parcelles qui présentent une faible richesse floristique telles que les parcelles de piment (12 espèces adventices sont recensées pour la variété Biskra (Annexe 16), 6 espèces pour la variété Joker (Annexe 17), 9 espèces pour la variété Capillon (Annexe 18) et 10

espèces pour la variété Mexicaine (Annexe 19)). Pour les parcelles de poivron, 6 espèces sont notées pour la variété Lipari (Annexe 20) et 5 espèces pour la variété Grinil Giro (Annexe 21). Dans les parcelles d'aubergine, 5 espèces de plantes adventices sont recensées sur la variété Adria (Annexe 22), 6 espèces pour la variété Galline (Annexe 23) et 6 espèces pour la variété Classique (Annexe 24). Malgré le faible nombre de plantes adventices observées aux alentours de la parcelle de piment, variété Biskra, il est noté un nombre élevé de pucerons par rapport aux autres cultures cultivées sous serre qui se trouvent dans la même exploitation agricole (Oued Aissi). Selon Hullé et *al.* (1999), de nombreuses familles végétales très différentes les unes des autres peuvent héberger de nombreuses espèces aphidiennes. La richesse d'un peuplement dépend du niveau des ressources trophiques disponibles et des conditions climatiques des biotopes d'étude (Hanski et Cambefort, 1991). En effet, l'augmentation de la diversité végétale entraîne un accroissement de la diversité des ravageurs phytophages (Barbault, 1981). Bassino (1983) affirme que la faune aphidienne est importante lorsque la flore présente l'est aussi. Selon Remaudière et Autrique (1984), les plantes sauvages sont souvent la source additionnelle pour les aphides ailés qui vont s'installer dans les cultures hôtes. Lascaux (2010) signale qu'il est important d'identifier les plantes adventices afin de prévenir une éventuelle invasion de pucerons sur les plantes cultivées.

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces piégées dans les bassines jaunes durant les campagnes agricoles 2019, 2020 et 2021 sont égales et/ou proches de zéro pour les variétés Liseta, Desirée, Fabula, Timate, Louane, Zin 45, Zahra, Kawa, Adria, Galine, Classique, Capillon, Mixicaine, Joker et Biskra. De ce fait, les présents échantillonnages peuvent être qualifiés de bons. Benoufella-Kitous (2015) travaillant sur les pucerons de la pomme de terre au niveau de la station de Draâ Ben Khedda dans la région de Tizi-Ouzou a noté une valeur de 0,25, avec trois espèces observées une seule fois. Dans le présent travail, *M. viciae* et *W. nervata* sont les espèces observées une seule fois dans les cultures de pomme de terre, *P. humuli*, *A. pisum*, *T. aurantii*, *U. sonchi*, *B. brassicae* et *H. pruni* sont observées une seule fois dans les variétés de tomate. *D. apiifolia*, *B. amygdalinus*, *C. horni* et *T. ulmi* sont les espèces observées une seule fois sur les variétés de piment. *H. pruni* a été signalée par Laamari (2004) dans un verger d'arbres fruitiers à Batna. *T. ulmi* est une espèce forestière, qui s'attaque notamment aux essences ligneuses à bois tendre (Blackman et Eastop, 2000 ; 2006). *B. amygdalinus* est une espèce qui s'attaque à l'amandier (Turpeau et *al.*, 2018). Par contre, pour les deux variétés de poivron à savoir Galine et Grinil Giro, les valeurs de la qualité d'échantillonnage sont proches et supérieure à

1, ce qui signifie que l'effort de l'échantillonnage est insuffisant. Cette valeur peut être justifiée par le faible nombre de sortie effectuée sur ces deux cultures en comparant avec les autres cultures. D'après Blondel (1975), la différence de la qualité de l'échantillonnage d'un milieu à un autre peut être due à la variation d'une espèce à l'autre, des probabilités de capture dans la nature et à la capacité écologique de chaque espèce à peupler les différents biotopes.

La valeur de la diversité de Shannon varie d'une région à une autre et d'une culture à une autre, elle est comprise entre 2,98 bits et 4,74 bits. La valeur la plus élevée est observée dans les cultures de pomme de terre par contre les plus faibles valeurs sont enregistrées dans les variétés de tomate, d'aubergine et de piment cultivés sous serres. Dans cette présente étude, la richesse spécifique et la diversité de la flore offrent des conditions favorables à l'installation des aphides. En effet, Blondel (1975) affirme que lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables, de nombreuses espèces peuvent s'installer. Ce qui induit un H' élevé. Dans le cas contraire un petit nombre d'espèces arrivent à s'installer, tel qu'observé dans les serres où les conditions sont défavorables à l'installation des pucerons. De même, nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Benoufella-Kitous (2015), qui a noté une valeur de diversité maximale de 4,70 bits en 2008 et de 4,85 bits en 2013 au niveau d'une parcelle de pomme de terre. Par contre dans l'étude réalisée par Benoufella-Kitous et *al.* (2019) dans les cultures de pois chiche, de lentille et de petit pois, les valeurs de la diversité de Shannon sont de 3,92, 3,88 et 0,32 bits respectivement. Ces auteurs soulignent que la diversité des aphides décroît de la parcelle la plus diversifiée en espèces végétales à la moins diversifiée, ce qui traduit l'affinité globale très marquée des pucerons pour les parcelles riches en plantes adventives.

L'équitabilité calculée dans les parcelles d'études tend vers 1. De ce fait, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées. Ces résultats concordent ceux obtenus par Benoufella-Kitous (2015), qui a signalé des valeurs d'équipartition supérieure à 0,5 en 2008 et 2013, dans des parcelles de pomme de terre cultivées dans la région de Draâ Ben Khedda. De même, sur piment et poivron, Bakroune (2012) a signalé des valeurs d'équitabilité mensuelles (du mois de novembre au mois de juin) qui varient de 0,68 à 0,97 dans la station d'Ain Naga à Biskra.

L'analyse des résultats montre qu'en 2019, niveau des parcelles de pomme de terre, *M. persicae* est l'espèce la plus capturée suivie par *A. gossypii* dans la variété Liseta. Dans la culture Louane, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante suivie de *R. maidis*. En 2020, les espèces les plus dominantes dans la parcelle Désirée sont *A. fabae* et *A. gossypii*.

A. spiraecola et *A. craccivora* sont les plus capturées dans la parcelle Fabula. Dans la parcelle Timate, *M. persicae* est la plus dominante suivie par l'espèce *A. craccivora*. Au niveau de la parcelle de la variété Zahra, *A. gossypii* est l'espèce la plus représentée suivie par *M. persicae*. Dans la région de Draâ Ben Khedda, Benoufella-Kitous (2015) a signalé la dominance de *M. persicae* sur pomme de terre en 2008 et 2013, suivie de *M. euphorbiae* en 2008 et d'*A. fabae* en 2013. Nos résultats vont dans le même sens avec les travaux d'Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021), qui ont signalé la dominance de *M. persicae* dans une parcelle de pomme de terre variété Liseta dans la région de Tizi-Ouzou. Au Mali, Yattara et *al.* (2013) ont signalé la dominance de cette espèce sur pomme de terre en 2011. Yattara et Francis (2013) ont noté la dominance de *M. dirdhodum* suivie de *M. persicae* et *A. fabae* durant deux années d'échantillonnage sur pomme de terre en Belgique. Des résultats similaires sont notés en Chine par Lopes et *al.* (2012) et Polo Lozano et *al.* (2013). Ces mêmes auteurs ont mis en évidence la prédominance de *M. persicae* par rapport aux autres espèces capturées. Cette abondance de *M. persicae* peut s'expliquer par la présence de son hôte secondaire qui est la pomme de terre. En effet, selon Hullé et *al.* (1999), cette espèce a pour hôte primaire le pêcher et d'autres rosacées du genre *Prunus* et pour hôte secondaire près de 50 espèces botaniques dont les Solanaceae. Par ailleurs, certains composés chimiques sont attractifs vis-à-vis de *M. persicae*, comme par exemple les substances volatiles de *Solanum tuberosum* infestée par le virus de l'enroulement. Les pucerons étant préférentiellement attirés par des plants atteints par ce virus en comparaison à des plants sains ou atteints par d'autres viroses (Eigenbrode et *al.*, 2002 in Harmel et *al.*, 2008).

Dans la culture de tomate variété Zin 45, l'espèce *A. gossypii* est la plus dominante suivie d'*A. fabae*. Dans la variété Zahra, l'espèce la plus dominante est *M. persicae* suivie d'*A. gossypii*. Sur la tomate variété Kawa, les espèces les plus dominantes sont *A. spiraecola* et *M. euphorbiae*. *A. gossypii*, *A. fabae* et *M. persicae* sont très polyphages et peuvent attaquer plusieurs arbres, cultures maraichères et plantes adventices. D'après Hullé et *al.* (1999), *A. fabae* a plus de 200 plantes hôtes, *M. persicae* peut attaquer plus d'une cinquantaine de familles botaniques dont les Solanaceae, les Asteraceae, les Brassicaceae, les Apiaceae et les Cucurbitaceae. Plusieurs espèces appartenant à ces familles sont présentes dans les parcelles d'études. La dominance d'*A. spiraecola* au niveau de la serre de tomate variété Kawa s'explique par la présence de plusieurs arbres d'agrumes juste à la sortie de la serre, qui étaient infestés par les populations de ce puceron. D'après Blakman et Eastop (2007), cette espèce figure parmi les 14 espèces les plus redoutables sur les *Citrus*.

Les résultats des captures de 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 *B. helichrysi* est en tête des pucerons capturés au niveau de la parcelle de Grinil Giro suivie par *D. apiifolia*. Les espèces *Aphis* sp., *Pemphigus* sp., *A. spiraecola*, *S. graninum*, *C. aegopodii*, *N. ribisnigri*, *M. pecanis*, *A. corni*, *R. insertum* et *B. brassicae* sont représentées par des individus en très faible nombre au niveau de la parcelle Lipari. Pour Grinil Giro, les espèces qui sont représentées par un faible effectif sont *A. fabae*, *M. rosae*, *M. euphorbiae*, *E. elegans*, *M. cosanicola* et *M. dirhodum*. Au niveau des parcelles de piment, *M. persicae* est la plus représentée suivie d'*H. lactucae* sur la variété Joker. Dans la culture Biskra, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante suivie d'*A. spiraecola*. Sur les variétés Capillon et Mexicaine, les espèces les plus dominantes sont *M. persicae* et *A. craccivora*. La dominance de ces deux espèces s'explique par le fait qu'elles peuvent s'attaquer à la culture de poivron (Blackman et Eastop, 2000), elles sont aussi attirées par les plantes adventices qui poussent dans l'exploitation agricole suite à l'arrosage des plantes cultivées.

Les résultats du piégeage des aphides au niveau des parcelles d'aubergine montrent qu'en 2019, dans la parcelle variété Adria, *M. persicae* est l'espèce la plus capturée suivie par *H. lactucae*. Pour l'année 2021, dans la culture de variété Galine, les espèces les plus abondantes sont *M. persicae* suivie de l'espèce *A. fabae*. Dans la culture Classique, les espèces les plus dominantes sont *A. fabae* et *A. craccivora*. Les espèces qui sont présentes avec une faible fréquence de 0,31% sur cette variété sont *S. eastopi*, *B. amygdalinus*, *B. cardui* et *H. foeniculi*. D'après Blackman et Eastop (2000), les pucerons *A. fabae* et *M. persicae* sont des espèces caractéristiques à l'aubergine, ce qui explique leur présence avec un effectif élevé sur cette culture. L'effectif élevé d'*H. lactucae* dans la parcelle Adria peut être expliqué par la présence de l'amarante réfléchie *Amaranthus retroflexus* en abondance dans la serre. En effet, la période où l'effectif d'*H. lactucae* est élevé coïncide avec la croissance des laitues cultivées dans l'exploitation agricole et qui sont infestées par ce puceron. D'après Hullé et al. (2020), cette espèce est très polyphage et a pour hôte secondaire les Asteraceae : *Sonchus* (laiteron), *Lactuca* (laitue), *Chicorium* (chicorée et endive). Au niveau de la parcelle Classique, l'effectif élevé d'*A. craccivora* s'explique par le fait que cette espèce est très polyphage et elle peut s'attaquer à plusieurs familles botaniques. D'après Hullé et al. (2020), *A. craccivora* a une préférence pour les Fabaceae : *Vicia* spp (fève), *Medicago* (luzerne), *Robinia pseudoacacia* (robinier faux-acacia) mais peut aussi s'attaquer aux Asteaceae, Cucurbitaceae, Liliaceae, Solanaceae et Rutaceae. Plusieurs plantes cultivées

appartenant à ces familles sont recensées dans la parcelle d'étude telles que le piment, le poivron, le haricot, la courgette, le citronnier et l'oranger.

Dans la présente étude, deux espèces de pucerons sont signalées pour la première fois en Algérie, il s'agit du puceron de la carotte *S. dauci* sur tomate variété Zin 45 et du puceron des mûres sauvages *A. ruborum* sur pomme de terre variété Désirée. Notre étude nous a également permis de recenser sur les cultures de tomate deux espèces pour la deuxième fois en Algérie, il s'agit du puceron de la menthe *E. elegans* dans la parcelle de la variété Kawa et du puceron géant du roseau *M. donacis* dans la variété Zin 45.

S. dauci est d'origine eurosibérienne, aujourd'hui elle est largement distribuée en Europe, Turquie, Sibérie et Asie centrale (Heie, 1992). Elle est également recensée au Moyen-Orient (Blackman et Eastop, 2000 ; 2006). En Amérique du Sud, des notes précédentes sur la présence de cette espèce ont été faites par Delfino et al. (2005) sur carotte *Daucus carota* L., et au Brésil par Ide et al. (2011) sur arracacha *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. *S. dauci* a été recensée en Tunisie par Boukhris-Bouhachem et al., (2007), dans des pièges installés dans la culture de pomme de terre. Cette espèce se trouve généralement sur *Daucus carota* sauvage et cultivé (Hullé et al., 1999 ; Blackman et Eastop, 2000 ; Holman, 2009), mais elle a également été signalée sur *Aegopodium podagraria* par Mifsud et al. (2011). La famille des Apiaceae était représentée à proximité de la parcelle de tomate (variété Zin 45) par plusieurs espèces à savoir *Foeniculum vulgare* Mill., 1768 ; *Seseli annuum* L., 1753 et *Selinum carvifolia* L., 1762, ce qui pourrait peut-être expliquer la présence de cette espèce dans les bassines jaunes.

En 2020, à Makouda sur pomme de terre variété Désirée, onze individus d'*A. ruborum* sont trouvés au mois de mars dans les bassines jaunes. Il s'agit d'une espèce nouvelle pour l'Algérie et le deuxième enregistrement pour le continent Africain après 59 ans de sa première année d'apparition en Egypte (Habib et El Kady, 1961). Des individus de couleur vert bleu sont observés sur les jeunes pousses de leur plante hôte, à savoir *Rubus* sp.. D'après Blackman et Eastop (2000) au printemps, la coloration de la population est vert bleu avec des cornicules pâles et est retrouvée sur les jeunes pousses. Cette espèce est distribuée en Europe, Nord d'Afrique, le Moyen-Orient, le Pakistan et le Chili (Blackman et Eastop, 2006). En Europe, en Géorgie, cette espèce a été recensée sur *Rubus* sp. (Bakhtadze et al., 2010). En Grèce, elle est retrouvée sur *Rubus ulmifolius* et *R. hirtus* (Kavallieratos et al., 2007 ; Kavallieratos et al., 2010). Parmi les espèces qui ont étendu leur répartition sur l'Archipel des Açores, *A. ruborum* est signalée pour la première fois sur l'Ile de Sao Jorge (Aguilar et al., 2013). En Inde, cette espèce a été signalée pour la première fois au mois de mars sur *Rubus*

sp. (Basu, 1969). En Turquie, cette espèce est signalée sur *Rubus caesuis* (Aslan et al., 2004 ; Aslan et Uygun, 2005). En 2019, Riddick et al. ont signalé cette espèce pour la première fois au Mississippi (USA) sur des fraises cultivées sous serres. La présence de cette espèce dans les bassines jaunes se justifie par la présence de son hôte primaire. D'après Blackman et Eastop (2000 ; 2006), *A. roburom* est associée à des espèces sauvages et cultivées des mûres (*Rubus* spp.), et occasionnellement sur des fraises (*Fragaria* spp.).

Le puceron de la menthe *E. elegans* est piégé pour la première fois dans la région d'Oued-Aïssi dans une serre de tomate. C'est la deuxième fois que cette espèce est inventoriée dans la région de Tizi-Ouzou. Benoufella-Kitous et Medjdoub-Bensaad (2016) ont signalé cette espèce pour la première fois dans une bassine jaune à eau dans une culture de pois chiche dans la région de Tala Amara (Tizi-Ouzou). En Grèce, vingt-trois espèces sont recensées pour la première fois avec des pièges jaunes à eau installés dans une culture de tabac, parmi elles *E. elegans* (Lykouressis et al., 1993). En Turquie, cette espèce a été observée à Bornova et Menemen sur la sauge (Zarkani et al., 2017). À l'île de Madère, au Portugal, *E. elegans* est recensée pour la première fois dans une bassine jaune à eau (Aguiar et Ilharco 1997). Au Brésil, à São Carlos, elle est signalée pour la première fois par Peronti et Sousa-Silva (2002), sur une plante ornementale (*Salvia splendens*) en 1997. En Argentine, *E. elegans* est recensée pour la première fois par Ortego en 1994 sur *Lavandula* sp.. Elle a été trouvée pour la première fois au Chili sur *Phrodus microphyllus*, plante de la famille des Solanaceae (Heie et al., 1996). Au Moyen Orient, en 2015, cette espèce est recensée pour la première fois en Arabie Saoudite sur *L. pubescens* (Hussain et al., 2015). Des spécimens de générations vivipares ont été observés pour la première fois sur la lavande *L. angustifolia* à Katowice, en Pologne, à la fin du mois de mai (Wieczorek et Chlond, 2019). Ces auteurs ont signalé que *L. angustifolia* peut être une source de nourriture pour une population d'*E. elegans* et contribue ainsi à la propagation de cette espèce. Le cycle de vie des aphides dépend des conditions environnementales (Dixon, 1998 ; Wieczorek, 2013). La présence d'*E. elegans* dans la serre peut s'expliquer par la présence des plantes herbacées, appartenant à la famille des Lamiaceae, telles que la menthe, la lavande et la sauge aux alentours de la serre. Le recensement de cette espèce à la date du 13 mai peut également expliquer par le facteur climat. Les températures moyennes maximales enregistrées en ce mois étaient de l'ordre de 26,36°C. Hazell et al. (2010) et Brabec et al. (2014) affirment que les températures élevées permettent aux populations de cette espèce d'augmenter et de s'étendre. *E. elegans* est une espèce tempérée, qui est active et qui se développe plus rapidement à basses températures que les espèces tropicales (Stoetzel, 1985 ; Wieczorek et Chlond, 2019). Le puceron de la

menthe a été observé pour la première fois par Zarkani et Turanli (2019), à Izmir en Turquie au printemps. Ces auteurs notent que cette espèce s'est développée pendant le mois d'avril sur sa plante hôte et que pour se déplacer vers d'autres plantes, ce ravageur doit former des ailés, qui devraient par la suite s'étendre et se propager vers d'autres endroits pour se développer sur d'autres plantes. Avant la date d'enregistrement d'*E. elegans* dans la serre d'étude, le plastique couvrant cette dernière a été légèrement enlevé des côtés pour diminuer l'humidité qui règne dans la serre. Ceci a probablement favorisé la pénétration de plusieurs insectes parmi ces derniers les aphides.

M. donacis a été signalée pour la première fois en Algérie par Hidalgo et al. (2013) sur le roseau commun *Phragmites australis* dans la région de Sidi Said à Tlemcen. Dans le monde, elle a été signalée sur différents hôtes dans différents pays comme l'Irak (Ali et al., 2012), la Turquie (Görür et al., 2012) et la Grèce (Tsitsipis et al., 2007). La présence de *M. donacis* dans la parcelle variété Zin 45 peut s'expliquer par la présence du roseau aux alentours de l'exploitation agricole d'une part et d'autre part par la diversité et l'abondance des Poaceae dans l'exploitation qui peuvent servir d'hôtes pour cette espèce (Blackman et Eastop, 2006 ; Holman, 2009). Nieto-Nafria et al. (2016) ont signalé la présence de *M. donacis* sur des plantes sauvages d'*Arundo donax* dans la région méditerranéenne du Chili.

Six catégories d'espèces sont répertoriées sur les différentes cultures des solanacées étudiées durant les trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 à savoir : rares, accidentelles, accessoires, constances, régulières et omniprésentes. Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des cinq parcelles de pomme de terre, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont accessoires, régulières, constances, omniprésentes et accidentelles. L'espèce *M. persicae* est classée dans la catégorie omniprésente dans les variétés Lésita et Fabula. Sur les cinq variétés, les espèces *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. nasturtii*, *A. spiraecola*, *H. lactucae*, *M. persicae*, *R. insertum* et *R. padi* sont classées dans la catégorie constante. Ces résultats sont très proches de ceux de Benoufella-Kitous (2015), qui a signalé que l'espèce *M. persicae* est omniprésente en 2008 et 2013 sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda. Ce même auteur affirme aussi qu'en 2008 et 2013, les espèces *A. fabae*, *H. lactucae* et *A. craccivora* sont constantes.

Les espèces aphidiennes recensées dans les trois cultures de tomate font partie de quatre catégories : régulière, accidentelle, accessoire et rare. Les espèces *A. gossypii* et *H. lactucae* sont classées comme régulières au niveau de la parcelle Zin 45. Au niveau de la parcelle Zahra, ce sont les espèces *A. fabae*, *H. lactucae*, *R. padi* et *M. persicae* qui sont

classées comme espèces régulières. *A. spiraecola* est la seule espèce régulière dans la parcelle Kawa. La fréquence élevée de ces espèces peut s'expliquer par le fait qu'elles sont très polyphages d'une part et d'autre part par la présence de leurs hôtes secondaires telles que la laitue, le piment, le poivron, la courgette, la tomate et les graminées. La présence régulière de l'espèce *R. padi* dans la parcelle de la variété Zahra, s'explique par l'abondance et la diversité des Poaceae dans la parcelle et le maïs a été planté aux alentours de la parcelle d'étude (Annexe 15).

Les espèces aphidiennes recensées dans les deux cultures de poivron font partie de trois catégories : constante, accidentelle et accessoire. Les espèces *A. fabae* et *M. euphorbiae* sont classées comme constante au niveau de la parcelle Lipari, par contre au niveau de la parcelle Grinil Giro, elles sont accidentelles. Les espèces *A. gossypii*, *A. nerii*, *B. helichrysi*, *B. rumexicolens*, *D. plantaginea* *R. padi* et *S. maydis* sont accessoires dans la parcelle Lipari. Pour la parcelle de Grinil Giro, seule l'espèce *B. helichrysi* est constante et les espèces *A. gossypii*, *B. cardui*, *B. rumexicolens*, *D. apiifolia*, *H. pruni*, *Pemphigus* sp. et *S. maydis* sont accessoires. En 2019 sur les piments cultivés sous serre, *H. lactucae* et *M. persicae* sont régulières dans la parcelle Joker, *A. craccivora*, *A. spiraecola* et *M. persicae* sont régulières dans la parcelle Biskra. En 2021, dans la parcelle Capillon, les espèces *A. craccivora*, *A. gossypii*, *M. euphorbiae*, *M. persicae* et *R. padi* sont constantes et les espèces *A. fabae*, *H. lactucae*, *R. insertum* et *R. padi* sont régulières. Pour la parcelle Mexicaine, *A. craccivora* et *M. persicae* sont constantes, *A. gossypii*, *H. lactucae*, *M. euphorbiae*, *P. bursarius*, *R. maidis* et *R. padi* sont régulières. Selon Hullé et al. (1999), *A. craccivora* et *M. euphorbiae* sont très polyphages et sont attirés par les solanacées qui attirent également un grand nombre d'espèces aphidiennes. Ces résultats sont similaires à ceux de Bakroune (2012) qui signale sur piment et poivron cultivés sous serre dans deux régions de Biskra, *A. gossypii* comme espèce omniprésente, *B. helichrysi*, *R. maidis*, *R. padi* et *M. persicae* comme régulières. L'espèce *A. spiraecola* est régulière dans les parcelles de piment, ce qui est justifié par la présence de son hôte primaire : les agrumes, à savoir le citronnier et l'oranger, qui sont en abondance juste à proximité des serres d'étude.

Les espèces capturées au niveau des trois parcelles d'aubergine ont des valeurs de constance très variables. Elles sont accessoires, régulières, constances, omniprésentes et accidentelles. Les espèces *M. persicae* et *M. euphorbiae* sont régulières dans la parcelle Adria. *M. persicae* et *A. fabae* sont classées dans la catégorie omniprésente sur la variété Galine. Dans la parcelle Classique, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *M. persicae* et *R. maidis* sont régulières. D'après Holaman (2009), *M. persicae* et *M. euphorbiae* sont des espèces

caractéristiques des solanacées et peuvent être en abondance sur les solanacées cultivées ou sauvages. Les fréquences d'occurrences élevées de ces espèces pourraient être expliquées par la présence de leurs plantes hôtes secondaires à savoir : les Solanaceae, les Brassicaceae, les Fabaceae, les Asteraceae, les Rutaceae et les Poaceae. Selon Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014), la richesse floristique de la zone d'étude influe directement sur la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes. Selon Remaudière et Autrique (1984), une espèce peut se multiplier intensément sur ses hôtes et même donner des ailés qui ne seront pas piégés en raison des conditions climatiques adverses telles qu'une pluviométrie excessive ou des températures trop basses.

La valeur de l'indice de Jaccard calculé pour les variétés de pomme de terre de saison (Liseta, Louane et Désirée) et les variétés de pomme de terre d'arrière-saison (Fabula et Timate), est proche de 1. Ce qui signifie que ces deux milieux sont très proches et la nature des deux milieux favorisent l'installation des espèces. Laamari et Akkal (2002) indiquent que le même nombre d'espèces est observé sur pomme de terre de saison et d'arrière-saison. La valeur de l'indice de Jaccard calculé pour les deux variétés de tomate cultivées en plein champs (Zahra et Zin 45) et la variété cultivée sous serre est égal à 0,19, elle tend vers 0 ce qui veut dire qu'il n'y a pas une similarité entre les espèces des deux milieux, la nature du second milieu qui est la serre ne favorise pas l'installation des pucerons et le plus faible nombre d'espèces est recensé dans la serre. La valeur de l'indice de Jaccard calculé pour les deux variétés de poivron est égale à 0,31, elle tend vers 0 ce qui veut dire qu'il n'y a pas une similarité entre les espèces recensées dans les deux variétés. Ceci s'explique par le fait qu'elles sont cultivées dans deux régions différentes donc les conditions environnementales sont différentes. Bello et *al.* (2007) affirment que lorsque l'indice de Jaccard diminue, seul un faible nombre d'espèces sera présent sur les deux habitats. Ainsi, les espèces pour les deux habitats comparés sont totalement différentes. L'indice de Jaccard calculé pour les variétés de piment cultivées en plein champs et celles cultivées sous serre est égal à 0,6, il tend vers 1 ce qui veut dire qu'il y a une similarité entre les deux milieux donc il y a plusieurs espèces communes entre ces deux milieux, ceci s'explique par la diversité et l'abondance des espèces adventices recensées dans la serre cultivée avec la variété Biskra et aucun désherbage n'a été effectué dans cette serre, ce qui a permis d'attirer plusieurs espèces de pucerons. D'après Bassino (1983), la faune aphidienne est importante lorsque la flore est très diversifiée. Le nombre d'espèces observées sur la variété d'aubergine cultivée sous serre est de 15 espèces, par contre sur les variétés cultivées en plein champs, il est de 21 espèces, avec 13 espèces communes entre la variété cultivée sous serre et celles cultivées en plein champs. L'indice de

Jaccard calculé est égal à 0,61 il tend vers 1, ce qui veut dire qu'il y a une similarité entre les espèces recensées dans les variétés cultivées sous serre et en plein champs. Selon Le Houerou (1995), lorsque l'indice augmente un nombre important d'espèces se rencontre dans les deux habitats, donc les conditions environnementales sont similaires entre les deux habitats.

Pour les variétés de pomme de terre de saison, les premiers pucerons ailés sont piégés le 01 avril 2019 au niveau de la parcelle Louane, le 20 février 2020 pour la parcelle Désirée, alors qu'au niveau de la parcelle Fabula, ils sont observés le 23 février 2020. Les effectifs des aphides piégés augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic le 22 avril 2019 pour la variété Louane, le 19 mars 2020 pour la variété Désirée et le 22 mars 2020 pour la variété Fabula. Ces pics coïncident avec l'activité intense des pucerons ailés. Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très favorables pour l'envol de la majorité des espèces de pucerons, telles qu'*A. craccivora*, *A. fabae*, *A. gossypii*, *A. nerii*, *B. brassicae*, *B. helichrysi*, *M. viciae*, *M. persicae*, *H. lactucae*, *R. maidis*, *R. padi*, *M. euphorbiae*, *M. rosae* et *L. erysimi* recensées en cette période. A partir de ces pics, le nombre de pucerons diminue progressivement jusqu'à atteindre un zéro au mois de juin 2019 et mai 2020. Cette période correspond à la fin du vol des aphides qui coïncide avec l'élévation des températures enregistrées, avec des températures maximales atteignant 32,4°C et 31,4°C pour juin 2019 et mai 2020 respectivement.

Pour les variétés d'arrière-saison, les premiers ailés sont observés le 13 octobre 2019 pour la variété Lesita. Dans la parcelle d'arrière-saison (variété Timate), les premiers individus ailés sont capturés le 27 septembre 2020. Pour la variété Lesita, le pic est observé le 03 novembre 2019. Un pic de 115 individus est enregistré le 25 octobre 2020 pour la variété Timate. Après ces pics, le nombre de pucerons piégés diminue et un seul individu est capturé dans la variété Liseta le 29 décembre 2019. Cette période coïncide avec des journées pluvieuses et des températures basses. Ceci est confirmé par Dedryver (1982) qui note que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuer leur fécondité et augmenter leur mortalité.

Sur les cultures de tomate, les premiers pucerons ailés sont observés le 01 avril 2019 pour la variété Kawa avec un pic observé le 22 avril 2019. Pour la variété Zahra, les premiers ailés sont capturés le 15 mai 2019 et un pic est enregistré le 22 mai 2019. Pour la culture Zin 45, un nombre maximal de 124 individus est enregistré le 20 mai 2019. Ces périodes de pic sont justifiées par l'abondance de certaines plantes hôtes secondaires comme les Amarantaceae, les Araceae, les Asteraceae, les Fabaceae, les Malvaceae, les Poaceae, les

Polygonaceae et les Urticaceae, qui semble attirer un grand nombre de pucerons tels que *A. fabae*, *A. nerii*, *H. pruni*, *H. lactucae*, *M. euphorbiae*, *M. persicae*, *A. solani*, *B. helichrysi*, *R. maidis* et *R. padi*. Les effectifs des pucerons ailés capturés dans les trois cultures commencent à diminuer avec le temps, jusqu'à atteindre un zéro au mois de juin. Cette période coïncide avec l'augmentation des températures, elle correspond également à la fin du cycle cultural des plantes hôtes et de la disparition des plantes adventices sous l'effet de la sécheresse. D'après Robert et Rouze-Jouan (1976), la faculté de production périodique d'ailés d'une espèce dépend du climat, de la souche du puceron et de la présence de la plante hôte.

Pour le piment, en 2019, les premiers ailés sont observés le 01 avril 2019 pour les deux variétés Joker et Biskra. Un pic est observé dans la parcelle Joker le 8 avril 2019, par contre sur la parcelle Biskra, le pic est observé le 06 mai 2019. A partir de ces dates, les effectifs de pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre un zéro le 08 juillet 2019 et le 05 août 2019 pour les parcelles Joker et Biskra respectivement. En 2021, les effectifs de pucerons augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic le 17 juin 2021 avec un effectif de 89 individus pour la variété Capillon. Pour la variété Mexicaine un pic est enregistré le 26 juin 2021 avec un effectif de 59 individus. Les effectifs des pucerons capturés à l'aide des pièges jaunes diminuent progressivement jusqu'à s'annuler à la fin du mois d'août. Pour le poivron, le maximum de pucerons est piégé le 16 juin 2021 pour les deux variétés Grinil Giro et Lipari. Les effectifs des deux cultures commencent à diminuer avec le temps jusqu'à atteindre un zéro au début du mois d'août. La diminution des effectifs observée à la fin des cultures coïncide avec l'augmentation des températures et à la disparition des plantes adventices sous l'effet de la sécheresse.

Trois espèces sont observées en colonies sur les différentes variétés de solanacées cultivées, il s'agit d'*A. fabae*, *A. gossypii* et *M. persicae*. Les deux dernières espèces sont observées sur les feuilles de pomme de terre, *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles de la variété Louane et Fabula avec un effectif de 420 et 431 individus respectivement. Deux espèces se sont développées sur les feuilles de la variété Désirée, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence d'infestation de 81% et *A. fabae* est recensée avec une fréquence d'infestation de 19%. Trois espèces de pucerons sont observées sous forme de colonies sur les feuilles de la variété Zin 45 et deux espèces au niveau de la variété Zahra. L'espèce la plus dominante sur les deux cultures est *M. persicae* avec une fréquence d'infestation de 61% et 63,87% pour la culture Zin 45 et Zahra respectivement, suivie par l'espèce *A. gossypii* avec une fréquence d'infestation de 24,70% et 36,13% pour les variétés Zin 45 et Zahra respectivement. L'espèce *A. fabae* est observée

seulement sur les feuilles de la culture Zin 45 avec une fréquence d'infestation de 14,30%. En 2019, l'espèce *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles des deux variétés de piment la Joker et la Biskra dans la région d'Oued Aissi, avec un effectif de 92 et 393 individus respectivement. En 2021, deux espèces se sont développées sur les feuilles de la variété Mexicaine, l'espèce *A. gossypii* est la plus dominante avec une fréquence d'infestation de 70,5% et *M. persicae* est recensée avec une fréquence d'infestation de 29,5%. Sur les trois cultures d'aubergine, deux espèces de pucerons sont observées sous forme de colonies. L'espèce *A. fabae* est la plus dominante sur les feuilles de la culture Classique avec une fréquence d'infestation de 88,67%, suivie par *M. persicae* avec une fréquence d'infestation de 11,33%. La seule espèce observée sur les feuilles des variétés Galine et Adria est *M. persicae*. Les travaux de Leclant (1999) ; Holman (2009) ; Blackman et Eastop (2000) affirment qu'*A. fabae*, *A. gossypii* et *M. persicae* sont parmi les espèces les plus fréquentes sur les solanacées maraîchères (pomme de terre, tomate, piment, poivron et aubergine). Nos résultats sont similaires à ceux d'Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021), qui notent la présence d'*A. gossypii*, *M. euphorbiae* et *M. persicae* sur les feuilles de la pomme de terre variété Resita et Fabula. Les espèces *A. gossypii* et *M. persicae* sont observées sur les feuilles de la variété Timate, avec la dominance de la dernière espèce avec une fréquence d'infestation de 74,60 %. Benoufella-Kitous (2015) affirme que *M. persicae* est l'espèce la plus dominante sur les feuilles de pomme de terre. Ces trois espèces sont également signalées par Laamari et Akkal (2002) dans la région de Sétif. Laamari (2004), dans la région de Guellal à Biskra, ont noté la présence de *M. euphorbiae* et *M. persicae* sur une culture de pomme de terre. A Kati et Sikasso (Mali), Yattara et al. (2013) ont signalé la présence d'*A. gossypii* et *M. persicae* sur pomme de terre pendant trois années de suite. Lopes et al. (2012) rapportent la présence de ces deux espèces sur cette culture en Chine. En France, Saguez et al. (2007) affirment que les espèces *M. persicae*, *M. euphorbiae*, *A. gossypii*, *A. nasturtii* et *A. solani* constituent certainement les ravageurs les plus importants sur la pomme de terre. Aroun (2015) a indiqué la présence de *M. persicae* et *A. gossypii* sur piment, huit espèces sur aubergine parmi elles *A. fabae* et *M. persicae*. Sur tomate, il a recensé sept espèces parmi elles, *M. persicae*, *A. gossypii* et *A. fabae*.

Au cours de notre étude, nous constatons que les premières infestations par les pucerons aptères sont apparues le 08 avril 2019 pour la variété Louane, le 27 février 2020 pour la variété Désirée et le 01 mars 2020 pour la variété Fabula. Un pic est observé le 22 avril 2019 pour la variété Louane avec un effectif de 131 individus. Pour variété Fabula, un pic de 125 individus est enregistré le 22 mars 2020, ces pics coïncident avec les conditions

favorables au développement des aphides telle que les températures (13,5°C en 2019 et 14,5°C en 2020). Par contre, sur la variété Désirée, deux pics sont observés. Le premier est enregistré le 05 mars 2020 avec un effectif de 194 individus. Cela pourrait être dû à l'élévation des températures enregistrée durant le mois de mars (14,3°C), qui a permis la prolifération des aptères et le second est enregistré le 16 avril 2020 avec un effectif de 240 individus. Ce fait peut s'expliquer d'une part, par la présence de feuilles tendres et d'autre part, par l'amélioration des conditions climatiques telles que les journées ensoleillées, avec des températures moyennes de l'ordre de 16,6 °C. Selon Robert (1980), la température a une grande influence sur les pucerons car elle agit sur la vitesse de leur croissance, sur la durée de leur vie et sur leur fertilité. Les pucerons aptères se reproduisent rapidement dans les foyers, formant des colonies denses à générations chevauchantes et commencent à infester les plantes voisines. Les individus aptères, qui se dispersent, assurent l'exploitation du milieu environnant grâce à une intense multiplication sur place. Ils sont plus féconds que les ailés (Marc, 2004). Après les pics enregistrés sur les trois variétés, nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre le zéro le 10 juin 2019 pour la variété Louane, le 07 mai 2020 pour la variété Désirée et le 06 mai 2020 pour la variété Fabula. La réduction des populations peut être le résultat d'un ensemble de facteurs, entre autres, la diminution de la qualité nutritionnelle de la sève, l'augmentation des températures dont les maximales atteignent 35,5°C en 2019 et 31,4°C en 2020. En effet, d'après Van Emden (1972), les hautes températures avec une humidité relative faible de l'air, provoquent chez les pucerons des pertes d'eau réduisant ainsi leur activité et leur nutrition sous l'effet du stress hydrique. Cette diminution pourrait être due également à l'action des ennemis naturels.

Nous constatons que les premières infestations par les pucerons sur les deux cultures de tomate sont apparues à la mi-mai pour les deux variétés. Pour la variété Zahra, un pic est observé le 05 juin 2019 avec un effectif de 129 individus. Cette élévation s'explique par les conditions favorables au développement et à la prolifération des pucerons et à la présence des feuilles tendres. A partir de cette date, l'effectif des pucerons diminue jusqu'à s'annuler le 17 juillet 2019. Cette annulation est le résultat de l'élévation des températures (29,1°C). Collier et Fuich (2007) affirment que chez les pucerons, la température détermine la durée de vie totale, la durée de la reproduction et la fécondité des femelles. Concernant la variété Zin 45, deux pics sont enregistrés, le premier est observé le 20 mai 2019 avec un effectif de 232 individus. Cela pourrait être dû aux températures favorables qui ont été enregistrées entre 13

mai 2019 (21,4°C) et le 21 mai 2019 (24,9°C) et qui ont permis la prolifération des aptères. La diminution brutale des effectifs observée le 27 mai 2019 est due probablement au traitement chimique contre le mildiou ou la hausse des températures maximales avec une moyenne qui dépasse les 30°C. L'augmentation des populations de pucerons à partir du 03 juin 2019 jusqu'à atteindre son deuxième pic le 10 juin 2019 avec 90 individus, peut s'expliquer par l'abondance de leur alimentation et la présence des conditions climatiques favorables avec une température moyenne de 29°C. Ces résultats concordent avec ceux de Lopes et *al.* (2012) qui ont noté un pic de la population aptère le 16 juin dû à la présence de feuilles tendres représentant une alimentation de bonne qualité pour la population du ravageur. La diminution progressive des effectifs des pucerons jusqu'à leur disparition vers la mi-juillet est probablement causée par l'augmentation des températures et par le dessèchement de leur plante hôte d'une part, d'autre part par l'importance des ennemis naturels recensés durant cette période, leur présence aurait un effet sur la diminution des effectifs des pucerons.

Les premières infestations par les pucerons sur piment sont apparues le 08 avril 2019 pour les deux variétés Joker et Biskra. En 2021, pour la variété Mexicaine, l'infestation par les pucerons est enregistrée le 19 juin 2021. Un pic est observé le 06 mai 2019 pour les deux premières variétés avec un effectif de 19 et 78 individus respectivement, par contre sur la variété Mexicaine, le pic est observé le 03 juillet 2021 avec un effectif de 128 individus. Après les pics enregistrés sur les trois variétés de piment, nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre un zéro le 29 juillet 2019 pour la variété Biskra, le 08 juillet 2019 pour la variété Joker et le 31 juillet 2019 pour la variété Mexicaine. Cette diminution jusqu'à l'annulation des effectifs de pucerons peut être due à l'élévation des températures d'une part et d'autre part par l'abondance des prédateurs aphidiphages. Les coccinelles sont actives jusqu'à la fin du mois de juin. Il est à noter également une formation importante d'ailés émigrants et une fécondité réduite chez les adultes. Robert (1982) souligne qu'une régression naturelle des populations est le fait d'une production globale réduite, appelée mécanisme d'autorégulation engendrée par la surpopulation des individus aptères qui induit la formation d'ailés et ce qui réduit la fertilité des femelles.

Les premières infestations par les pucerons sur les trois cultures d'aubergine sont apparues le 15 avril 2019 pour la variété Adria, le 14 juin 2021 pour la variété Classique et le 03 juillet 2021 pour la variété Galine. Un pic est observé le 22 avril 2019 pour la variété Adria

et le 05 juillet 2021 pour la variété Classique. Par contre sur la variété Galine, le pic est observé le 17 juillet 2021. Ces pics coïncident avec des conditions climatiques favorables au développement des aphides. Après les pics enregistrés sur les trois variétés d'aubergine, nous remarquons que les effectifs des pucerons diminuent progressivement jusqu'à atteindre le zéro la mi-juin 2019 pour la variété Adria. Pour les variétés cultivées en plein champs (Classique et Galine), l'absence des pucerons sur les feuilles est observée à la mi-août 2021. La réduction des populations jusqu'à leur absence peut être le résultat d'un ensemble de facteurs, telles que la diminution de la qualité nutritionnelle de la sève et l'augmentation des températures dont les maximales atteignent 30,4°C en 2019 et 31,2°C en 2021, et peut être due aussi à l'action de leurs ennemis naturels. En effet, Hullé et *al.* (1999) notent qu'entre 4°C et 22°C, les pucerons se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement se ralentit à nouveau.

L'inventaire des ennemis naturels sur les différentes cultures de solanacées cultivées étudiées révèle l'existence de 22 espèces auxiliaires, dont 15 sont prédatrices et 7 sont parasitoïdes. Les auxiliaires recensés sont réparties réparties en 5 ordres, les Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera et Neuroptera, subdivisées en 08 familles à savoir, les Coccinellidae, Syrphidae, Cecidomyidae, Anthocoridae, Alloxystidae, Braconidae, Megaspilidae et Chrysopidae, réparties en 16 genres. L'inventaire des parasitoïdes montre l'existence de 4 espèces de parasitoïdes primaires, il s'agit d'*A. ervi*, *A. colemani*, *D. rapae* et *L. testaceipes* et 3 espèces d'hyperparasitoïdes, ce sont *D. carpenteri*, *Dendrocerus* sp. et *A. victrix*. Völkl et *al.* (2007) affirment que les prédateurs de pucerons appartiennent à quatre ordres d'insectes : Coleoptera (familles des Coccinellidae et Carabidae), Diptera (familles des Chamaemyiidae, Syrphidae, et Cecidomyiidae), Hemiptera (familles des Anthocoridae et Geocoridae) et Neuroptera (famille des Chrysopidae). Plusieurs auteurs ont signalé la présence de ces insectes auxiliaires dans le milieu cultivé (Brewer et Elliott, 2004 ; Lopes et *al.*, 2012 ; Vandereycken et *al.*, 2015 ; Benoufella-Kitous et *al.*, 2017 ; Benoufella-Kitous et *al.*, 2019 ; Bouabida et *al.*, 2019 ; Ait Amar et *al.*, 2020). Bouabida (2021) révèle l'existence de 19 espèces prédatrices de pucerons réparties en 5 ordres (Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Neuroptera et Hymenoptera), 8 familles (Coccinellidae, Staphylinidae, Carabidae, Syrphidae, Cantharidae, Miridae, Chrysopidae et Reduvidae) et subdivisées en 16 genres sur les légumineuses alimentaires dans la région de Naciria.

L'inventaire réalisé sur les cinq cultures de pomme de terre révèle l'existence de 14 espèces prédatrices, réparties en 10 genres, subdivisées en 4 familles (Coccinellidae,

Anthocoridae, Syrphidae et Chrysopidae). En 2019, 11 espèces sont recensées réparties en 07 genres. Par contre en 2020, 13 espèces sont recensées réparties en 10 genres et 4 familles. Ce résultat est très proche du travail réalisé par Ait Amar et *al.* (2020) qui ont signalé la présence de 10 espèces aphidiphages sur pomme de terre dans la région de Draâ ben Khedda réparties en 6 familles, il s'agit des Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae, Chrysopidae, Miridae et Aphidiidae. Une autre étude réalisée en Chine par Bosquée et *al.* (2014) a mis en évidence 12 espèces, réparties en 4 familles (Coccinellidae, Syrphidae, Braconidae et Aphelinidae) sur pomme de terre.

Les résultats de l'inventaire des prédateurs recensés dans les trois parcelles de tomate, montrent l'existence de 12 espèces prédatrices, réparties en 10 genres, subdivisées en 5 familles (Coccinellidae, Syrphidae, Cecidomyidae, Anthocoridae et Chrysopidae). 12 espèces sont recensées dans les parcelles de Zahra, 8 espèces sont enregistrées dans la parcelle de Zin 45, contre 7 espèces pour la variété Kawa. En 2018, dans une étude similaire réalisée sur deux cultures : le bananier et la tomate au Congo par Lofinda Lifake et *al.* (2018), 12 espèces aphidiphages avaient été identifiées.

L'inventaire réalisé sur les quatre cultures de piment révèle l'existence de 20 espèces, réparties en 15 genres, subdivisées en 8 familles (Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae, Cecidomyidae, Alloxystidae, Braconidae, Megaspilidae et Chrysopidae). En 2019, 15 espèces sont inventoriées réparties en 12 genres. Par contre en 2021, 13 espèces sont recensées, celles-ci sont réparties en 11 genres.

Les résultats de l'inventaire des prédateurs recensés dans les deux parcelles de poivron, montrent l'existence de 8 espèces prédatrices, réparties en 5 genres, subdivisées en 2 familles (Coccinellidae et Cecidomyidae). 08 espèces sont recensées dans les parcelles de Lipari, 5 espèces dans la parcelle Grinil Giro. Bakroune (2012), qui travaille sur les auxiliaires des aphides sur piment et poivron a recensé 5 espèces prédatrices appartenant à quatre familles (Coccinellidae, Syrphidae, Braconidae et Chrysopidae).

L'inventaire réalisé sur les trois cultures d'aubergine révèle l'existence de 13 espèces prédatrices, réparties en 9 genres et subdivisées en 4 familles (Coccinellidae, Anthocoridae, Syrphidae et Chrysopidae). En 2019, 7 espèces sont recensées réparties en 7 genres. Par contre en 2021, 13 espèces réparties en 9 genres et 4 familles sont inventoriées.

Dans la présente étude, les résultats obtenus révèlent qu'en termes d'abondance, les coccinelles sont les prédateurs aphidiphages qui présentent la richesse spécifique la plus importante. Ce résultat est en accord avec les travaux de Francis et *al.* (2001) en Belgique dans des cultures de fève, ceux de Lopes et *al.* (2012) sur des cultures maraichères dans l'Est

de la Chine et ceux de Bosquée et *al.* (2014) sur une association culturale de pois et de pomme de terre en Chine. Ces auteurs ont mis en évidence le caractère dominant de la famille des Coccinellidae par rapport aux ennemis naturels des aphides. Dans la région de Ouargla, Saharaoui et *al.* (2001) rapportent que les coccinelles ²constituent le groupe entomophage le plus important dans la régulation des populations de pucerons. D'après Ferron (1999), les coccinelles sont reconnues comme d'excellents prédateurs de pucerons durant tous les stades de leur vie. Guettala-Farah (2010) a signalé la présence de *C. algerica* et *H. variegata* lors de son étude sur les aphides du pommier dans la région d'Ichemoil (à Batna). Assabah (2011) a signalé la dominance de cette famille avec la présence de cinq espèces de coccinelles aphidiphages qui vivent dans une parcelle de blé dur à Oued Smar, il s'agit de *C. algerica*, *A. variegata*, *S. subvillosus*, *S. pallipediformis* et *S. interruptus*. D'après Brewer et Elliott (2004), les cultures de céréales en Amérique du Nord sont habitées par de nombreuses espèces d'ennemis naturels de pucerons. Parmi elles, la famille des Coccinellidae prédateurs de pucerons relativement spécialisés et certaines espèces sont recensées en nombre important tels qu'*Hippodamia convergens* Guerin-Ménéville, 1842, *C. septempunctata* et *Coleomegilla maculata* De Geer, 1775. La prédominance de cette famille pourrait s'expliquer par la présence des plantes hôtes qui leur servant d'habitat. Ben Halima-Kamel et *al.* (2011) ont signalé que *C. algerica* peut s'abriter sur 72 espèces végétales. Cette espèce est considérée parmi les ennemis naturels des aphides les plus répandus (Saharaoui et *al.*, 2001). Dans l'inventaire des ennemis naturels des pucerons effectué par Ait Amar et *al.* (2020), la famille des Coccinellidae est essentiellement représentée par l'espèce *A. variegata* (53,8% des coccinelles collectées), suivie de *C. algerica* (36,3% des coccinelles collectées).

Dans notre étude, l'ordre des Diptera est représenté par deux familles, à savoir les Cecidomyiidae et les Syrphidae. Seule l'espèce *A. aphidimyza* est recensée pour la première famille par contre la famille des Syrphidae est représentée par quatre espèces, il s'agit d'*E. balteatus*, *M. scalare*, *S. scripta* et *S. ribesii*. Ce résultat est similaire à celui de Labdaoui (2019) qui a signalé la présence de ces deux familles sur les agrumes au Nord-Ouest Algérien. Notre travail rejoint aussi les résultats trouvés par Bouabida (2021) dans la région de Naciria qui a noté la présence de trois espèces de syrphes à savoir *E. balteatus*, *S. scripta* et *S. ribesii*. Lopes et *al.* (2012), sur pomme de terre à l'est de la Chine, ont signalé la présence des espèces *E. balteatus*, *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758) et *S. ribesii*. Nos résultats corroborent ceux de Francis et *al.* (2003), qui dans une étude d'évaluation de la présence des Syrphidae (Diptera) en culture maraichère et de leur relation avec les populations aphidiennes, ont recensé comme espèces au régime alimentaire aphidiphage *E. balteatus*, *S. scripta* et

S. ribesii. Ces auteurs ont noté que les Syrphidae participent activement au contrôle des pucerons dans les cultures. De même, Alhmedi et al. (2007), en Belgique, ont signalé la présence d'*E. balteatus*, *S. ribesii* et *S. scripta* comme prédateurs de pucerons en grandes cultures. Ces espèces sont présentes avec une abondance de 26,8 %.

La cécidomyie *A. aphidimyza* est signalée dans notre travail sous forme larvaire en activité sous serre sur la variété Biskra sur des colonies de *M. persicae* et en plein champs sur la variété Mexicaine sur des colonies d'*A. gossypii*. Cette espèce a été également signalée dans plusieurs pays du bassin méditerranéen (Garcia-Mari, 2009 ; Boukhris-Bouhachem, 2011 ; Hermoso de Mendoza et al., 2012 ; Gomez Marco et al., 2016 ; Braham et Amor, 2018). Cette espèce est généraliste et elle peut s'attaquer à plus de 75 espèces de pucerons (Spencer, 2016). *A. aphidimyza* est connue comme étant un prédateur très efficace sur les cultures sous serre tels que le piment et la tomate, sur les cultures en plein champs et sur les arbres fruitiers (Harris et al., 1973 ; Markkula et Tittanen, 1985 ; Malais et Ravensberg, 1992). Elle a été signalée active dans les champs infestés par *M. persicae*, *B. brassicae* ainsi que les pucerons des céréales (Dixon, 1998 ; Schmidt et al., 2004) et les pucerons des agrumes (Van Emdem et Harrington, 2007 ; Labdaoui, 2019). En Tunisie, cette espèce a été signalée pour la première fois en association avec le puceron *H. pruni* (Ben Halima-Kamel et al., 2013). Les travaux de Madahi et al. (2013) et Jandricic et al. (2016) ont affirmé qu'*A. aphidimyza* est très efficace contre *A. gossypii* et *M. persicae*.

Dans l'ordre des Heteroptera, 2 espèces sont recensées, il s'agit d'*A. nemoralis* et *A. nemorum* qui appartiennent à la famille des Anthocoridae. Cette dernière est signalée par Brewer et Elliott (2004) comme étant des prédateurs efficaces contre les pucerons dans les cultures de céréales. Ils sont reconnus pour leur spécificité alimentaire vis-à-vis des pucerons, cependant ils peuvent rechercher une nourriture de remplacement en cas de déficit alimentaire (Saharaoui et Gourreau, 2000). L'espèce *A. nemoralis* a déjà été signalée dans la région de Tizi-Ouzou sur pomme de terre (Ait Amar et al., 2020).

L'ordre des Neuroptera est représenté par une seule famille, celle des Chrysopidae et une seule espèce : *C. carnea*. Le présent résultat est en accord avec celui de Lopes et al. (2012) ; Bosquée et al. (2014) et Ait Amar et al. (2020) qui ont identifié sur pomme de terre *C. carnea*. Par ailleurs, en Belgique Alhmedi et al. (2006 ; 2007) ont mentionné l'existence de 2 espèces de Chrysopidae, ce sont *Chrysotropia ciliata* (Wesmael, 1841) et *C. carnea*. La dernière espèce citée est la plus abondante dans les champs de pois et de blé par rapport à la première. *C. carnea* est également la seule espèce recensée par Bouabida (2021) dans son inventaire de la faune aphidiphage sur des cultures de légumineuses alimentaires. De même,

Bakroune (2012) a cité la chrysope verte (*C. carnea*) comme étant la seule espèce recensée sur piment et poivron dans la région de Biskra.

L'ordre des Hymenoptera est représenté par quatre espèces de parasitoïdes primaires (*A. ervi*, *A. colemani*, *D. rapae* et *L. testaceipes*) et trois espèces de parasitoïdes secondaires (*A. victrix*, *D. carpenteri* et *Dendrocerus* sp.). Ait Amar et al. (2020) ont noté la présence de trois espèces de parasitoïdes primaires dans la région de Tizi-Ouzou sur pomme de terre, ce sont *A. ervi*, *D. rapae* et *P. volucre*. De même, dans la région de Draâ Ben Khedda, Benoufella-Kitous (2015) a signalé la présence d'*A. ervi* et *D. rapae* sur pomme de terre cultivée. *A. ervi*, *A. colemani*, *D. rapae* et *L. testaceipes* sont considérées comme des parasitoïdes généralistes et ont été signalées dans l'Est algérien par Laamari et al. (2011) dans le milieu naturel et cultivé et ont été également signalées par Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993), en Tunisie sur des cultures protégées. Selon Le Guino (2010), *D. rapae* est capable de s'attaquer à plus de 60 espèces de pucerons dans le monde entier. En Chine, sur pomme de terre et courgette, Lopes et al. (2012) ont noté la présence de *D. rapae* sur ces deux cultures. A l'Est Algérien, Laamari et al. (2011) affirment que *L. testaceipes* parasite 20 espèces de pucerons, *A. ervi* parasite 13 espèces de pucerons et *D. rapae* parasite 8 espèces de pucerons dont *A. gossypii* et *M. persicae*. D'après Tahar Chaouche (2019), les espèces les plus généralistes et les plus présentes dans la région de Biskra sont *A. matricariae* et *L. testaceipes*.

Les espèces *A. victrix* et *Dendrocerus* sp. ont été signalées par Labdaoui (2019) sur agrumes au Nord-Ouest Algérien. Ces espèces ont été également signalées dans le milieu naturel dans la région de Biskra (Tahar Chaouche, 2019). Ces parasitoïdes secondaires peuvent s'attaquer aux différents stades de développement des parasitoïdes primaires (Buitenhuis, 2004). Ferrer-Suay et al. (2014) indiquent que l'espèce *A. victrix* a un large spectre d'espèces de pucerons hôtes et parasitoïdes primaires. Dans la région de Biskra, Tahar Chaouche (2019) a noté l'espèce *D. carpenteri*, qui parasite le parasitoïde primaire *A. matricariae* et *A. victrix* qui parasite le parasitoïde primaire *A. ervi*.

La richesse et l'abondance des ennemis naturels dans les différentes parcelles d'étude pourraient être attribuées à la richesse du couvert végétal ainsi que de leurs environnements. En effet, selon Root (1973), une augmentation de la diversité végétale fournit aux entomophages des conditions favorables à une augmentation de leur diversité (abri, ressources, ...), au sein des niveaux trophiques, une augmentation de leur efficacité sur la régulation des ravageurs.

Ainsi, la richesse spécifique en espèces prédatrices des parcelles étudiées peut être expliquée par la présence d'une végétation spontanée à l'intérieur de celles-ci et aux alentours. Les plantes adventices offrent du pollen et du nectar, ressources alimentaires complémentaires ou exclusives pour les adultes de nombreuses espèces utiles telles que les coccinelles, les chrysopes, les syrphes et les hémérobies (Robinson et *al.*, 2008). Ces plantes constituent des réservoirs d'auxiliaires dans lesquels ils peuvent se réfugier et se nourrir en vue de les conserver sur les parcelles agricoles (Villenave-Chasset et Leblond, 2019). Les différents prédateurs recensés dans la présente étude peuvent être attirés soit par la plante-hôte en détresse ou bien par le ravageur lui-même qui dégage certaines odeurs qui peuvent attirer les ennemis naturels. En effet, selon Vandereycken et *al.* (2011), les odeurs sémiochimiques induisent différentes réponses comme l'attraction, la répulsion, l'arrêt ou la stimulation de certains comportements.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces auxiliaires recensées dans toutes les parcelles d'étude est proche de zéro, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant. Bakroune (2012), sur piment et poivron, a noté aussi une qualité de l'échantillonnage égale à zéro. De même, Benoufella-Kitous (2015) a noté des valeurs de la qualité de l'échantillonnage égale à zéro dans des parcelles de fève, pomme de terre et des verges d'agrumes dans la région de Tizi-Ouzou. Bouabida (2021) a également enregistré une qualité d'échantillonnage égale à zéro dans plusieurs parcelles de légumineuses alimentaires.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') sont comprises entre 1,51 et 2,88 bits. Bouabida (2021) a noté des valeurs comprises entre 2,23 et 3,02 bits, dans 15 parcelles de légumineuses alimentaires cultivées dans la région de Naciria. Benoufella-Kitous (2015), sur pomme de terre, a noté des valeurs très proches de nos valeurs, la valeur de l'indice de diversité de Shannon est de 2,22 bits en 2008 et de 2,12 bits en 2013, par contre sur fève, cet auteur a noté une valeur de 1,73 bits en 2008 et de 1,18 bits en 2013. La valeur de l'indice de Shannon la plus élevée est notée dans la serre de piment variété Biskra, ceci peut s'expliquer par le fait que cette serre est biologique, aucun traitement chimique n'a été effectué et aucun désherbage n'a été réalisé durant la période expérimentale. Garcin et Vandrot (2003) affirment que la mise en place d'éléments naturels comme des haies, des plans d'eau ou des bandes florales, à proximité des parcelles cultivées se révèle être une manière de favoriser l'installation d'un maximum d'auxiliaires dans l'écosystème cultivé concerné. Généralement, plus la diversité des espèces végétales augmente, plus la chance d'avoir une faune auxiliaire diversifiée est grande. Selon Durieux et *al.* (2010), les femelles de quelques espèces de coccinelles évitent de pondre aux endroits où d'autres larves sont présentes et réduisent de ce

fait les risques de cannibalisme et de compétition pour la nourriture. Ce phénomène s'explique par la présence, dans les traces larvaires des coccinelles, d'une phéromone d'anti-oviposition spécifique à l'espèce. De même, d'après Francis et *al.* (2001), la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de la parcelle cultivée.

Pour l'équitabilité, elle tend vers 1 durant les trois années d'étude et sur les différentes cultures, elle traduit donc une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces d'ennemis naturels recensées.

Sur pomme de terre en 2019, l'espèce la plus dominante est *C. algerica* avec une abondance relative de 36,23% sur la variété Liseta. *A. variegata* est la plus dominante sur Louane avec une abondance relative de 45%. En 2020, dans les parcelles Désirée et Fabula, *C. algerica* est la plus dominante avec une abondance relative de 44,85% et 46,16% respectivement. *A. variegata* est la plus capturée avec une fréquence de 51,98% dans la variété Timate. Dans les deux parcelles de tomate variété Zahra et Zin 45, *C. algerica* est l'espèce la plus dominante avec une abondance relative de 56,47% et 42,56% respectivement, suivie par l'espèce *A. variegata* avec une abondance relative de 22,74% et 35,38% respectivement. *A. variegata* est la plus dominante sur Kawa avec une abondance relative de 23,07 %, suivie par *C. algerica* avec une abondance relative de 15,38%. Pour le poivron, les coccinelles sont les plus observées avec 30 individus pour la variété Lipari soit une fréquence de la population globale des prédateurs recensés de 90,63% avec 7 espèces qui sont : *C. algerica*, *H. variegata*, *S. interreptus*, *H. duvergeri*, *S. pallepiformis*, *Scymnus* sp. et *C. apetzi*. Les espèces les plus observées sont : *H. duvergeri* et *S. interreptus*. En deuxième position, viennent les cécidomyies avec une seule espèce *A. aphidimyza*. Au niveau de la parcelle Grinil Gino, seules les coccinelles ont été recensées, ce sont : *C. apetzi*, *S. interreptus*, *A. variegata*, *H. duvergeri* et *S. pallepiformis*. Les espèces les plus observées dans cette parcelle sont : *H. variegata* et *H. duvergeri*. *C. algerica* est la plus dominante dans les variétés Joker et Mexicaine avec une abondance de 46,73% et 39,13% respectivement. *A. variegata* est la plus dominante dans la parcelle Biskra avec une abondance de 42,65%. Durant les deux années d'étude dans les parcelles d'aubergine, l'espèce la plus dominante est *C. algerica* avec une abondance relative de 41,89%, 36,80% et 52,4% dans la parcelle Adira, Galine et Classique respectivement. Suivie par l'espèce *A. variegata* avec une abondance relative de 29,72%, 26,4% et 27,8 % dans la parcelle Adira, Galine et Classique respectivement. Ces résultats sont accord avec plusieurs travaux (Bakroune, 2012 ; Bosquée et *al.*, 2014 ; Benoufella-Kitous, 2015 ; Ait Amar et *al.*, 2020 ; Bouabida, 2021) qui affirment

que les coccinelles sont les espèces prédatrices les plus dominantes. Selon Debras (2007), les coccinelles jouent un rôle important dans la réduction des populations de nombreux ravageurs de cultures tels que les psylles, les pucerons et les cochenilles.

Les résultats obtenus montrent que pour atteindre le stade nymphal, *C. algerica* consomme en moyenne $251,86 \pm 22,64$ pucerons (*U. sonchi*) à une température moyenne de $23,35^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 43,81%. Pour atteindre le stade nymphal, *C. algerica* consomme en moyenne $357,36 \pm 22,45$ pucerons (*A. nerii*) à une température moyenne de $23,40^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 44,26%. Il est à remarquer que la consommation de pucerons augmente au fur et à mesure que la larve grandit et mue. La quantité moyenne de pucerons ingérée, la plus basse est notée chez les larves L1. Elle est de $23,56 \pm 4,14$ et $33,86 \pm 8,32$ pucerons *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Alors que la quantité moyenne de pucerons consommée la plus élevée est enregistrée chez les larves L4 atteignant $147,82 \pm 18,98$ et $174,86 \pm 36,66$ pucerons pour *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Les larves du dernier stade sont donc les plus voraces. Ces résultats sont cohérents avec les résultats d'études antérieures effectuées avec *C. septempunctata* (Sattar et al., 2008 ; Mahyoub et al., 2013 ; Rauf et al., 2013 ; Sarmad et al., 2015 ; Unal et al., 2017). Les résultats d'Unal et al. (2017) montrent que la consommation moyenne de *C. septempunctata* était de 20,3, 54,3, 108,2 et 232,7 pucerons de *M. rosae* pour le premier, deuxième, troisième et quatrième stade larvaire respectivement. Les travaux de Marin et al. (2010) montrent que *C. septempunctata* est similaire à *C. algerica* dans la morphologie et la biologie.

Les résultats de ce travail montrent que la durée moyenne de développement de *C. algerica* nourrie avec *U. sonchi* est de 16,39 jours à une température moyenne de l'ordre de $26,02^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne égale à 48,51%. La durée moyenne de développement de *C. algerica* nourrie avec *A. nerii* est de 20,3 jours à une température moyenne de $25,10^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 49,22%. Ces résultats sont proches de ceux de Benoufella-Kitous (2015) qui a signalé que le cycle de développement de *C. algerica* est de 16,73 jours à une température moyenne de $22,72^{\circ}\text{C}$ lorsque les coccinelles sont nourries avec *T. aurantii*, mais les larves nourries avec le puceron noir de la fève *A. fabae* ont une durée moyenne de développement de 22,33 jours à $22,47^{\circ}\text{C}$ et chez les larves nourries avec *A. citricola*, elle est de 26,53 jours à une température moyenne de $22,54^{\circ}\text{C}$. Saharaoui et al. (2001) affirment que la durée moyenne du développement larvaire et nymphal de cette coccinelle est de 19,48 jours à 20°C ; 12,19 jours à 25°C et de 6,76 jours à 30°C . Benoufella-Kitous et al. (2021) montrent que le cycle de développement de *C. algerica*

nourrie avec le puceron noir de la fève *A. fabae* s'effectue en moyenne en 25 jours à une température moyenne de 22,82°C et une humidité relative moyenne de 48,29%.

Le cycle de *C. algerica* passe par quatre stades larvaires, la durée moyenne des stades larvaires est de $11,53 \pm 0,50$ et $13,46 \pm 0,50$ jours pour *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Ce résultat est très proche de celui de Benoufella-Kitous (2015), qui a enregistré une durée de 14,92 jours pour *C. algerica* nourrie avec *A. fabae*. Ces résultats sont très proches aussi de ceux de Omkar et Geetanjali (2005), dans leur travail sur l'influence de six espèces de pucerons-proies sur le développement et la reproduction de *C. septempunctata* où ils affirment que la durée du cycle de vie de cette coccinelle était plus longue avec l'espèce *A. nerii* par rapport aux individus nourris avec les espèces *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. nerii*, *L. erysimi*, *M. persicae*, *R. maidis* et *U. compositae*. Morphologiquement, cette dernière espèce est très proche de l'espèce que nous avons étudié qui est *U. sonchi* (Blackman et Eastop, 2020). Omkar et Geetanjali (2005), ont enregistré une durée larvaire de 13,86 jours pour les larves nourries avec *A. nerii*, et de 12,75 jours avec *U. compositae*.

Les résultats de la durée moyenne des stades larvaires montrent que la durée moyenne la plus courte est enregistrée pour les larves du premier stade, elle est de l'ordre de $2,23 \pm 0,42$ et $2,5 \pm 0,50$ jours lorsqu'elles sont nourries d'*U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. La durée moyenne la plus longue est notée pour les larves du dernier stade, avec $3,23 \pm 0,43$ et $4,5 \pm 0,50$ jours avec *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Concernant la nymphose, les nymphes de coccinelles nourries avec l'espèce *U. sonchi* ont une durée plus courte ($5,4 \pm 0,49$ jours) en la comparant avec la durée des nymphes de coccinelles nourries avec *A. nerii* ($6,73 \pm 0,52$ jours). Nos résultats concordent avec ceux de Benoufella-Kitous (2015), qui a noté aussi que la durée du premier stade larvaire est de 2,26 ; 3,73 et 4 jours pour les larves nourries avec *T. aurantii*, *A. fabae* et *A. citricola* respectivement. La durée du dernier stade larvaire de *C. algerica* est de 4,26 ; 3,46 et 5 jours pour les larves nourries avec *A. fabae*, *T. aurantii* et *A. citricola* respectivement. Également, Omkar et Geetanjali (2005) ont noté une durée de 2,60, 2,55, 3,11 et 4,49 jours pour les larves du premier, second, troisième et quatrième stade respectivement de *C. septempunctata* nourries avec le puceron *U. compositae*. Par contre, pour l'espèce *A. nerii*, la durée du stade larvaire était de 2,96 ; 2,75, 3,34 et 5,08 pour le premier, second, troisième et quatrième stade respectivement.

Des essais de lutte biologique par l'utilisation des syrphes aphidiphages à savoir *E. balteatus* et *S. ribesii* à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*, Il ressort que c'est *S. ribesii* qui consomme plus de pucerons avec $371,3 \pm 6,75$ pucerons. $243 \pm 10,05$ pucerons ont été consommés par *E. balteatus*. Des résultats similaires ont été observés par Mushtaq et

al. (2014) dans leur travail sur l'efficacité prédatrice d'*E. balteatus* vis-à-vis des aphides au Pakistan. Ces auteurs ont noté une consommation moyenne de 244,7 pucerons cendrés du chou *B. brassicae* et 397,3 pucerons du merisier à grappes *R. padi*. Hagvar (1972) a étudié l'effet de la consommation du puceron vert du pêcher *M. persicae* sur le développement larvaire de *S. ribesii* et de *Syrphus corollae*. Cet auteur a affirmé que *S. ribesii* est une espèce très efficace, et elle peut consommer une moyenne de $574 \pm 22,1$ pucerons à 21°C. *S. corollae*, par contre, a consommé en moyenne $307 \pm 3,3$ pucerons à 8-28 °C.

Les résultats de la consommation journalière moyenne des larves des deux espèces de syrphes *E. balteatus* et *S. ribesii*, montrent que le nombre de pucerons consommés augmente progressivement jour après jour jusqu'à atteindre un pic au 9^e jour pour les deux espèces étudiées. Ces résultats concordent avec ceux de Mushtaq et *al.* (2014), qui ont enregistré un pic au 9^e jour pour les larves d'*E. balteatus* lorsque celles-ci ont été nourries avec *B. brassicae*, *R. padi* et *S. graminum*. Jalilian (2015a) a également enregistré un pic pour cette espèce, lorsque les larves ont été nourries avec le puceron vert du pommier *Aphis pomi*. Singh et *al.* (2020) ont, par contre, enregistré un pic le 10^e jour pour *E. balteatus* et *Eupoedes frequens* Matsumura, 1917 lorsque ces deux espèces ont été nourries avec le puceron *S. graminum*. Ce pic correspond aux premiers jours du 3^e stade larvaire où la voracité des larves est importante. Plusieurs auteurs ont souligné l'importance des larves du dernier stade, et affirment aussi qu'elles jouent un rôle très efficace dans le contrôle naturel des pucerons (Ankersmit et *al.*, 1986 ; Putra et Yasuda, 2006 ; Pineda et *al.*, 2007 ; Hong et Hung, 2010 ; Jalilian et *al.*, 2011). Après ce pic, les consommations journalières ont diminué jusqu'à ce que les larves aient cessé de se nourrir et ceci a été également observé dans plusieurs travaux (Mushtaq et *al.*, 2014 ; Jalilian 2015a ; Fahem et *al.*, 2019 ; Singh et *al.*, 2020).

Il est à remarquer que le nombre de pucerons consommés augmente d'un stade à l'autre pour les deux espèces et que le maximum de prédation est observé au 3^e stade larvaire, avec une consommation moyenne de $211 \pm 4,03$ et $128,56 \pm 7,12$ pucerons pour *S. ribesii* et *E. balteatus* respectivement. Nos résultats sont conformes aux travaux de Völkl et *al.* (2007), Singh et Singh (2013), Jalilian (2015a), Faheem et *al.* (2019) et Singh et *al.* (2020), qui affirment la voracité des larves du 3^e stade par rapport aux larves des deux premiers stades. Le faible nombre de pucerons consommé a été observé lors du 1^{er} stade larvaire avec $40,9 \pm 1,76$ et $56,53 \pm 2,64$ pucerons pour *E. balteatus* et *S. ribesii* respectivement. Ces résultats sont similaires à ceux de Singh et *al.* (2020) qui ont noté une consommation moyenne de $39,6 \pm 3,79$ pucerons pour les larves du 1^{er} stade d'*E. balteatus* lorsque celles-ci ont été nourries avec *B. brassicae*. Par contre, lorsque ces larves ont été nourries avec *S. graminum*,

Faheem et *al.* (2019) ont enregistré une consommation moyenne de $58,86 \pm 1,66$ pucerons. Ces auteurs ont signalé une consommation moyenne de $69,51 \pm 0,10$ pucerons pour les larves du 2^e stade, ce qui est proche de notre résultat qui est égal à $73,86 \pm 3.79$ pucerons pour les larves du second stade.

La longévité des larves d'*E. balteatus* est de $10,5 \pm 0,14$ jours. Pour *S. ribesii*, elle est de $12,36 \pm 0,15$ jours. Ces résultats concordent avec ceux d'Ankersmit et *al.* (1986) qui ont noté une longévité de 10,1 jours pour le syrphe ceinturé, lorsque cette espèce a été nourrie avec le puceron du blé *Sitobion avenae*. De même, Farsi et *al.* (2020) ont noté pour la même espèce nourrie avec le puceron de la laitue *Nasonovia ribisnigri*, une durée de $10,93 \pm 0,47$ jours. Les résultats de Mushtaq et *al.* (2014) sont aussi proches de nos résultats, une durée larvaire égale à $10,9 \pm 0,9$ jours a été observée lorsque les larves d'*E. balteatus* ont été nourries avec *S. graminum*, une durée de $10 \pm 0,85$ jours a été enregistrée avec *B. brassicae*, et $9,6 \pm 0,72$ jours avec *M. persicae*. Hagvar (1972) a enregistré une durée larvaire de $11,6 \pm 0,18$ jours pour *S. ribesii*. Cette durée est assez proche de notre résultat.

La durée moyenne du 1^{er}, 2^e et 3^e stade larvaire d'*E. balteatus* sont de 3,20 ; 3,06 et 4,26 jours respectivement, et ceux de *S. ribesii* sont de 3,93 ; 3,10 et 5,23 jours respectivement. Les deux premiers stades sont plus courts par rapport au dernier stade. Ces résultats sont en accord avec plusieurs études telles que celles de Rotheray (1993), Verma et *al.* (2005), Musthaq et *al.* (2014), Jalilian (2015a ; 2015b), Farsi et *al.* (2020) et Singh et *al.* (2020). De nos résultats, il ressort aussi que c'est le second stade larvaire qui est plus court par rapport au 1^{er} stade. Le même constat a été observé par Verma et *al.* (2005), Jalilian (2015a) et Singh et *al.* (2020). Les résultats de la durée des trois stades larvaires sont proches de ceux de Verma et *al.* (2005). Ces auteurs ont étudié le potentiel prédateur d'*Eupeodes frequens* (Matsmura) sur le puceron noir de la fève *A. fabae*, dans les conditions du laboratoire et ont rapporté que la durée du 1^{er}, 2^e et 3^e stade larvaire était de 4-6, 3-4 et 5-6 jours respectivement. Singh et *al.* (2020), dans leur étude sur l'efficacité des larves d'*E. balteatus* nourries avec le puceron du chou *B. brassicae* dans les conditions du laboratoire, ont enregistré une durée de 4,8 ; 3,3 et 5,6 pour le 1^{er}, 2^e et 3^e respectivement, ces résultats sont assez proches des résultats trouvés pour *S. ribesii*.

Concernant la durée de la pupaison de ces deux espèces, elle est similaire. Une durée de $8,13 \pm 0,19$ jours a été enregistrée pour *E. balteatus*. Les mêmes résultats ont été enregistrés par Singh et *al.* (2020), dans leur travail sur la durée de développement d'*E. balteatus*, ces auteurs ont noté une durée pupale de $8,8 \pm 0,36$ jours. Les résultats obtenus

par Mustahq et *al.* (2014) sont très proches de notre résultat, ces auteurs ont enregistré une durée de 8 jours, lorsque les larves du syrphe ceinturé d'*E. balteatus* ont été nourries avec *B. brassicae*, *S. graminum* et *R. padi*, par contre une courte durée de $6,8 \pm 0,24$ jours a été observée lorsque les larves ont consommé le puceron vert du pêcher *M. persicae*. Une durée pupale de $8,50 \pm 0,16$ jours a été observée par Meena (2020), pour l'espèce *E. balteatus* lorsque celle-ci a été nourrie avec *A. pomi*. Les différences de la durée de développement sont liées directement à la différence de la proie, car celle-ci affecte les paramètres biologiques (Vanhaelen et *al.*, 2002 ; Putra et Yasuda, 2006).

La durée de la pupaison de *S. ribesii* est égale à $8,23 \pm 0,11$ jours. Cette durée a été enregistrée à une température moyenne de $24,05^{\circ}\text{C}$. Ankersmit et *al.* (1986) ont enregistré une durée pupale égale à 10,2 jours pour *S. ribesii* à une température moyenne de 21°C . Cette différence peut être liée à la différence de température, en effet, Faheem et *al.* (2019) et Farsi et *al.* (2020) affirment que plus la température augmente, la durée de la pupaison diminue. Ces mêmes auteurs ont enregistré une durée de $10,93 \pm 0,47$ jours pour les pupes d'*E. balteatus* à 20°C , à 25°C la durée pupale était courte et égale à $6,74 \pm 0,43$.

Il est à remarquer également que les pupes mâles et les pupes femelles ont une durée de vie similaire pour les deux espèces étudiées.

La longévité moyenne des adultes était de $10,1 \pm 0,59$ et $8,46 \pm 0,24$ jours pour *E. balteatus* et *S. ribesii* respectivement. La longévité des mâles et des femelles d'*E. balteatus* sont de 8,36 et 11,90 jours respectivement, et la longévité des mâles et des femelles de *S. ribesii* sont de $7 \pm 0,23$ et $9 \pm 0,23$ jours respectivement. Les femelles vivent donc plus longtemps que les mâles. Faheem et *al.* (2019) ont affirmé que les syrphes femelles vivent 30% plus longtemps que les adultes mâles. Des résultats similaires ont été observés par Singh et *al.* (2020), qui ont noté une longévité de $12,6 \pm 0,5$ et $8,8 \pm 0,36$ jours pour les femelles et les mâles adultes d'*E. balteatus* respectivement. Nos résultats concordent aussi avec ceux de Mushtaq et *al.* (2014), qui ont enregistré une durée de $9 \pm 1,41$ jours pour *E. balteatus*. Jalilian (2015a) a enregistré une longévité de $9,70 \pm 0,42$ jours des adultes avec une alimentation, et $3,50 \pm 0,17$ jours sans alimentation. Cet auteur a rapporté que la longévité d'*E. balteatus* augmente lorsque les adultes sont nourris avec une solution de miel et des graines de pollen. La même constatation a été faite par Hong et Hung (2010). Pinheiro et *al.* (2015) ont ajouté que la consommation riche en sucre et en pollen augmente la longévité mais aussi contribue au maintien des nutriments dans le corps des adultes.

Le taux de mortalité des individus des différents stades de développement varie d'un stade à un autre et d'une espèce à une autre (*E. balteatus* et *S. ribesii*). Nous avons enregistré une mortalité assez importante chez le second stade larvaire d'*E. balteatus* et les larves du troisième stade de *S. ribesii* avec des taux de mortalité de 57,14% et 28,58% respectivement. Lors de cette expérimentation, nous avons récupéré un parasitoïde mâle qui a émergé d'une puppe d'*E. balteatus*, il s'agit de l'espèce *Syrphophilus bizonarius*. Nous signalons que ce genre et cette espèce sont recensés pour la première fois en Algérie. C'est une espèce connue par son parasitisme des pupes des espèces de syrphes comme *E. balteatus*, *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794), *Eupeodes luniger* (Meigen, 1822), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758) et *Syrphus vitripennis* (Meigen, 1822) (Dušek et al., 1979). Tomanovic et al. (2008) ont affirmé que cette guêpe peut s'attaquer aussi à *S. ribesii*. Mifsud (2012) a signalé cette guêpe pour la première fois au Malte sur une puppe d'*E. balteatus*. *S. bizonarius* est largement distribuée dans les régions holarctiques et orientales (Dasch, 1964). Elle est présente en Amérique du Nord, en Asie, en Europe et en Afrique (Steffen et al., 2015). Plusieurs recensements ont été effectués dans de nombreux pays européens (Van Achterberg et Zwakhals, 2004). En Asie, elle a été recensée en Inde, en Mongolie, en Azerbaïdjan et en Chine (Yu et al., 2012). En 2014, cette espèce a été signalée pour la première fois en Iran par Hasanshahi et al. (2014). En Afrique, elle a été recensée au Maroc par Greathead et Greathead (1992). En 2010, elle a été signalée pour la première fois en Égypte (Gadallah et al., 2010).

Notre étude va dans le même sens que les études précédentes qui affirment que la longévité des larves et des pupes augmente avec la diminution de la température et que cette longévité diminue avec l'augmentation de la température (Ankersmit, 1986 ; Tenhumberg, 1995 ; Faheem et al., 2019 ; Farsi et al., 2020). Farsi et al. (2020) ont enregistré une courte longévité de l'ordre de $5,64 \pm 0,13$ jours pour les pupes d'*E. balteatus* nourries avec *N. ribisnigri* à une température moyenne de 30°C, par contre à 15 °C une longue durée de $12,38 \pm 0,41$ jours a été enregistrée. Le même constat a été également fait par Faheem et al. (2020) qui ont affirmé que la pupaison la plus courte ($5,70 \pm 0,15$ jours) est observée à des températures plus élevées pour le syrphe aphidiphage *Ischion scutellaris* (Fabricius, 1805) à 33°C, tandis que la durée la plus longue ($8,70 \pm 0,26$ jours) a été enregistrée pour *E. balteatus* à 23°C. De nos résultats, il ressort que la consommation des larves augmente avec la diminution de la température, ceci est complètement en accord avec l'étude menée par Farsi et al. (2020) où ils ont noté un taux de consommation le plus élevé à 12°C, et le taux d'alimentation le plus bas a été observé à 23°C. Meena (2020) a enregistré une consommation

élevée en automne pour les larves d'*E. balteatus*, par contre la consommation la plus faible a été observé en été.

Conclusion

L'étude porte sur la diversité des pucerons et de leur ennemis naturels sur les solanacées cultivées à savoir : la pomme de terre (variétés Liseta, Desirée, Fabula, Timate et Louane), la tomate (variétés Zin 45 et Zahra cultivées en plein champs et la variété Kawa cultivée sous serre), l'aubergine (variétés Galine, Classique cultivées en plein champs et Adria qui est cultivée sous serre), le piment (variétés Capillon et la Mixicaine transplantées en plein champs et deux variétés transplantées sous serre : la Joker et la Biskra) et le poivron (variétés Lipari et Grinil Giro transplantées en plein champs).

L'inventaire a permis de dresser une liste des espèces des pucerons des solanacées durant trois années d'étude 2019, 2020 et 2021 ainsi que leurs ennemis naturels dans les régions de Tizi-Ouzou et de Boumerdes. Les résultats montrent une grande diversité de la faune aphidienne, 78 espèces sont recensées sur l'ensemble des cultures prospectées. Au total, 61 espèces sont recensées sur les différentes variétés de pomme de terre, durant les deux années d'étude 2019 et 2020. 56 espèces sont capturées sur les cultures de tomate en 2019. En 2021, 31 espèces sont recensées sur les cultures de poivron. 30 espèces sont piégées sur les quatre cultures de piment durant les années 2019 et 2021 et 25 espèces pour les cultures d'aubergine durant les années 2019 et 2021.

En 2019, dans la culture de pomme de terre *M. persicae* est l'espèce la plus capturée dans les deux variétés Lesita et Louane avec une fréquence de 14,21% et 15,13% respectivement. En 2020, l'espèce *A. fabae* est la plus dominante sur la variété Désirée avec 14,74%. Dans la parcelle Fabula, *A. spiraeicola* est la plus capturée avec une fréquence de 14,33%. Dans la parcelle Timate, *M. persicae* est l'espèce la plus dominante avec une fréquence de 15,67%, suivie par *A. craccivora* avec une fréquence de 12,50%.

En 2019, dans la culture de tomate au niveau de la parcelle Zin 45, *A. gossypii* est l'espèce la plus représentée avec une fréquence de 31,90%. Dans la culture Zahra, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence de 10,20% suivie d'*A. gossypii* avec une fréquence de 9,20%. Sur la tomate variété Kawa, l'espèce la plus dominante est *A. spiraeicola* avec une fréquence relative de 32,4%.

En 2021, sur la culture de poivron variété Grinil Giro, c'est *B. helichrysi* qui est la plus dominante avec une fréquence de 19,44%, par contre sur la variété Lipari, *M. euphorbiae* est l'espèce la plus représentée avec une fréquence de 19,71%.

En 2019, au niveau de la parcelle de piment variété Joker, *M. persicae* est la plus représentée avec une fréquence de 25,92%. Dans la culture Biskra, l'espèce *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence de 22,36% suivie d'*A. spiraeicola* avec une fréquence de 10,52%. En 2021, sur la variété Capillon l'espèce la plus dominante est *M. persicae* avec une fréquence de 16,33%, par contre pour la variété Mexicaine, l'espèce la plus dominante est *A. craccivora* avec une fréquence de 16,16%.

En 2019, au niveau de la parcelle d'aubergine Adria cultivée sous serre, l'espèce la plus capturée est *M. persicae* avec une fréquence relative de 19,18%. En 2021, l'espèce la plus dominante sur la variété Galine est *M. persicae* avec une fréquence de 20,07% et sur la variété Classique, l'espèce la plus abondante est *A. fabae* avec une fréquence de 28,87%.

Cette étude nous a permis de recenser deux espèces nouvelles pour l'Algérie, il s'agit du puceron des mûres sauvages *A. ruborum* sur pomme de terre variété Désirée et le puceron de la carotte *S. dauci* sur tomate variété Zin45. Les espèces *E. elegans* et *M. donacis* sont recensées pour la deuxième fois en Algérie.

L'évolution des populations de pucerons ailés capturés par piégeage, nous a permis de montrer que l'activité la plus intense des ailés est enregistrée le 22 avril 2019 sur pomme de terre variété Louane, le 03 novembre 2019 pour la variété Liseta, le 19 mars 2020 pour la variété Désirée, le 22 mars 2020 pour la variété Fabula et le 25 octobre 2020 pour la variété Timate. Pour les cultures de tomate, le nombre maximal de pucerons est enregistré le 22 avril 2019 pour la variété Kawa, le 22 mai et 05 juin 2019 pour la variété Zahra et le 20 mai 2019 pour la variété Zin 45. Le nombre maximal de pucerons ailés sur les cultures de poivron est enregistré le 16 juin 2021 pour les deux variétés Grinil Giro et Lipari. L'activité la plus intense des ailés sur les cultures de piment est enregistrée le 8 avril 2019 pour la variété Joker, le 06 mai 2019 pour la variété Biskra, le 17 juin 2021 pour la variété Capillon et le 26 juin 2021 pour la variété Mexicaine. Pour les cultures d'aubergine, le nombre maximal de pucerons est enregistré le 29 avril 2019 pour la variété Adria, le 03 juillet 2021 pour la variété Galine et le 21 juin 2021 pour la variété Classique.

Le comptage des pucerons installés sur les feuilles de pomme de terre a mis en évidence deux espèces dont *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles des variétés Louane et Fabula. Sur la variété Désirée, *M. persicae* est la plus dominante avec une fréquence relative de 81% et *A. fabae* est recensée avec seulement 19%, sur les variétés Liseta et Timate, aucun puceron aptère n'est signalé. Pour les cultures de tomate, l'espèce la plus

dominante sur les deux cultures est *M. persicae* avec une fréquence relative de 61% pour la culture Zin 45 et 63,87% pour la variété Zahra et sur la variété Kawa, aucun puceron aptère n'est signalé. Pour les variétés de poivron Lipari et Grinil Giro, il est à remarquer l'absence totale des pucerons aptères. Sur les cultures de piment, l'espèce *M. persicae* est la seule espèce recensée sur les feuilles des deux variétés Joker et Biskra. En 2021, *A. gossypii* est la plus dominante avec une fréquence relative de 70,5% sur les feuilles de la variété Mexicaine, suite aux traitements chimiques effectués aucun puceron n'est recensé sur les feuilles de la variété Capillon. Sur les trois cultures d'aubergine, deux espèces de pucerons sont observées sous forme de colonies sur les feuilles des différentes variétés. L'espèce observée sur les trois cultures est *M. persicae* avec une fréquence de 11,33% pour la culture Classique. Cette espèce est la seule recensée sur les feuilles des variétés Galine et Adria. *A. fabae* est la plus dominante sur les feuilles de la culture Classique avec une fréquence de 88,67%.

Durant les trois années, l'échantillonnage des auxiliaires a permis de dresser une liste de 22 espèces auxiliaires, dont 15 sont prédatrices et 7 sont parasitoïdes. Les auxiliaires recensés sont réparties en 5 ordres, les Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera et Neuroptera, subdivisées en 08 familles à savoir, les Alloxystidae, Anthocoridae, Braconidae, Cecidomyidae, Chrysopidae, Coccinellidae, Megaspilidae et Syrphidae, réparties en 16 genres. Ces derniers sont : *Adonia*, *Coccinella*, *Hyperaspis*, *Scymnus*, *Episyrphus*, *Syrphus*, *Melanostoma*, *Sphaerophoria*, *Aphidoletes*, *Anthocoris*, *Aphidius*, *Diaeretiella*, *Lysiphlebus*, *Dendrocerus*, *Alloxysta* et *Chrysoperla*. L'inventaire des parasitoïdes montre l'existence de 4 espèces de parasitoïdes primaires, il s'agit d'*A. ervi*, *A. colemani*, *D. rapae* et *L. testaceipes* et de 3 espèces d'hyperparasitoïdes, ce sont *D. carpenteri*, *Dendrocerus* sp. et *A. victrix*.

L'inventaire réalisé sur les cinq cultures de pomme de terre révèle l'existence de 14 espèces prédatrices durant les deux années 2019 et 2020. En 2019, l'espèce la plus dominante sur la variété Liseta est *C. algerica* avec une abondance relative de 36,23%. *A. variegata* est la plus dominante sur la variété Louane avec une abondance relative de 45%. En 2020, dans les parcelles Désirée et Fabula, *C. algerica* est la plus dominante avec une abondance relative de 44,85% et 46,16% respectivement. *A. variegata* est la plus capturée avec une fréquence de 51,89% dans la variété Timate. 12 espèces prédatrices sont recensées sur les variétés de tomate. Dans les deux parcelles de tomate variété Zahra et Zin 45, *C. algerica* est l'espèce la plus dominante avec une abondance relative de 56,47% et 42,56% respectivement. L'espèce *A. variegata* est la plus dominante sur Kawa avec une abondance relative de 23,07%. L'inventaire réalisé sur les deux cultures de poivron révèle l'existence de 8 espèces

prédatrices durant l'année d'étude. *H. duvergeri* et *A. variegata* sont les espèces prédatrices les plus capturées dans les deux variétés Lipari et Grinil Giro avec une abondance relative de 30,30% et 40% respectivement. Dans les parcelles de piment, 20 espèces auxiliaire sont recensées. *C. algerica* est la plus dominante dans les variétés Joker et Mexicaine avec une abondance de 46,73% et 39,13% respectivement, *A. variegata* est la plus dominante dans les parcelles Biskra et Capillon avec une abondance de 42,65% et 41,20% respectivement. 15 espèces sont recensées en 2019 et 2020 respectivement. Durant les deux années d'échantillonnage sur aubergine, 13 espèces sont recensées en 2019 et 2020. *C. algerica* est la plus dominante avec une abondance relative de 41,89%, 36,80% et 52,4% dans les parcelles Adira, Galine et Classique respectivement. Suivie par l'espèce *A. variegata* avec une abondance relative de 29,72%, 26,4% et 27,8% dans les parcelles Adira, Galine et Classique respectivement.

L'étude menée au laboratoire sur la coccinelle à sept points fait ressortir que pour atteindre le stade nymphal, *C. algerica* consomme en moyenne $251,86 \pm 22,64$ pucerons de l'espèce *U. sonchi* à une température moyenne de $23,35^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 43,81%. Cette coccinelle consomme en moyenne $357,36 \pm 22,45$ pucerons *A. nerii* à une température moyenne de $23,40^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative moyenne de 44,26%. La consommation des pucerons augmente au fur et à mesure que la larve grandit et mue. La quantité moyenne la plus basse de pucerons ingérée est notée chez les larves du premier stade. Elle est de $23,56 \pm 4,14$ et $33,86 \pm 8,32$ pucerons *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Alors que la quantité moyenne la plus élevée de pucerons consommée est enregistrée chez les larves L4 atteignant $147,82 \pm 18,98$ et $174,86 \pm 36,66$ pucerons pour *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement.

C. algerica passe par quatre stades larvaires, la durée moyenne du stade larvaire est de $11,53 \pm 0,50$ et $13,46 \pm 0,50$ jours pour les larves nourries avec *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Les résultats de la durée moyenne des stades larvaires montrent que la durée moyenne la plus courte est enregistrée pour les larves du premier stade, elle est de l'ordre de $2,23 \pm 0,43$ et $2,5 \pm 0$ jours lorsqu'elles sont nourries d'*U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. La durée moyenne la plus longue est notée pour les larves du dernier stade, avec $3,23 \pm 0,43$ et $4,5 \pm 0,50$ jours avec *U. sonchi* et *A. nerii* respectivement. Concernant la nymphose, les nymphes de coccinelles nourries avec l'espèce *U. sonchi* ont une durée plus courte qui est de $5,4 \pm 0,49$ jours en la comparant avec la durée des nymphes de coccinelles nourries avec les pucerons de l'espèce *A. nerii* qui est de $6,73 \pm 0,52$ jours. La durée moyenne du cycle de

développement de *C. algerica* nourrie avec *U. sonchi* est de 16,39 jours à une température moyenne de l'ordre de 26,02°C et une humidité relative moyenne de 48,51%. La durée moyenne du cycle de développement de *C. algerica* nourrie avec *A. nerii* est de 20,3 jours à une température moyenne de 25,10°C et une humidité relative moyenne de 49,22%. La sexe-ratio est en faveur des mâles avec 57%, pour les individus nourris avec *U. sonchi* par contre pour les individus nourris avec *A. nerii*, la sexe-ratio est en faveur des femelles avec 53%.

De l'étude menée au laboratoire sur le potentiel de prédation des deux espèces de syrphes aphidiphages à savoir *E. balteatus* et *S. ribesii* à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*, il ressort que ce sont les larves de *S. ribesii* qui consomment plus de pucerons avec $371,3 \pm 6,75$ individus contre $243 \pm 10,05$ pucerons pour les larves d'*E. balteatus*. Les résultats de la présente étude montrent aussi que ce sont les femelles qui consomment plus de pucerons que les mâles, avec $276 \pm 19,13$ et $404,91 \pm 8,51$ pucerons pour les femelles d'*E. balteatus* et de *S. ribesii* respectivement et $243 \pm 10,05$ et $371,3 \pm 6,75$ pucerons pour les mâles d'*E. balteatus* et de *S. ribesii* respectivement. Le nombre de pucerons consommés augmente progressivement jour après jour jusqu'à atteindre un pic au 9^{ème} jour pour les deux espèces étudiées. Le nombre de pucerons consommé augmente d'un stade à l'autre pour les deux espèces et le maximum de prédation est observé au 3^{ème} stade larvaire, avec une consommation moyenne de $211 \pm 4,03$ et $128,56 \pm 7,12$ pucerons pour *S. ribesii* et *E. balteatus* respectivement. La longévité des larves d'*E. balteatus* est de $10,5 \pm 0,14$ jours. Pour *S. ribesii*, elle est de $12,36 \pm 0,15$ jours. La durée moyenne des trois stades larvaires pour les deux espèces étudiées, montre que la durée de développement des deux premiers stades sont plus courts par rapport au dernier stade. La durée de la pupaison est de $8,13 \pm 0,19$ jours pour *E. balteatus* et de $8,23 \pm 0,11$ jours pour *S. ribesii*. La longévité moyenne des adultes est de $10,1 \pm 0,59$ et $8,46 \pm 0,24$ jours pour *E. balteatus* et *S. ribesii* respectivement. La longévité des larves et des pupes augmente avec la diminution de la température et diminue avec l'augmentation de cette dernière. La consommation des larves augmente avec la diminution de la température. Un taux de mortalité assez important est noté chez le second stade larvaire d'*E. balteatus* et les larves du troisième stade de *S. ribesii*.

Cette étude, nous a permis de recenser pour la première fois en Algérie l'espèce de parasitoïde *Syrphophilus bizonarius* émergé d'une pupa d'*E. balteatus*.

Les pucerons sont des insectes ravageurs qui causent des dégâts importants sur les plantes cultivées et spontanées pouvant induire parfois la mort des plantes. Comme perspectives pour les travaux futurs, il serait judicieux de réaliser d'autres inventaires sur

d'autres espèces ou sur d'autres variétés de solanacées cultivées et au niveau d'autres régions agricoles, pour compléter cette étude et apporter plus d'informations dans le but de dresser une liste des aphides la plus complète possible. Identifier d'autres auxiliaires pour leur utilisation dans un programme de lutte intégrée. Pour améliorer la biodiversité de la faune associée aux aphides dans les parcelles cultivées, il est conseillé de maintenir une végétation abondante aux bords des parcelles cultivées qui peuvent servir de refuge pour plusieurs auxiliaires. Cette pratique est devenue courante dans de nombreux pays du bassin méditerranéen, mais son application nécessite un aménagement global. Pour la lutte biologique, malgré le grand succès marqué par l'utilisation des coccinelles et des syrphes aphidiphages dans le programme de lutte biologique contre les pucerons, voire leur grande voracité vis-à-vis de ces derniers, les pucerons continuent de causer des dommages et disséminer des virus aux plantes cultivées aussi qu'aux plantes spontanées. Il serait intéressant de poursuivre ce travail sur une durée plus longue et sur d'autres espèces de coccinelles et de syrphes pour affiner les résultats. Les relations bitrophiques pucerons-coccinelles et pucerons-syrphes doivent être mieux étudiées pour une meilleure compréhension du rôle joué par ces aphidiphages dans le cadre d'une lutte intégrée. Il serait également intéressant d'évaluer l'efficacité prédatrice d'autres espèces utiles contre d'autres espèces d'aphides.

Références bibliographiques

1. **Abdolahi, R. Nedvěd, O. et Nozari, J., 2018.** New Data on some Coccinellidae (Coleoptera) from Iran. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 53 (1): 83-90.
2. **Agarwala, B., 2007.** Phenotypic plasticity in aphids (Homoptera: Insecta): Components of variation and causative factors. *Current Science*, 93: 308-313.
3. **AGROLIB., 2019.** Quels sont les maladies et les ravageurs des aubergines et comment y faire face ? Aubergine <https://fr.agrolib.rs/quels-sont-les-maladies-et-les-ravageurs-des-aubergines-et-comment-y-faire-faceaubergine-2631>
4. **Aguiar, A.M.F. et Ilharco, F. A., 1997.** New records of aphids from Madeira Island. *Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas*, 23: 565-570.
5. **Aguiar, A.M.F., Ilharco, F.A., Khadem, M. et Moreira, M., 2013.** New records of aphids (Hemiptera: Aphidoidea) from Madeira and Azores Archipelagos. *Entomologist's Monthly Magazine*, 149 : 235-254.
6. **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.
7. **Ait Amar, S. et 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.
8. **Akca, I., Ayvaz, T., Yazica, E., Smith C.L. et Chi, H. 2015.** Demography and population projection of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae): with additional comments on life table research criteria. *Journal of Economic Entomology*, 108 (4) :1466-1478.
9. **Alhmedi, A., Francis, F., Bodson, B. et Haubruge E., 2006.** Étude de la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs. *Notes fauniques Gembloux*, 59 (2) : 121-124.
10. **Alhmedi, A., Francis, F., Bodson, B. et 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.
11. **Ali, H.B., Agarwala B.K. et Kaddou, I.K., 2012.** New records of aphids of the Subfamily Aphidinae (Homoptera: Aphididae) infested herbaceous plants and shrubs for Iraqi aphid fauna. *Advances in Bioresarch*, 3 (4) : 66-75.
12. **Altieri, M.A., Nicholls, C.I. et Fritz, M.A., 2005.** Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network, Beltsville. Edition MD, 135p.

13. **Amiri-Jami, A., Sadeghi-Namaghi, H. et Gilbert, F., 2017.** Performance of a predatory hoverfly feeding on *Myzus persicae* (Hem. Aphididae) reared on two brassicaceous plants varies with ant attendance. *Biological Control*, 105 : 49-55.
14. **Amrouche-Larabi, L., Denys, C., Boukhemza, M., Bensidhoum, M., Hamani, A., Nicolas, V., Khifer L. et Mamou, R., 2015.** Inventaire des petits vertébrés terrestres de quelques localités du Nord Algérien. *Travaux de l'Institut Scientifique*, (8) : 85-95.
15. **Ankersmit, G.W., Dijkman, H., Keuning, N.J., Mertens, H., Sins, A. et Tacoma, H. M., 1986.** *Episyrphus balteatus* as a predator of the aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 42 : 271-277.
16. **Aroun M.E.F., 2015.** Le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestier en Algérie. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, 169 p.
17. **Aslan, M.M., Uygun, N. et Starý, P., 2004.** A survey of aphid parasitoids in Kahramanmaras, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera : Aphelinidae). *Phytoparasitica*, 32 : 255-263.
18. **Aslan, M.M. et Uygun, N., 2005.** The aphidophagus coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) species in Kahramanmara, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 29 : 201-209.
19. **Assabah, M., 2011.** Evolution du peuplement aphidien et de ses ennemis naturels sur une culture de blé dur (var. Vitron) dans la station de Oued Smar (El Harrach – Alger). Mémoire de Magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, 136 p.
20. **Attou, F., 2014.** Dynamique et eco-biologie d'*Alburnus alburnus* (poisson Cyprinidae) dans le lac de barrage de Keddara. Thèse de Doctorat. Université M'hamed Bougara. Boumerdès, 171 p.
21. **Autrique, A. et Ntahimpera, L., 1994.** Atlas des Principales Espèces de Pucerons Rencontrées en Afrique Sub-saharienne. Publication Agricole No. 33. Édition Administration Générale de la Coopération au Développement, Brussels, Belgium, 78 p.
22. **Bagnouls, F. et Gaussen, H. 1957.** Les climats biologiques et leur classification. *Annales de géographie*, 66 (355) : 193-220.
23. **Bakhtadze, N., Kintsurashvili, N., Bakhtadze, G., Barjadze, S., Zhukovskaya, N. et Chakvetadze, N., 2010.** Karyological study of three species of the genus *Aphis* (Hemiptera: Aphididae) from Georgia. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 4 (2) : 130-132.

24. **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. Mémoire de magister. Université Mohamed Kheider, Biskra, 97 p.
25. **Bale, J.S., Van Lenteren, J.C. et Bigler, F., 2008.** Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 363 : 761-776.
26. **Baral, J. et Bosland, P.W., 2002.** The genetic diversity of a *Capsicum germplasm* collection from Nepal as determined by randomly amplified polymorphic DNA markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127 : 318-324.
27. **Barbault, R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Edition Masson. Paris, 200 p.
28. **Barbault, R., 2008.** Écologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. Edition Dunod, Paris, 390 p.
29. **Barriault, S., Soares, A.O., Gaimari, S.D. et Lucas, E., 2018.** *Leucopis glyphinivora* Tanasijtshuk (Diptera: Chamaemyiidae), a new aphidophagous biocontrol agent; development, survival and comparison with *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptera: Cecidomyiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 19 (1) : 1-8.
30. **Barton, B. T. et Ives, A. R. 2014.** Direct and indirect effects of warming on aphids, their predators, and ant mutualists. *Ecology*, 95 (6), 1479-1484.
31. **Bassino, J.P., 1983.** Influence des techniques de cultures en verger : notes de synthèse, faune et flore auxiliaire en agriculture. *Journées d'études et d'informations*, 4-5 mars, Paris. 289-293.
32. **Basu, A.N., 1969.** Further records of new and littleknown aphids (Homoptera) from West Bengal, India. *Oriental Insects*, 3 (4) : 355–371.
33. **Basu, S.K. et De, A.K., 2003.** *Capsicum* : historical and botanical perspectives. In: De AK, editor. *Capsicum: The Genus Capsicum*. Edition CRC Press. London. 1-15.
34. **Bellefeuille, Y., Mournier, M. et Lucas, E., 2018.** Evaluation of Two Potential Biological Control Agents Against the Foxglove Aphid at Low Temperatures. *Journal of Insect Science*, 19 (1) : 1-8.
35. **Belletti, P. et Quagliotti, L., 1989.** Problems of seed production and storage of pepper. International Symposium on Integrated Management Practices for Tomato and Pepper Production in the Tropics Taiwan. March 21-26, 1988. 28-41.

36. Bello, F., Leps, J. et Sebastia, M.T., 2007. Grazing effects on the species-area relationship: variation along a climatic gradient in the NE Spain. *Journal of végétation science*, (18) : 25-34.
37. Bello, S., Babalakoun, A.O., Zoudjihekpon, 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.
38. Ben Halima-Kamel, M. et Ben Hamouda, M.H., 1993. Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels. *Tropicultura*, 11 (2) : 50-53.
39. Ben Halima-Kamel, M., Rebhi, R. et Ommezine, A., 2011. Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 63 (1) : 35-45.
40. Ben Halima-Kamel, M., Mdellet, L., Karboul, H. et Zouari, S., 2013. Natural enemies of *Hyalopterus pruni* species complex in Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 8 : 119-126.
41. 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 Recherche*, 4 (6) : 27-36.
42. Benoufella-Kitous, K., 2015. Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aïssi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, 334 p.
43. Benoufella-Kitous, K. et Medjdoub-Bensaad, F., 2016. Aphid's diversity in chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*) cultures within Tala Amara region (Tizi-Ouzou, Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10 (8) : 19-29.
44. Benoufella-Kitous, K., Ait Amar, S. et Doumandji, S.E., 2017. Evaluation de la présence des prédateurs de pucerons en culture de pomme de terre et leur rôle dans la réduction des populations aphidiennes. *Premier Symposium Maghrébin sur la Protection Intégrée des Plantes*. 30 octobre- 1 novembre 2017. Sousse, Tunisie.
45. 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.

46. **Benoufella-Kitous, K., Mehalli-OuldKadi, N. et Temzi K., 2021.** A life cycle study of *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera, Coccinellidae): Census of a new larval stage in this lady beetle from Béni-Douala area (Tizi-Ouzou). *Journal of Plant Protection Research*, 61 (1) : 41-46.
47. **Bensusan, K. J., Muñoz Batet, J. et Perez, C.E., 2006.** *Coccinella algeria* Kovar, 1977: a new species to the fauna of mainland Europe, and a key to the *Coccinella* Linnaeus, 1758 of Iberia, the Maghreb and the Canary Islands (Coleoptera, Coccinellidae). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 39 (1) : 323-327.
48. **Benton, J.J.R., 1999.** Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. Edition. Edition CRC Press. Florida. 177 p.
49. **Biranvand, A., Tomaszewska, W., Nedvěd, O., Khormizi, M.Z., Vincent, N., Claudio, C., Jahanshir, S., Lida, F. et Helmut, F., 2017.** Review of the tribe Hyperaspidini Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) from Iran. *Zootaxa*. 4236 (2) : 311-326.
50. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., 1984.** Aphids on the World's Crops. An Identification Guide. Edition John Wiley and Sons, Chichester, U.K. 466 p.
51. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., 2000.** Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. Edition The Natural History Museum, London, U.K. 466 p.
52. **Blackman et R.L. et Eastop, V.F., 2006.** Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. Ltd JWS Edition The Natural History Museum, London, 1439 p.
53. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., 2007.** Taxonomic issues. In: Van Emden V, Helmut F (eds) Aphids as crop pests CABI Wallingford, 1-29.
54. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., 2020.** Aphids of the world's plants: an online identification and information guide. [online]URL: <http://www.aphidsonworldsplants.info> (Accessed March 27, 2020).
55. **Blancard, D., Laterrot, H., Marchoux, G. et Candresse, T., 2009.** Les maladies de la tomate. Edition INRA. 690 p.
56. **Blancard, D., 2012.** Tomato diseases: a colour handbook. 2nd Edition Manson Publishing Ltd. 688 p.
57. **Blondel, J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux-éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Revue d'écologie*, 29 (4) : 533-589.
58. **Blondel, J., 1979.** Biogéographie et écologie. Édition Masson, Paris. 173 p.

59. **Boivin, G., 2001.** Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? *Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2 (2) : 29-35.
60. **Boller, E.F., Avilla, J., Joerg, E., Malavolta, C., Wijnands, F.G. et Esbjerg, P., 2004.** Integrated production: principles and technical guidelines. *IOBC/WPRS Bulletin*, 27 (2) : 1-49.
61. **Bonsu, K.O., Owusu, E.O., Nkansah, G.O. et Schippers, R.R., 1998.** Preliminary characterization of *Solanum macrocarpon* germplasm from different ecological zones of Ghana. *Workshop for Identification of Vegetable Research Priorities I Brong Ahafo Region of Ghana*, 10-11 September 1998. Sunyani, Ghana. 7 p.
62. **Bosland, PW et Votava, E.J., 2000.** Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. Edition CABI Publishing, 204 p.
63. **Bosland, P.W. et Baral J.B., 2007.** Bhut Jolokia'-the world's hottest known chili pepper is a putative naturally occurring interspecific hybrid. *Horticultural Science*, 42 : 222-224.
64. **Bosland, P. W. et Votava, E. M., 2012.** Peppers: vegetable and spice capsicums (Vol. 22). Edition CABI. 230 p.
65. **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.
66. **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.
67. **Bosser, J., 2000.** Flore des Mascareignes: 127 Convolvulacées à 135 Acanthacées. Édition IRD 235 p.
68. **Bouabida N., Benoufella-Kitous K., Guermah, D. et Medjdoub-Bensaad, F., 2019.** Evaluation of the arthropodological fauna associated with the bean culture (*Vicia faba* Minor L.) In the Naciria region (Boumerdes, Algeria). *Bulletin of Pure & Applied Sciences-Zoology*, 38 (1) : 27-39.
69. **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.
70. **Bouabida, N., 2021.** Diversité des légumineuses alimentaires. Essai de lutte. Thèse de Doctorat. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 210 p.

71. **Boukhemza, M., Boukhemza-Zemmouri, N. et Voisin, J.F., 2007.** Biologie et écologie de la reproduction de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) dans la vallée du Sébaou (Kabylie, Algérie). *Aves*, 44 : 213-222.
72. **Boukherroub, S. et Boubaker, Z., 2018.** Ecologie de l'avifaune nicheuse de la suberaie de Mizrana (Tizi-Ouzou, Algérie). *1er congrès nord-africain d'ornithologie & 4ème colloque international d'ornithologie algérienne*, 158-168.
73. **Boukhris-Bouhachem, S., Souissi, R., Turpeau, E., Rouzé-Jouan, J., Fahem, M., Brahim, N. B. et Hullé, M., 2007.** Aphid (Hemiptera: Aphidoidea) diversity in Tunisia in relation to seed potato production. *Annales de la Société Entomologique de France*, 43, (3) : 311-318.
74. **Boumli, K., 1995.** Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaire. Alger. 80 p.
75. **Bouroche, J.M. et Saporta, G., 1994.** L'analyse des données. Edition PUF, coll. «Que sais-je», Paris. 127 p.
76. **Brabec, M.A., Honěk, Pekár, S. et Martinková, Z., 2014.** Population dynamics of aphids on cereals: Digging in the time-series data to reveal population regulation caused by temperature. *PLoS ONE*, 9 (9) : 1-8.
77. **Braham, M., et Amor, N., 2018.** Effect of pruning severity on the vegetative growth, density and population dynamics of the Spirea aphid, *Aphis spiraecola* in Citrus orchard. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (1) : 311-319.
78. **Brewer, M.J. et Elliot, N.C., 2004.** Biological control and cereal aphids and mediating effects of host plant and habitat manipulations. *Annual Review of Entomology*, 49 : 219-242.
79. **Brodeur, J. et Rosenheim, J.A., 2000.** Intra guild interactions in aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 97 : 93-108.
80. **Brodeur, J., Boivin, G., Bourgeois, G., Cloutier, C., Doyon, J., Grenier, P., et Gagnon, A.È., 2013.** Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. *OURANOS: Fond vert Québec*, 17-18.
81. **Brodeur, J., Hajek, A., Heimpel, G.E., Sloggett, J., Mackauer, M., Pell, J.K. et Völkl, W., 2017.** Predators, Parasitoids and Pathogens. In: Van Emden HF, Harrington R (eds) *Aphids as crop pests*. 2nd Edition CABI, Wallingford, UK, pp 225-261.
82. **Broglie, L.A.D., Guérault, D., et Buchard, S., 2005.** Tomates d'hier et d'aujourd'hui. Édition Hoebeke, 146 p.

83. **Brown, B.V., 2009.** Introduction, in: Brown, B.V., Bor-kent, A, Cumming, J.M, Wood, D.M, Woodley, N.E, Zumbado, M.A. (Eds), *Manual of Central American Diptera*. Edition NRC Research Press, Ottawa, 714 p.
84. **Brown, C.R. et Henfling, J.W., 2014.** A history of the potato. *The Potato: Botany, Production and Use*, 1-11.
85. **Buitenhuis, R., 2004.** A comparative study of the life history and foraging behaviour of aphid hyperparasitoids. Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec, 186 p.
86. **Bukenya-Ziraba, R. et Carasco, J.F., 1999.** Ethnobotanical aspects of *Sofanum* L. (Solanaceae) in Uganda. In: Nee, M., Symon, D.E., Lester, R.N. & Jessop, J.P. (Editors). *Solanaceae 4 : Advances in biology and utilization*. Edition Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, United Kingdom. 345-360 p.
87. **Burke, G.R, Normark, B.B, Favret, C. et Moran, N.A., 2009.** Evolution and diversity of facultative symbionts from the aphid subfamily Lachninae. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (16) : 5328-5335.
88. **Capinera J.L., 2001.** Handbook of Vegetable Pests. San Diego, CA, USA. Edition Academic Press, 800 p.
89. **Cayetano, L. et Vorburger, C., 2013.** Genotype-by-genotype specificity remains robust to average temperature variation in an aphid/endosymbiont/parasitoid system. *Journal of Evolutionary Biology*, 26 : 1603-1610.
90. **Chougourou, D., Agbaka, A., Adjakpa, J., Ehinnou Koutchika, R., Kponhinto, U. et Adjalian, J.N., 2012.** Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dans la Commune de Djakotomey au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (4) : 1798-1804.
91. **Clifford, A., 2001.** Wright, Mediterranean vegetables: A Cook's ABC's of vegetables and their preparation in Spain, France, Italy, Greece, Turkey, the Middle East and North Africa with more than 200 Anth. Edition Harvard Common Press, 131 p.
92. **Coeur d'Acier, A., Pérez Hidalgo, N., et Petrović-Obradović, O., 2010.** Aphids (Hemiptera, Aphididae). Chapter 9.2. *Alien terrestrial arthropods of Europe*. *BioRisk*, 4 (1) : 435-474.
93. **Collier R. H. et Finch S., 2007.** 21 IPM Case Studies : Brassicas. *Aphids as crop pests*, 549 p.
94. **Comeau, A., 1992.** La résistance aux pucerons : aspects théoriques et pratiques in La lutte biologique. Morin, G., Édition. Boucherville, Canada, Chap.23, 433-449.

95. **Costamagna, A.C., Landis, D.A. & Difonzo, C.D. 2007.** Suppression of Soybean Aphid by Generalist Predators Results in a Trophic Cascade in Soybeans. *Ecological Applications*, 17 : 441– 451.
96. **Constantin, M., 2020.** Fiches d'identification de syrphes des hauts-de-France. 21 .p
97. **Coon, D., 2003.** Chile Peppers: Heating up Hispanic foods. *Food Tech*, 57 (1) : 39-43.
98. **Cronquist, A., 1981.** An integrated system of classification of following plants. Colombia University, 1256 p.
99. **Cronquist, A., 1988.** The evolution and classification of flowering plants. Edition New York Botanical Garden, Bronx. 555 p.
- 100.**Dajoz, R., 1971.** Précis d'écologie. Édition Bordas, Paris, 434 p.
- 101.**Dajoz, R., 1985.** Précis d'écologie. Edition Dunod, Paris, 505 p.
- 102.**Dajoz R., 2000.** Insects and forests. The role and diversity of insects in forests environment. Parism Intercept Ltd. Edition Lavoisier publishing, 668 p.
- 103.**Dajoz, R., 2006.** Précis d'écologie. Édition Dunod. Paris, 631p.
- 104.**Dajoz, R., 2007.** Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Edition Lavoisier. Paris, 648 p.
- 105.**Darpoux, R., 1967.** Les plantes sarclées Paris. Edition Maison rustiques, 399 p.
- 106.**Dasch, C.E., 1964.** Ichneumon-flies of America north of Mexico: 5. Subfamily Diplazontinae. Memoirs of the American Entomological Institute, 304 p.
- 107.**Daunay, M.C. et Lester, R.N., 1989.** The usefulness of taxonomy for Solanaceae breeders, with special référence to the genus *Solanum* and to *Solanum melongena* L. (eggplant). *Capsicum Newslett*, 7 : 70-79.
- 108.**Daunay, M.C. et Janick, J., 2007.** History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulturae*, 47 (3) : 16-22.
- 109.**De, A., 2003.** *Capsicum* : The genus *Capsicum*. Medicinal and aromatic plants - industrial profiles, 296 p.
- 110.**Debras, J.F., 2007.** Rôles fonctionnels des haies dans la régulation des ravageurs : Le cas du psylle *Cacopsylla pyri* L. dans les vergers du sud-est de la France. Thèse de Doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 241 p.
- 111.**Dedryver. C.A., 1982.** Qu'est ce qu'un puceron ? journ. D'info et d'étude « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. pp 9-20.

112. **Dedryver, C.A., 2010.** Les pucerons : Biologie, Nuisibilité, Résistance des plantes. *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques*, 14 et 15 décembre 2010 à Angers, 23-26 p.
113. **Degioanni, B., 1997.** La tomate. Édition Hatier. Paris, 96 p.
114. **Degnan, P.H., Yu, Y., Sisneros, N., Wing, R.A., et Moran, N.A., 2009.** Hamiltonella defensa, genome evolution of protective bacterial endosymbiont from pathogenic ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (22) : 9063-9068.
115. **Delfino, M. A., 2005.** Inventario de las asociaciones áfido-planta en el Perú. *Ecología aplicada*, 4 (1-2) : 143-148.
116. **Devine, G.J. et Denholm, I., 2009.** Insecticide and acaricide resistance. pp. 505–511 in Resh, V.H. et Cardé, R.T. (Eds) *Encyclopedia of Insects*. Edition Elsevier Academic Press, London, 1132 p.
117. **Dion, E., 2011.** Effet de l'écologie d'un hôte sur l'évolution de son principal parasitoïde. Thèse de Doctorat, Université de Rennes1, France, 142 p.
118. **Dixon, A.F.G., Hemptinne, J. L., et Kindlmann, P. 1997.** Effectiveness of ladybirds as biological control agents: patterns and processes. *Entomophaga*, 42 (1-2), 71-83.
119. **Dixon, A.F.G., 1998.** Aphid ecology. An optimization approach. Edition Chapman and Hall, London, 300 p.
120. **Dixon, A.F.G., 2000.** Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. Edition Cambridge University Press, Cambridge, 268 p.
121. **Dixon, A.F.G., 2012.** Aphid Ecology : An Optimization Approach. Edition Springer. 316 p.
122. **Dolphin, K. et Quincke, D.L.J., 2001.** Estimating the global species richness of an incompletely described taxon, *Biological journal of the Linnean Society*, 73(3) : 279-286.
123. **Dominique, B., Laterrot, H., Marchoux, G. et Candresse, T., 2009.** Les maladies de la tomate : identifier, connaître et maîtriser. Édition Quae, Paris, 690 p.
124. **Douglas, A.E., 1998.** Nutritional interactions in insect–microbial symbioses: aphids and their symbiotic bacteria *Buchnera*. *Annual Review of Entomology*, 43 : 17-37.
125. **Durieux, D., Verheggen, F.J., Vandereycken, A., Joie, E. et Haubruge, E., 2010.** Synthèse bibliographique : l'écologie chimique des coccinelles. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14 (2) : 351-367.

126. Dušek, J., Láska, P. et Šedivý, J., 1979. Parasitization of aphidophagous Syrphidae (Diptera) by Ichneumonidae (Hymenoptera) in the Palaearctic region. *Acta entomologica bohemoslovaca*, 76 : 366-378
127. EDES 2012., Méthodes d'observation et d'échantillonnage au champ des populations de ravageurs. Surveillance et contrôle des bio-agresseurs dans les cultures. *Cahier technique*, R.5 : 143-147.
128. Eilenberg J., Hajek A. et Lomer C. 2001., Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biological control*, 46 (4) : 387-400.
129. Eshbaugh, W.H., 1977. The taxonomy of the genus *Capsicum*-Solanaceae. In Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, July 5-8
130. Evans, A., Wratten, S., Frampton, C., Causer, S. et Hamilton, M., 1997. Row covers: effects of wool and other materials on pest numbers, microclimate, and crop quality. *Journal of economic entomology*, 90 (6) : 1661-1664.
131. Faheem, M., Seed, S., Sajjad, A., Razaq, M. et Ahmad, F., 2019. Biological parameters of two syrphid fly species *Ischiodons cutellaris* (Fabricius) and *Episyrphus balteatus* (DeGeer) and their predatory potential on wheat aphid *Schizaphis graminum* (Rondani) at different Temperatures. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29 (1) : 1-8.
132. Farsi, A., Kocheili, F., Mossadegh, M.S. et Rasekh, A., 2020. Effect of temperature on biological characteristics and feeding capacity of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) as important predator of the currant lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 40 (1) : 83-93.
133. Faurie, C., Ferra, C., Medori, P. et Devaux, J., 1980. Ecologie. Édition. J.B. Baillière. Paris. 168 p.
134. Favret, C. et Miller, G.L., 2012. Aphid. Identification Technology Program, CPHST, PPQ, APHIS, USDA; Fort Collins, CO. – [http://AphID. Aphid Net.org](http://AphID.AphidNet.org), Version 1.3. Last updated 31 March 2014 (Accessed on 8 February 2020).
135. Favret, C., 2017., Aphid Species File (Version 5.0/5.0) (accessed 30 April 2020). www.aphid.speciesfile.org/HomePage/Aphid/HomePage.aspx
136. Ferrer-Suay, M., Selfa, J. et Pujarde-Villar, J., 2014. First records, New Species, and a Key of the Charipinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) from the Nearctic Region. *Annals of the Entomological Society of America*, 107 (1) : 50-73.

137. **Ferron, P., 1999.** La lutte biologique : Définition concept et stratégie. *Les dossiers de l'environnement*, (19) : 71-77.
138. **Fischer, M.K., Hoffmann, K.H. et Volkl, W., 2001.** Competition for mutualists in an ant homopteran interaction mediated by hierarchies of ant attendance. *Oikos*, 92 : 531-541.
139. **Forrest, J.M.S., 1987.** Gallling aphids. In: Minks, A.K., Harrewijn, P., (eds.). *World crop pests Aphids, their biology, natural enemies and control*, vol. 2A. Edition Elsevier, Amsterdam/New York, pp. 341–353.
140. **Fortin, J., 1996.** L'encyclopédie visuelle des aliments. Edition Québec/Amérique internationale. 685 p.
141. **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.
142. **Francis, F., Colignon, P., Haubruge, E. et Gaspar, C., 2001.** Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 66 (2a) : 333-340.
143. **Fraser, N., 1998.** La production biologique de la pomme de terre. Edition Centre d'agriculture biologique de la Pocatière. Québec. 48 p.
144. **Fraval, A. 2006.** Les pucerons 1^{ère} partie. *Insectes*, 141 (2) : 3-8.
145. **Gadallah, N.S., Ahmed, R.S., El-Heneidy, A.H. et Mahmoud, S.M., 2010.** Ichneumonidae from the Suez Canal region Egypt (Hymenoptera, Ichneumonoidea). *Linzer biologische Beiträge*, 42 (2) : 1293-1310.
146. **Garcia-Mari, F., 2009.** Guia de campo : Plagas de ditricos y sus enemigos naturales. Edition Phytoma, Valencia, España, 176 p.
147. **Garcin, A. et Vandrot, H., 2003.** Organically-grown peaches: the value of flower beds in attracting aphid-eaters. *Infos Ctifl*, 188 : 26-30.
148. **Gaussen, H., Lefoy, J. et Ozenda, P., 1982.** Précis de Botanique. Edition Masson, Paris. 172 p.
149. **Gomez Marco, F., Tena, A., Jaques, J. A., et García, A.U., 2016.** Early arrival of predators controls *Aphis spiraecola* colonies in citrus clementines. *Journal of Pest Science*, 89 (1) : 69-79.
150. **Görür, G., Akyildirim, H., Olcabey, G. et Akyurek, B., 2012.** The aphid fauna of Turkey: An updated checklist. *Archives of Biological Sciences*, 64 (2) : 675-692.

151. **Greathead, D.J. et Greathead, A.H., 1992.** Biological control of insect pests by insect parasitoids and predators: the BIOCAT database. *Biocontrol News and Information*, 13 (4) : 61-68.
152. **Grubben G. et Denton O., 2004.** Ressources Végétales de L'Afrique Tropicale 2. Edition Fondation PROTA légume, Wageningen, Pays-Bas, 548-553.
153. **Guermah, D., Medjdoub-Bensaad, F. et Aouar-Sadli, M., 2019.** Evaluation of arthropods diversity on apple crop ('Red Delicious') in Sidi Naâmane area (Tizi-Ouzou), Algeria. *Acta agriculturae Slovenica*, 113 (1) : 137-146.
154. **Guettala-Farah, N., 2009.** Entomofaune, impact économique et bio-écologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aurès. Thèse de Doctorat. Université de Batna, 166 p.
155. **Güz, N. et Kiliçer, N., 2005.** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on Weeds from Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 33 (4) : 359-366.
156. **Habib, A. et El-Kady E.A., 1961.** The Aphididae of Egypt (Hemiptera: Homoptera). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 45 : 1-137.
157. **Hagvar, E. 1972.,** The effect of intra-and interspecific larval competition for food (*Myzus persicae*) on the development at 20°C of *Syrphus ribesii* and *Syrphus corollae* (Diptera, Syrphidae). *Entomophaga*, 17 : 71-77.
158. **Hagvar, E. 1973.,** Food Competition in Larvae of *Syrphus ribesii* (L.) and *Syrphus corollae* (Fabr.) (Dipt., Syrphidae). *Norsk ent. Tidsskr*, 20 : 315-321.
159. **Hanski, I. et Cambefort, Y., 1991.** Dung Beetle Ecology. Edition Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 493 p.
160. **Hardie, J., 2017.** Life Cycles and Polyphenism1. In: Van Emden HF, Harrington R (eds) Aphids as Crop Pests. Edition, CABI, 81-97.
161. **Hardin, M.R., Benrey, B., Coll, M., Lamp, WO., Roderick, G.K. et Barbosa, P., 1995.** Arthropod pest resurgence: an overview of potential mechanisms. *Crop Protection*, 14 : 3-18.
162. **Hare, J.D. et Weseloh, R.M., 2009.** Host seeking, by parasitoids. In *Encyclopedia of Insects*. Academic Press. 463-466.
163. **Harmel, N., Létocart, E., Cherqui, A., Giordanengo, P., Mazzucchelli, G., Guillonneau F., De Pauw E., Haubruge E. et Francis, F., 2008.** Identification of aphid salivary proteins : a proteomic investigation of *Myzus persicae*. *Insect molecular biology*, 17 (2) : 165-174.

164. Harrington, R., Clark, S.J., Welham, S.J., Verrier, P.J., Denholm, C.H., Hullé, M., Rounsevell, M.D. et Cocu, N., 2007. Environmental change and the phenology of European aphids Environmental change and the phenology of European aphids. *Global Change Biology*, 13 (8) : 1550-1564.
165. Harris, K.M., 1973. Aphidophagous Cecidomyiidae (Diptera): taxonomy, biology and assessments of field populations. *Bulletin of Entomological Research*, 63 (2) : 305-325.
166. Hasanshahi, G., Abbasipour, H., Jussila, R., Jahan, F. et Dosti, Z., 2014. First record of the genus and species, *Syrphophilus bizonarius* from Iran. *Biocontrol in Plant Protection*, 1 (2) : 111-113.
167. Hawkes, J.G. et Francisco-Ortega, J., 1992. The potato in Spain during the late 16th century. *Economic Botany*, 46 : 86-97.
168. Hawkes, J.G., 1999. The economic importance of the family Solanaceae. In *Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization*; Nee, M., Symon, D.E., Lester, R.N., Jessop, J.P., Eds.; Royal Botanic Gardens: Kew, UK; pp. 1-8.
169. Hazell, S.P., Groutides, C. Neve, B.P. Blackburn T.M. et Bale J.S., 2010. A comparison of low temperature tolerance traits between closely related aphids from the tropics, temperate zone, and Arctic. *Journal of Insect Physiology*, 56: 115-122.
170. Heie, O.E., 1992. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. IV. Family Aphididae: part 1 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 25 : 1-189.
171. Heie, O.E., Pettersson, J., Fuentes-Contreras, E., et Niemeyer, H.M., 1996. New records of aphids (Hemiptera: Aphidoidea) and their host-plants from Northern Chile. *Revista Chilena de Entomologia*, 23 : 83-87.
172. Hermoso-De-Mendoza, A., Esteve, R., Llorens, J. M. et Michelena, J.M., 2012. Evolución global y por colonias de los pulgones (Hemiptera, Aphididae) y sus enemigos naturales en clementinos y limoneros valencianos. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 38 (1) : 61-72.
173. Hidalgo, N.P., Bouhraoua, R.T., Boujreris, F., Benia, F., Khelil, M.A. et Pujade-Villar, J., 2012. New aphid records (Hemiptera Aphididae) from Algeria and the northern Africa. *Redia*, 95 : 31-34.
174. Hindayana, D., Meyhofer, R., Scholz, D. et Poehling, H.M., 2001. Intraguild predation among the hoverfly *Episyrphus balteatus* de Geer (Diptera: Syrphidae) and other aphidophagous predators. *Biological Control*, 20 (3) : 236-246.

175. **Hirose, Y., 2006.** Biological control of aphids and coccids: a comparative analysis. *Population Ecology*, 48 : 307-315
176. **Hoffmann, K.H., 2016.** Aphid honeydew: Rubbish or signaler. *Biology and Ecology of Aphids*; Vilcinskas, A., Edition. CRC Press, USA, 199-220.
177. **Holman, J., 2009.** Host Plant catalog of aphids: Palaearctic region. Edition Springer Verlag, New York, USA. 1216 p.
178. **Hong, B.M. et Hung, H.Q., 2010.** Effect of temperature and diet on the life cycle and predatory capacity of *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Syrphidae: Diptera) cultured on *Aphis gossypii* (Glover). *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 16 (2) : 98-103.
179. **Hufty, M., 2001.** La gouvernance internationale de la biodiversité. *Études internationales*, 32 (1) : 5-29.
180. **Hullé, M., Turpeau, E., Leclant F. et Rahn, M.J., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers : cycles biologiques et activités de vol. Edition ACTA. INRA, 80 p.
181. **Hullé, M., Ighil, E.T.A., Robert, Y. et Monnet, Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol. Edition I.N.R.A., Paris, 136 p.
182. **Hullé, M., Chaubet, B., Turpeau, E. et Simon, J.C., 2020.** Encyclop'Aphid: a website on aphids and their natural enemies. *Entomologia Generalis*, 97-101.
183. **Hussain, S., Aldryhim, Y., Al-Dhafer, H., Halbert, S. et Thomas, J., 2015.** New aphid records for Saudi Arabia (Hemiptera: Aphidoidea). *Zoology in the Middle East*, 61 (4) : 368-371.
184. **Ide, S., Yuki, V.A., Takada, H.M., Delfino, M.A., Hojo, H., Peronti A.L.B.G., Souza-Silva, C.R., Kuniyuki, H., Bueno, S.C.S. et Yamakawa, W., 2011.** *Semiaphis dauci* (fabricius) (Insecta, Hemiptera, Aphididae) – Formal record of occurrence on arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* bancr.) (Apiaceae) in brazil, morphological characterization, description of damages and arthropods associated to the culture. *Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo*, 78 (1) : 53-61.
185. **Irwin, M.E., Kampmeier, G. E. et Weisser, W.W., 2007.** Aphid movement: process and consequences. In: Van Emden V, Helmut F (eds) *Aphids as crop pests*. CABI Wallingford, 153-186.
186. **Isnart, H., 1972.** Rapport d'homologation des variétés de pomme de terre. Edition I.T.C.M.I Staoueli. 8 p.

187. **ITCMI., 2010.** Fiches techniques valorisées des cultures maraîchères et Industrielles. La culture d'aubergine. 3 p.
188. **Jacky, F. et Bouchery, Y., 1982.** Atlas des Formes Ailées des Espèces Courantes de Pucerons. Edition Institut National de la Recherche Agronomique, Colmar, France. 48 p.
189. **Jalilian F., Fathipour Y., Talebi, A.A. et Sedaratian A., 2011.** Functional response and mutual interference of *Episyrphus balteatus* and *Scaeva albomaculata* (Dip.: Syrphidae) fed on *Mysuz persicae* (Hom.: Aphididae). *Applied Entomology and Phytopathology*, 78 (2) : 257-273.
190. **Jalilian, F., 2015a.** Biology and larvalfeeding rate of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on *Aphis pomi* (Hom. : Aphididae) at laboratory conditions. *Biological Forum*. 7(1) : 1395-1399.
191. **Jalilian, F., 2015b.** Development and feeding capacity of *Scaeva albomaculata* (Macqaurt) (Diptera: Syrphidae) fed with rose aphid, *Macrosiphum rosae* (Homoptera: Aphididae). *Biological Forum*, 7 (1) : 1377-1381.
192. **Jandricic, S.E., Wraight, S.P., Gillespie, D.R. et Sanderson, J.P., 2016.** Biological control outcomes using the generalist aphid predator *Aphidoletes aphidimyza* under multi-prey conditions. *Insects*, 7 : (4) : 1-15.
193. **Jean, C., 2002.** Maladies, insectes utiles et nuisibles de la pomme de terre. Guide d'identification. Edition I.R.D.A. Québec. 67 p.
194. **Jolicoeur, H., 2001.** Les chasse-ours à base de poivre de Cayenne. Société de la faune et des parcs du Québec. Edition Direction du développement de la faune. Québec. 13 p.
195. **Jones, J.G., 1994.** Pollen Evidence for early Settlement and Agriculture in Northern Belize. *Palynology*, 18 : 205-211.
196. **Jones, J.J., Zitter, T.A., Momol, T.M. et Miller, S.A., 2014.** Compendium of tomato diseases and pests. Edition APS Press, USA. 168 p.
197. **Jourdheuil, P., Grison, P. et Fraval, A., 1991.** La lutte biologique: un aperçu historique. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 15 : 37-60.
198. **Judd, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., et Stevens, P., 2002.** Botanique systématique-Une perspective phylogénétique. Edition De Boeck Université, Paris & Bruxelles. 467 p.
199. **Kang, B.C. et Kole, C., 2013.** Genetics, genomics and breeding of peppers and eggplants. Edition CRC Press.160 p.

200. Karley, A.J., Pitchford, J.W., Douglas, A.E., Parker, W.E. et Howard, J.J., 2003. The causes and processes of the mid-summer population crash of the potato aphids *Macrosiphum euphorbiae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research*, 93 : 425-438.
201. Katis, N.I., Tsitsipis, J.A., Stevens, M. et Powell, G., 2007. Transmission of Plant Viruses. In H. F. van Emden & R. Harrington (Eds.), *Aphids as Crop Pests* 353-377. Edition CAB. International.
202. Kavallieratos, N.G., Lkouressis, D.P., Sarlis, G.P., Stathas, G.J. et Sanchis, A., 2001. The Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) Of Greece. *Phytoparasitica*, 29 (4) : 306-340.
203. Kavallieratos, N.G., Tomanović, Ž., Starý, P., Athanassiou, C.G., Sarlis, G. P., Petrović, O., Niketić M. et Veroniki, M.A., 2004. A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomology and Zoology*, 39 (3) : 527-563.
204. Kavallieratos, N.G., Tomanovi Sarlis, G.P., Vayias, B.J., Ikic, V. et Emmanouel, N.E., 2007. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) on cultivated and self-sown plants in Greece. *Biologia*, 62 (3) : 335–344.
205. Kavallieratos, N. G., Tomanović, Ń., Starý, P., ņikić, V. et Petrović-Obradović, O., 2010. Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) attacking aphids feeding on Solanaceae and Cucurbitaceae crops in southeastern Europe: aphidiine-aphid-plant associations and key. *Annals of the Entomological Society of America*, 103 (2) : 153-164.
206. Kennedy, J.S., et Thomas, A.A.G., 1974. Behaviour of some low-flying aphids in wind. *Annals of Applied Biology*, 76 (2) : 143-159.
207. Kenneth, S., 1966. Plants de pomme de terre, sources d’approvisionnement et traitement Edition. I.C.N.P.D.T la Haye. 77 p.
208. Kheloul, L. et Medjdoub-bensaad, F., 2014. Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève *Vicia faba major* variété Séville dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). *1er Congrès maghrébin sur la Biodiversité, la Protection des milieux naturels écodéveloppement* 16 et 17 décembre 2014, Sidi Bel Abbes.
209. Kim, J.J., Lee, M.H., Yoon, C.S., Kim H.S., Yoo J.K. et Kim K.C., 2001. Control of cotton aphid and greenhouse whitefly with a fungal pathogen. In: “Biological control of greenhouse pests”. Food & Fertilizer Technology Center Extension Bulletin 502. Food & Fertilizer Technology Center, Taipei. 8-15.

210. **Kleinkopf, G.E., 1983.** Potato. In: Crop Water Relations (J.D. Teare and M.M. Peet, Editions Wiley & Sons, NY. pp. 287-305.
211. **Knapp, S., 2001.** Is morphology dead in Solanum taxonomy. In: van den Berg RG, Barendse GWM, van der Weerden GM, Mariani C (eds) Solanaceae V: Advances in Taxonomy and Utilization. Nijmegen University Press, The Netherlands, pp 23-38.
212. **Kolev, N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, Fruits. Edition BAILLIERE. Paris, 207 p.
213. **Köppen W., Volken E. et Brönnimann S., 2011.** The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (Translated from: Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. *Meteorologische Zeitschrift*, 20 (3) : 351-360.
214. **Kos, A.J. et Psenicka, C., 2000.** Measuring cluster similarity across methods. *Psychological reports*, 86 (3) : 858-862.
215. **Kothari S.L. Joshi A., Kachhwaha S. et Ochoa-Alejo N., 2010.** Chilli peppers - A review on tissue culture and transgenesis. *Biotechnologie Advance*, 28 : 35-48.
216. **Kuo, M.H., Chiu, M.C. et Perng, J.J., 2006.** Temperature effects on life history traits of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) on corn in Taiwan. *Applied Entomology and Zoology*, 41 (1) : 171-177.
217. **Laamari, M. et Akkal, Y., 2002.** Aphid 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.
218. **Laamari, M., 2004.** Etude éco-biologique des pucerons des cultures dans quelques localités de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat d'état en agronomie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Alger. 204 p.
219. **Laamari, M. et Hebbel, S., 2006.** Les principaux insectes ravageurs de la fève dans une région de Biskra. *Recherche Agronomique*, 18 : 72-78.
220. **Laamari, M., Tahar Chaouche, S., Benferhat, S., Abbes S.B., Merouani, H., Ghodbane, S., Khenissa, N. et Stary P., 2011.** Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Entomologie faunistique. Faunistic Entomology*, 63 (3) : 115-120.

221. **Labdaoui, M.Z.E., 2019.** Aménagement de la protection phytosanitaire contre les pucerons des agrumes dans le Nord-Ouest Algérien en faveur d'une lutte biologique durable. Thèse de Doctorat. Université Abdelhamid Iben Badis de Mostaganem, 139 p.
222. **Lascaux, E., 2010.** Lutte biologique contre les pucerons : auxiliaires, stratégies et perspectives en cultures maraîchères et en fraise. *Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques*, 33-37.
223. **Latigui, A., 1984.** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA El-Harrach, Algérie. 127 p.
224. **Laumonnier, R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Édition Baillière, Paris. 279 p
225. **Le Guigo, P., 2010.** Interactions tritrophiques entre des Brassicacées, des pucerons et un parasitoïde : Importance des plantes hôtes et des plantes voisines. Thèse de Doctorat, Université d'Angers, France, 172 p.
226. **Le Houerou, H.N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options méditerranéennes, série B : études et recherches. Montpellier. 397 p.
227. **Le Ralec A., 1991.** Les hyménoptères parasitoïdes : Adaptations de l'appareil reproducteur femelle. Morphologie et ultra-structure de l'ovaire, de l'œuf et de l'ovipositeur. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, France, 117 p.
228. **Leather, S. R., 1985.** Atmospheric humidity and aphid reproduction. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 100 (1-5) : 510 - 513.
229. **Leblanc, A., 2016.** Estimation de l'impact des parasitoïdes sur les populations de pucerons en champ. Mémoire en vue de l'obtention du grade de maîtrise en sciences biologiques, Université de Montréal, Canada, 70 p.
230. **Leclant, F., 1970.** Les aphides et la lutte intégrée en vergers. *Bulletin technique inform* 249 : 259-274.
231. **Leclant F., 1999.** Les Pucerons des Plantes Cultivées. Clefs d'identification des Grandes Cultures. Édition Institut National de Recherches Agronomique, Montpellier, France. 98 p.
232. **Lefebvre, V., Goffinet, B., Chauver, J.C. et Caromel, B., 2002.** Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes: comparison of AFLP, RAPD and phenotypic data. *Theoretical and Applied Genetics*, 102 (5) : 741-750.

233. **Legras, B. et Kohler, F., 2007.** Eléments de statistique. A l'usage des étudiants de médecine et en biologie. Edition Marketing S.A., Paris, 295 p.
234. **Leroy, P., Francis, F., Verheggen, F., Capella, Q., Fagel, Q. et Haubruge, E., 2008.** La coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), le chrysope commun (*Chrysoperla carnea*) et le syrphe ceinturé (*Episyrphus balteatus*), nos principaux prédateurs indigènes plutôt que la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) exotique et invasive dans nos écosystèmes. *L'Erable du CNB*, 1-4.
235. **Lester, R., Jaeger, P., Bleijendaal-Spierings, B., Bleijendaal, H. et Holloway, H., 1990.** African eggplants : a review of collecting in West Africa. *Plant Genetie Ressources Newsletter*, (81-82) : 17-26.
236. **Lewicki, T., 1974.** West African food in the middle ages according to Arabie sources. Edition Cambridge University Press, United Kingdom, 77 p.
237. **Lofinda Lifake, M., Monde Te Kazanbga, G. et Hance, T., 2018.** Évaluation de la diversité des *Aphididae* et leurs ennemis naturels en culture de bananier à proximité de plantes de bordure. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6 (4) : 575-580.
238. **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 maraîchères dans l'est la Chine. *Entomologie Faunistique*, 64 (3) : 63-71.
239. **Lou, Q., Iovene, M., Spooner, D.M., Buell, C.R. et Jiang, J., 2010.** Evolution of chromosome 6 of *Solanum* species revealed by comparative fluorescence in situ hybridization mapping. *Chromosoma*, 119 : 435-442.
240. **Lu, Y.H., Wu, K.M., Jiang, Y.Y., Guo, Y.Y., et Desneux, N., 2012.** Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature*, 487 : 362-365.
241. **Lykouressis, D.P., Eastop, V.F., Katis, N., Tsitsipis, J. A. et Ntajanis, H., 1993.** Twenty three aphid species new to the Greek aphidophana caught in yellow water traps in Tobacco fields. *Entomologica helenica*, 11 : 23-27.
242. **Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. et Bazzaz, F.A., 2000.** Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10 : 689-710.
243. **Madahi, K., Sahragard, A., et Hossieni, R., 2013.** Influence of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) density on life table parameters of *Aphidoletes aphidimyza* Rondani

(Diptera: Cecidomyiidae) under laboratory conditions. *Journal of Crop Protection*, 2 (3) : 355-368.

244. Mahyoub, J.A., Mangoud, A.A.H., Ghamdi, K.M. et Ghramh, H.A., 2013. Method for mass production the seven spotted lady beetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) and suitable manipulation of egg picking technique. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 6 : 31-38.

245. Malais, M. et Ravensberg W.J. 1992. Knowing and Recognizing. The Biology of Glasshouse Pests and Their Natural Enemies. Koppert B.V., Berkel en Rodenrijs, The Netherlands, 109 pp.

246. Marc, P., 2004. Les pucerons. Dossier Technique 2. *Adalia* : 1-6.

247. Marchoux G., Gognalons P. et Gébré-Sélassié K., 2008. Virus des Solanacées Du génome virale à la protection des cultures. Édition Quae. I.N.R.A, Versailles. 843 p.

248. Markkula, M. et K. Tittanen., 1985. Biology of the midge *Aphidoletes aphidimyza* and its potential for biological control. In N. W. Hussey and N. Scopes (eds.), *Biological pest control: The glasshouse experience*. Cornell University Press, Ithaca, p.78-81.

249. Marin, J., Crouau-Roy, B., Hemptinne, J.L., Lecompte, E. et Margo, A., 2010. *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae): a species complex. *Zoological Scripta*, 39 : 591-602.

250. Masse, J., 2004. Culture de la pomme de terre de conservation. Edition ARVALIS-Institut du végétale. 72 p.

251. Matile, L., 1993. Les Diptères d'Europe occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologie Nématocères, Brachycères Orthorrhaphes et Aschizes. Edition Société Nouvelle des Éditions Boubée. 439 p.

252. Maurin, G., Paternelle, M.C. et Cluzeau, S., 1999. Guide pratique de défense des cultures. Reconnaissance des ennemis. Notions de protection des cultures. Edition ACTA. France. 575 p.

253. Mc Donald, S. A., Halbert, S. E., Tolin, S. A., et Nault, B. A., 2003. Seasonal abundance and diversity of aphids (Homoptera: Aphididae) in a pepper production region in Jamaica. *Environmental Entomology*, 32 (3) : 499-509.

254. Meena, K., 2020. Biology and feeding potential *Episyrphus balteatus* De Geer (Diptera: Syrphidae) on green apple aphid *Aphis pomi* De Geer (order Hemiptera: Aphididae) in Hills of Shimla, (H.P.), India. *Environment Conservation Journal*, 21 (1&2) : 147-150.

255. **Messiaen, C.M., Blancard, D. et Rouxel, F., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères, Edition Quae, 552 p.
256. **Michalik, A., Szklarzewicz, T., Wegierek, P. et Wieczorek, K., 2013.** The ovaries of phylogenetic implications. aphids (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphidoidea): morphology and phylogenetic implications. *Invertebrate biology*, 132 : 226-240.
257. **Mifsud, M., Mangion, M., Azzopardi, E., Espadaler, X., Cuesta-Segura D., Watson, G.W. et Pérez Hidalgo, P., 2011.** Aphids associated with shrubs, herbaceous plants and crops in the Maltese Archipelago (Hemiptera, Aphidoidea). *Bulletin of The Entomological Society of Malta*, 4 : 5-53.
258. **Mifsud, D., 2012.** *Syrphophilus bizonarius* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera) - new to Malta, with a revised check-list of the Ichneumonidae of the Maltese Islands. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 5 : 179-183.
259. **Mikanowski, L. et Mikanowski, P., 1999.** Tomate. Edition du chêne-Hachette. Paris, 192 p.
260. **Miles, P.W., 1989.** The responses of plants to the feeding of Aphidoidea: principles. In: Minks, A.K., Harrewijn, P., (eds.). World crop pests. Aphids vol. 2C. Edition Elsevier, Amsterdam/New York, pp. 1-22.
261. **Miller, G.L., Bauchan, G., Mitter, C.E. et Tracy, A., 2013.** Preparing soft bodied arthropods for microscope examination: aphids (Insecta: Hemiptera: Aphididae). https://www.youtube.com/watch?v=IGZGjSG4irc&feature=emupload_owner (accessed 30 April 2020).
262. **Miranda, G.F.G., Young, A.D., Locke, M.M., Marshall, S.A., Skevington, J.H. et Thompson, F.C., 2013.** Key to the genera of Nearctic Syrphidae. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 23 : 1-351.
263. **Müller, C.B. et Godfray, H.C., 1999.** Predators and mutualists influence the exclusion of aphid species from natural communities. *Oecologia*, 119 : 120-125.
264. **Munro, D.B. et Small, E., 1998.** Les légumes du Canada. Edition NRC Research Press, 436 p.
265. **Mushtaq, S., Rana, S.A., Rana, N., Maalik, S. et Ehsan, N., 2014.** Developmental Duration and Predatory Efficiency of *Episyrphus balteatus* on Four Aphid Species in Pakistan. *International journal of agriculture and biology*, 16 : 614-618.
266. **Mutin L., 1977.** La Mitidja. Décolonisation et espaces géographiques. Edition Office de Publication Universitaire, Alger, 607 p.

267. Naika S., De Jeude J.V.L., De Goffau M., Hilmi M., Van Dam B. et Florijin A., 2005. La culture de la tomate. Production transformation et commercialisation ; Edition Agromisa Foudation. 104 p.
268. Nault, L.R., 1997. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Annals of the Entomological Society of America*, 90 : 521-541.
269. Ngumbi, E., Eigenbrode, S.D., Bosque-Perez, N.A., Ding, H. et Rodriguez, A., 2007. *Myzus persicae* is arrested more by blend than by individual compounds elevated in headspace of PLRV infected potato. *Journal of Chemical Ecology*, 33 : 1733-1747.
270. Nielsen, C., Agrawal, A.A., et Hajek, A.E., 2010. Ants defend aphids against lethal disease. *Biology letters*, 6 (2) : 205-208.
271. Nieto-Nafría, J.M., Fuentes-Contreras, E., Castro, M., Aldea, M., Ortego, J. et Pilar Mier Durante, M., 2016. Catálogo de los áfidos (Hemiptera, Aphididae) de Chile, con plantas hospedadoras y distribuciones regional y provincial. Graellsia (Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, España) 72 (2). Disponible en Disponible en <http://graellsia.revistas.csic.es/index.php/graellsia/article/viewArticle/546/659> (Consulé le 27 décembre 2020).
272. Nonnecke, L. 1988., Vegetable Production. Édition Springer. 240 p.
273. Noronha, C., Vernon, R.S., et Vincent, C., 2008. Les insectes ravageurs importants de la pomme de terre au Canada. *Cahiers Agricultures*, 17 (4) : 375-381.
274. Ogendo, J.O., Belmain, S.R., Deng, A.L. et Walker, D.J., 2003. Comparison of toxic and repellent effects of *Lantana camara* L. with *Tephrosia vogelii*hook and a synthetic pesticide against *Sitophilus zeamais*Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize grain. *Insect Science and its Application*, 23 (2) : 127-135.
275. Olden, J.D., 2006. On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15 : 113-120.
276. Oliver, K.M., Russell, J.A., Moran, N.A. et Hunter, M.S., 2003. Facitive bacterial symbionts in aphids confer resistance to parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 : 1803-1807.
277. Oliver, K.M., Degnan, P.H., Burke, G.R. et Moran, N.A., 2010. Facultative symbionts in aphids and the horizontal transfer of ecologically important traits. *Annual Review of Entomology*, 55 : 247–66.

278. **Oliver, K.M., Smith, A.H., Russell, J.A. et Clay, K., 2014.** Defensive symbiosis in the real world advancing ecological studies of heritable, protective bacteria in aphids and beyond. *Functional ecology*, 28 (2) : 341-355.
279. **Omkar Srivastava, S., 2003.** Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *Biological Control*, 48: 379-393.
280. **Orr, D., 2009.** Biological Control and Integrated Pest Management. In: Peshin R, Dhawan AK (eds) Integrated Pest Management: Innovation-Development Process. Edition Springer, Netherland. 690 p.
281. **Ortego, J., 1994.** Primer registro de Wahlgreniellanervata(Gillete, 1908) y *Eucarazzia elegans* (Ferrari,1872) (Homoptera: Aphididae). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 25 (1) : 137-142.
282. **Palloix, A., 2006.** Le piment. In Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement pp. 187-245.
283. **Paulian, M., 1999.** Les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. *Phytoma*, 522 : 41-46.
284. **Pedigo, L.P., 2002.** Entomology and pest management. Edition Iowa University Press, Iowa City. 342 p.
285. **Peronti, A.L. et Sousa-Silva, C., 2002.** Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) of ornamental plants from São Carlos, São Paulo state, Brazil. *Revista De Biología Tropical*, 50 (1) : 137-144.
286. **Pettersson, J., Tjallingii, W.F. et Hardie, J., 2017.** Host-plant selection and feeding. In: Van Emden HF, Harrington R (eds) Aphids as crop pests. Cabi, pp 173-195.
287. **Pickett, J.A., Bruce, T. et Glinwood, R.T., 2017.** Chemical ecology. In: Van Emden HF, Harrington R (eds) Aphids as crop pests. Cabi, pp 148-172.
288. **Pineda, A., Morales, I., Marcos-Garcia, M.A., Fereres, A., 2007.** Oviposition avoidance of parasitized aphid colonies by the syrphid predator *Episyrphus balteatus* mediated by different cues. *Biological Control*, 42 (3) : 274-280.
289. **Pinheiro, L.A., Torres, L.M., Raimundo, J., Santos, S.A.P., 2015.** Effects of pollen, sugars and honeydew on life span and nutrient levels of *Episyrphus balteatus*. *Bio Control*, 60 : 47-57.
290. **Pintureau, B., 2009.** La lutte biologique et les Trichogrammes. Application au contrôle de la pyrale du maïs. Edition Le Manuscript, Paris, 150 p.

291. **Pitrat, M. et Foury, C., 2003.** Histoires de légumes : Des origines à l'orée du XXI^e siècle, Edition Quæ. 260 p.
292. **Podsiadlowski, L., 2016.** Phylogeny of the Aphids In Vilcinskis, A. (Ed.). (2016). Biology and ecology of aphids. Edition CRC Press. 269 p.
293. **Polese, J. M., 2007.** La culture des tomates. Edition Artemis. 95 p.
294. **Polo Lozano, D., Bosquée, E., Lopes, T., Chen, J., Deng Fa, C., Yong, L., Fang-Qiang, Z., Haubruge, E., Bragard, Francis, F. 2013.** Evaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*, 66 : 27-37.
295. **Powell, G., Tosh, C.R. et Hardie, J., 2006.** Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. *Annual Review of Entomology*, 51: 309-330.
296. **Powell, W. et Pell, J.K., 2007.** Biological control. pp. 469–513 in van Emden, H.F. & Harrington, R. (Eds) Aphids as Crop Pests. Wallingford, CAB International. 714 p.
297. **Putra, N. S., et Yasuda, H., 2006.** Effects of prey species and its density on larval performance of two species of hoverfly larvae, *Episyrphus balteatus* De Geer and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). *Applied Entomology and Zoology*, 41(3) : 389-397.
298. **Qiao, G.X., Zhang, G.X., Simon, J.C., Dedryver, C.A., Risper, C. et Hullé, M., 2004.** Preliminary study of aphid diversity in China: taxonomic and geo-graphic variation. Aphids in a new millennium. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Aphids*, September, 2001, Rennes, France: 139-146 p.
299. **Rajput J.C et Parulekar Y.R., 1998.** *Capsicum*. In: SALUNKHE D. K., KADDAM S.S., 1998. Handbook of vegetable science and technology; production, composition, storage and processing. Marcel Dekker, Inc. New York , USA, pp 203-224.
300. **Rakhshani, E., Talebi, A.A., Kavallieratos, N.G., Rezwani, A., Manzari, S. et Tomanović, Ž., 2005.** Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera : Aphidoidea) in Iran. *Journal of Pest Science*, 78 : 193-198.
301. **Rakhshani, E., Talebi, A. A., Manzari, S., Rezwani, A. et Rakhshani, H., 2006.** An investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoids (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 25 (2) : 1-14.
302. **Rakhshani, E., Talebi, A. A., Starý, P., Tomanović, Ž., Manzari, S. et Kavallieratos, N.G., 2008.** A review of *Aphidius* Nees (Hymenoptera, Braconidae,

Aphidiinae) in Iran: host associations, distribution and taxonomic notes. *Zootaxa*, 1767: 37-54.

303. Rakhshani, E., Četković, A. et Petrović, A., 2012. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in wetland habitats in western Palearctic: key and associated aphid parasitoid guilds. *Annales de la Société Entomologique de France* (Nouvelle Série), 48 (1-2): 189-198.

304. Ramade, F., 1984. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Edition Mc.Graw-Hill, Paris, 397 p.

305. Ramade, F., 2003. Elément d'écologique. Ecologie fondamentale. Edition Dunod, Paris. 690 p.

306. Rauf, M., Haq, E., Khan, J., Rehman, A., Gillani, W.A. et Ali, A., 2013. Biology and predatory potential of *Coccinella septempunctata* Linn. on *Schizaphis graminum* aphid under controlled conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 26 : 124-129.

307. Remaudière, G. et Autrique, A., 1984. Contribution à l'étude des aphides africains. Edition Food Alimentary Organisation, Paris, 64 p.

308. Remaudière, G. Autrique, A., Eastop, V.F., Stary, P. et Aymonin, G., 1985. Contribution à l'écologie des aphides africains. Edition Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italy. 214 p.

309. Remaudière, G. et Remaudière, M., 1997. Catalogue des Aphididae du monde. Catalogue of the world's Aphididae (Homoptera, Aphididae). Edition, INRA, Paris. 376 p.

310. Renaud, V., 2006. Les tomates qui ont du goût. Edition Eugen Ulmer. Paris. 95 p.

311. Riddick, E.W., Miller, G.L., Owen, C.L., Bauchan, G.R., Schmidt, J.M., Garipey, T., Richard, L., Brown, R.L. et Grodowitz, M.J., 2019. Discovery of *Aphis ruborum* (Hemiptera: Aphididae) and *Aphelinus varipes* (Hymenoptera: Aphelinidae) on cultivated strawberry in Mississippi, USA. *Journal of Insect Science*, 19 (3) : 1-6.

312. Robert, Y. et Rouze-Jouan J., 1976. Activité saisonnière de vol des pucerons (Hom. Aphididae) dans l'ouest de la France. Résultats de neuf années de piégeage. *Annales de la Société entomologique de France*, 12 (4) :671-690.

313. Robert, Y., 1980. Recherches sur la biologie et l'écologie des pucerons en Bretagne application à l'étude épidémiologique des viroses de la pomme de terre. Thèse de Doctorat. Université de Rennes, 242 p.

314. Robert, Y., 1982. Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. *Journées d'étude et information* : Les pucerons des cultures, Le 2,3 et 4 mars, Paris. 195 p.

315. **Robinson, K.A., Jonsson, M., Wratten, S.D., Wade, M.R. et Buckley, H.L., 2008.** Implications of floral resources for predation by an omnivorous lacewing. *Basic and Applied Ecology*, 9 (2) : 172-181.
316. **Rojo, S., Hopper, K.R. et Macros-Garcia, A.M., 1996.** Fitness of the hoverflies *Episyrphus balteatus* and *Eupeodes corollae* with limited larval prey. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 81 : 53-59.
317. **Root, R.B., 1973.** Organization of a Plant-Arthropod Association in Simple and Diverse Habitats : The Fauna of Collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43 (1) : 95-124.
318. **Rosenblatt, A.E. et Schmitz O.J., 2014.** Interactive effects of multiple climate change variables on trophic interactions: a meta-analysis. *Climate Change Responses*, 1 : 1-10.
319. **Roth, M., 1980.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Edition ORSTOM, Bondy. 260 p.
320. **Rotheray, G.E., 1993.** Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe. Edition Derek Whiteley, Sheffield, England. 156 p.
321. **Rousselle, P., Robert, Y. et Grosnier, J.C., 1996.** La pomme de terre production, amélioration, ennemis, maladie et utilisation. Edition I.N.R.A. Paris. 607 p.
322. **Russell, J.A., Latorre, A., Sabater-Munoz, B., Moya, A. et Moran, N.A., 2003.** Side-stepping secondary symbionts: ~widespread horizontal transfer across and beyond the Aphidoidea. *Molecular Ecology*, 12 (10) : 61-75.
323. **Russell, J.A. et Moran, N.A., 2006.** Costs and benefits of symbiont infection in aphids: variation among symbionts and across temperatures. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273 (1586) : 603-610.
324. **Russo, V.M., 2012.** Peppers: botany, production and uses. Edition CABI. 280 p.
325. **Sabri, A., Vandermoten, S., Leroy, P.D., Haubruge, E., Hance, T. Thonart, P., De P., E. et Francis, F., 2013.** Proteomic Investigation of Aphid Honeydew Reveals an Unexpected Diversity of Proteins. *PLoS One*. 8(9) : e74656.
326. **Sadeghi, H. et Gilbert, F., 2000.** Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology*, 69 (5) : 771–784.
327. **Sadeghi, H., 2008.** Abundance of adult hoverflies (Diptera: Syrphidae) on different flowering plants. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 6 : 47-51

328. **Sadeghi, H., Rotheray, G., Laska, P. et Gilbert, F., 2014.** Host preferences of aphidophagous hoverflies from field distribution of their larvae. *Egyptian Journal of Biology*, 16 : 1-16.
329. **Sage-Palloix, A. M. et Palloix, A., 2016.** Le piment : des goûts et des couleurs pour tous Les amateurs d'épices. *Jardins de France*, (639) : 11-14.
330. **Saguez, J., 2007.** Dérégulation des activités chitinasés : vers de nouvelles perspectives de lutte contre les aphides. Thèse de Doctorat. Université de Picardie Jules Verne, France. 119 p.
331. **Saharaoui, L. et Gourreau, J.M., 2000.** Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique*, 6 : 1 1-27.
332. **Saharaoui, L., Gourreau, J. M. et Iperti, G., 2001.** Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera. Coccinellidae). *Bulletin de la Société zoologique de France*, 126 (4) : 351-373.
333. **Salehi, T., Pashaei Rad, S.H., Mehrnejad, M.R. et Shokri, M.R., 2011.** Ladybirds associated With pistachio trees in part of Kerman province, Iran (Coleoptera : Coccinellidae). *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 7 (2) : 157-169.
334. **San Martin, G., 2004.** Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique. Edition, Jeunes & Nature : Wavre, 42 p.
335. **Sarmad, S.A., Afzal, M., Raza, A.M., Khalil, M.S., Khalil, H., Aqueel, M.A. et Mansoor, M.M., 2015.** Feeding efficacy of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* against *Macrosiphum rosae*. *Scientia Agricola*, 12 (2) : 105-108.
336. **Sattar, M., Hamed, M. et Nadeem, S. 2008.,** Biology of *Coccinella septempunctata* Linn. (Coleoptera: Coccinellidae) and its predatory potential on cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Pakistan journal of zoology*, 40: 239-242.
337. **Scheibler, D. et Schneider, W., 1985.** Monte Carlo tests of the accuracy of cluster analysis algorithms. *Multivariate Behavioral Research*, 20 : 283-304.
338. **Schmidt, M.H., Thewes, U., Thies, C. et Tschardtke, T., 2004.** Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113 : 87-93.
339. **Schowalter T.D., 2006.** Insect ecology : An ecosystem approach, Edition Elsevier Inc. (USA), 572 p.
340. **Scorsetti, A.C., Humber, R.A., Garci, J.J. et LoPez Lastra, C.C., 2007.** Natural occurrence of entomopathogenic fungi (Zygomycetes: Entomophthorales) of aphid

(Hemiptera: Aphididae) pests of horticultural crops in Argentina. *Biological Control*, 52: 641-655.

341. Sękara, A., Cebula, S. et Kunicki, E. 2007. Cultivated eggplants – origin, breeding objectives and genetic resources. A review. *Folia Horticulturae Annals* 19 (1) : 97-114.

342. Seltzer, C.C., 1946. Anthropometric characteristics and physical fitness. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 17 (1) : 10-20.

343. Senior, L.J. et McEwen, P.K., 2001. The use of lacewings in biological control. In: McEwen P.K., New T.R. & Whittington A.E., Edition. *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press : Cambridge, 296-302.

344. Shah, M.A., Jandrajupalli, S., Venkateshwarlu, V., Malik, K., Bhatnagar, A. et Sharma, S., 2018. Population Ecology of Aphid Pests Infesting Potato. In: Gaba, S., Smith, B., Lichtfouse, E. (Eds.), *Sustainable Agriculture Reviews 28: Ecology for Agriculture*. Springer International Publishing Ag., Cham., 153-181.

345. Shankara, N., Van Lidt D.J.J., Goffau, M., Hilmi M., Van Dam, B. et Florijin, A., 2005. La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. 5eme Edition foundation agromisa et CTA, Wageningen. 106 p.

346. Simberloff D., Lonsdale W.M., Evans H., Clout M. et Bazzaz F.A., 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10 : 689-710.

347. Atsebeha, S., Alemu, T., Azerefgne, F. et Addis, T., 2009. Population dynamics of aphids and incidence of Ethiopian Pepper Mottle Virus in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Crop protection*, 28 (5) : 443-448.

348. Singh, K. et Singh, N.N., 2013. Preying capacity of different established predators of the aphid *Lipaphis erysimi* (Kalt.) infesting rapeseed-mustard crop in laboratory conditions. *Plant Protection Science*, 49 : 84-88.

349. Singh, P., Thakeur, M., Sharma, K.C., Sharma, H.K. et Nayak, R.K., 2020. Larval feeding capacity and pollination efficiency of the aphidophagous syrphids, *Eupeodes frequens* (Matsmura) and *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae) on the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) (Homoptera: Aphididae) on mustard crop. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30 (1) : 1-9.

350. Snoussi, S.M., 2010. Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission: Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient. Rome. 52 p.

351. **Soltner, D., 1979.** Les grandes production végétales phytotechnie spéciale. 10^e Edition Collection Sciences Et Techniques Agricoles. 427 p.
352. **Speight, M.C.D., Withers, P. et Dussaix, C., 2015.** La détermination de Syrphidae Européens (Diptères). Syrph the Net, the database of European Syrphidae. Vol 81, Edition INRA 39 p.
353. **Splen, M.K., Bano, N., Brady, C.M., Desneux, N., Hopper, K.R., Malouines, C., Oliver, K.M., White, J.A. et Heimpel, G.E., 2014.** Specialisation of bacterial endosymbionts that protect aphids from parasitoids. *Ecological Entomology*, 39 : 736-739.
354. **Stanković, S., Milošević, M. I. et Žikić, V., 2015.** Potential candidates for biological control of the black bean aphid *Aphis fabae* in Serbia. *Biologica Nyssana*, 6 (1): 49-54.
355. **Stary, P., 1970.** Biology of aphid parasites. Édition. the Hague, Netherlands, 643 p.
356. **Stary, P., Lumbierres, B. et Pons, X., 2004.** Opportunistic changes in the host range of *Lysiphlebus testaceipes* (Cr.), an exotic aphid parasitoids expanding in the Iberian Peninsula. *Journal of Pest Science*, 77: 139-144.
357. **Steffen, K., Grousset, F., Schrader, G., Petter, F. et Suffert, M., 2015.** Identification of pests and pathogens recorded in Europe with relation to fruit imports. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 45 (2) : 223-230.
358. **Stoetzel, M.B. 1985.,** *Eucarazzia elegans* (Ferrari), an aphidnew to the Western hemisphere, with archival data (Homoptera: Aphididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 87 : 44-48.
359. **Stroyan, H.L.G. 1961.,** La détermination des aphides vivant sur Citrus. *Bulletin phytosanitaire, Food and Agricultural Organisation*, 9 (4) : 45-68.
360. **Stubbs, A.E. et Falk, S.J., 1983.** British hoverflies. An illustrated identification guide. Edition London British entomological & natural history society. 246 p.
361. **Stummel R et Bosland P.W., 2007.** Ornamental pepper « *Capsicum annuum* »>. In: N.O. Anderson (ed.). Flower breeding and genetics: Issues, challenges and opportunities for the 21st century. Edition Springer, Dordrecht, The Netherlands. 843 p.
362. **Sullivan, D.J., 1987.** Insect hyperparasitism. *Annual Review of Entomology*, 32 : 49-70.
363. **Sullivan, D.J. et Völkl, W., 1999.** Hyperparasitism: multitrophic ecology and behavior. *Annual Review of Entomology*, 44 : 291-315.
364. **Sutherland, J.P., Sullivan, M.S. et Poppy, G.M., 2001.** Oviposition behaviour and hostcolony size discrimination in *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Bulletin of Entomological Research*, 91 (5) : 411-418.

365. **Tahar Chaouche, S., 2019.** Etude de la biodiversité des Hyménoptères parasitoïdes des pucerons en milieu naturel dans la région de Biskra. Thèse de Doctorat. Université Mohamed-Khider, Biskra. 84 p.
366. **Taher, D., Solberg, S., Prohens, J., Chou, Y., Rakha, M. et Wu, T., 2017.** World Vegetable Center Eggplant Collection: Origin, Composition, Seed Dissemination and Utilization in Breeding. *Frontiers in Plant Science*, 8 : 1-12.
367. **Talburt, J.P. et Smith, O., 2018.** Technology of potato processing. Edition Medtech a Division of Scientific International. 475 p.
368. **Talebi, A. A., Rakhshani, E., Fathipour, Y., Starý, P., Tomanović, Ž. et Rajabi-Mazhar, N., 2009.** Aphids and their parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) associated with medicinal plants in Iran. *American- Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (2) : 205-219.
369. **Talmat, N., Baziz B., et Doumandji S.E., 2004.** “Régime alimentaire du Goéland leucophée *Larus michahellis* Naumann, 1840 (Aves, Laridae) à Tigzirt (Tizi-Ouzou en Grande kabylie).” [Diet of Yellow-legged Gull *Larus michahellis* Naumann, 1840 (Aves, Laridae) in Tigzirt (Tizi-Ouzou in Kabylia Great) *Ornithologica Algirica*, 4 : 17-24.
370. **Tamaki, G. et Smith, R.F., 1972.** Influence of wind and migrant aphid source on the flight and infestation patterns of the spotted alfalfa aphid. *Annals of the Entomological Society of America*, 65 (5) : 1131-1143.
371. **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.
372. **Tenhumberg, B., 1995.** Estimating Predatory Efficiency of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) in Cereal Fields. *Environmental Entomology*, 24 (3) : 687-691.
373. **Teuscher, E., Anton, R. et Lobstein, A., 2005.** Plantes aromatiques : Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Edition TEC and DOC Lavoisier. 544 p.
374. **Tewksbury, J.J., Levey, D.J., Huizinga, M., Haak, D. et Traveset, A., 2008.** Costs and benefits of capsaicin-mediated control of gut retention in dispersers of wild chilies. *Ecology*, 89 : 107-117.
375. **Thompson, F.C., 2006.** New Mesochira species (Diptera: Anisopodidae) from Fiji, with Notes on other Described Species. *Bishop Museum Occasional Papers*, 86 : 11-21.
376. **Tilman, D., 1997.** The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277 : 1300-1302.

377. **Tjallingii, W.F., 2006.** Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. *Journal of Experimental Botany*, 57 : 739-745.
378. **Tomanovic, Z., Kavallieratos, N.G., Starý, P., Athanassiou, C.G., Zikic, V., Petrovic-Obradovic, O. et Sarlis, G.P., 2003.** *Aphidius* Nees aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) in Serbia and Montenegro: tritrophic associations and key. *Acta Entomologica Serbica*, 8 : 15-39.
379. **Tomanovic, Z., Kavallieratos, N.G., Starý, P., Petrović-Obradović, O., Athanassiou, C.G. et Stanisavljević, L.Z., 2008.** *European Journal of Entomology*, 105 (3) : 495-501.
380. **Torres J.B, Silva-Torres C.S.A, et Oliveira J.V., 2003.** Toxicity of pymetrozine and thiamethoxam to *Aphelinus gossypii* and *Delphastus pusillus*. *Pesq Agropec Bras*, 38 : 459-466.
381. **Torres J.B. et Ruberson J.R., 2004.** Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisusnigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. *Neotropical Entomology*, 33 : 99-106.
382. **Torres-Quintero, M. C., Arenas-Sosa, I., et Peña-Chora, G., 2013.** Hernández-Velázquez, V.M. Feeding chamber for *Myzuspersicae* culture (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 96 : 1600-1602.
383. **Tourte, R., 2005.** Histoire de la recherche agricole en Afrique tropicale francophone. Edition Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 880 p.
384. **Tsitsipis, J.A., Katis, N.I., Margaritopoulos, J.T., Lykouressis, D.P., Avgelis, A.D. Gargalianou, I., Zarpasa, K.D., Perdiki D.C. et Papapanayotou, A., 2007.** A contribution to the aphid fauna of Greece. *Bulletin of Insectology*, 60 (1) : 31-38.
385. **Turpeau, E., Hullé, M. et Chaubet, B., 2010.** Encyclop Aphid le site des Aphicionados. INRA. <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons>. Accessed 12/12-17
386. **Turpeau, E., Hullé, M. et Chaubet, B., 2018.** Fiche d'identification. *Aphis ruborum* Börner, 1932. <https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Especes/Pucerons/Aphis/A.ruborum/Fiche> (accessed 11 July 2020).
387. **Tylianakis, J.M., Didham, R.K., Bascompte, J. et Wardle, D.A., 2008.** Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11 : 1351-1363.
388. **Unal, S., Er A., Akkuzu, E., et Šálek, L., 2017.** Predation Efficacy of the Predator *Coccinella septempunctata* L. on the Aphid Species *Macrosiphum rosae* (L.) in Kastamonu Province Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 49 (1) : 327-330.

389. **Van Achterberg, K. et Zwakhals, K., 2004.** Family Ichneumonidae. Fauna Europaea version 2.4. <http://www.faunaeur.org> [accessed 25th September 2021].
390. **Van Driesche, R.G. et Bellows, T.S., 1996.** Biological control. Edition Chapman and Hall, New York. 539 p.
391. **Van Emden, H.F., 1972.** Aphid technology. Edition Academic press, London, 344p.
392. **Van Emden, H.F. et Harrington, R., 2007.** Aphids as crop pest. Edition Cab International. Wallingford, UK, 717 p.
393. **Van Emden, H. F. et Harrington, R., 2017.** Aphids as crop pests. Edition Cabi. 714p.
394. **Van Lenteren, J.C. et Colazza, S., 2006.** IOBC Newsletter 80. Edition International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC). 85 p.
395. **Van Lenteren, J.C., 2012.** The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biological Control*, 57 : 1-20.
396. **Vandereycken, A., Durieux, D., Joie, E., Haubruge, E. et Verheggen, F.J., 2011.** La coccinelle asiatique est-elle l'aphidiphage dominant dans les agro-ecosystemes? 9^{ème} Conférence Internationale, ravageurs agricultures, 26 - 27 octobre 2011, Montpellier, 56-65.
397. **Vandereycken, A., Durieux, D., Joie, E., Francis, F., Haubruge, E., et Verheggen, F.J. 2015.** Aphid species and associated natural enemies in field crops: what about the invasive ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae)?. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*, 68 : 3-15.
398. **Vanderhofstadt, B. et Jouan, B., 2009.** Guide technique, Culture de la pomme de terre en Afrique de l'ouest. Édition Centre de développement de l'entreprise. 80 p.
399. **Vanhaelen N., Gaspar C. et Francis F., 2002.** Influence of prey host on a generalist aphidophagous predator, *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology*, 99 : 561-564.
400. **Verlinden, L., 1994.** Faune de Belgique. Syrphidés (Syrphidae). Edition Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique : Bruxelles, 289 p.
401. **Verma, J.S, Sharma, K.C., Sood, A. et Sood, M., 2005.** Biology and predatory potential of syrphid predators on *Aphis fabae* infesting *Solanum nigrum* (L.). *Journal of Entomological Research*, 29 (1) : 39-41.
402. **Verma, V., Ravindran, P., et Kumar, P.P., 2016.** Plant hormone-mediated regulation of stress responses. *BMC plant biology*, 16 (1) : 1-10.
403. **Vilcinskis, A. 2016.** Biology and ecology of aphids. Edition CRC Press. 282 p.

404. Villenave-Chasset, J., et Leblond, S., 2019. Des bandes fleuries pour les auxiliaires dans les grandes cultures? Oui mais lesquelles?. *Innovations Agronomiques*, 75 : 137-151.
405. Vincent, C. et Coderre, D., 1992. La lutte biologique. Gaëtan Morin Edition (Montréal) & Lavoisier Tech Doc, Paris. 671 p.
406. Völkl, W., 1997. Interactions Between Ants and Aphid Parasitoids: Patterns and Consequences for Resource Utilization. In: Dettner K. Bauer G, Völkl W (eds) *Vertical Food Web Interactions: Evolutionary Patterns and Driving Forces* Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp 225-240.
407. Völkl, W., Mackauer, M., Pell, J.K. et Brodeur, J., 2007. Predators, parasitoids and pathogens. In: *Aphids as crop pests*. Edition, CAB international, Oxford, pp 187–233.
408. Waage, J. 2004. La lutte biologique – Réaliser la promesse. *Dossiers Biocontrôle*, décembre, 1 p.
409. Wäckers, F.L., Van Rijn, P.C. et Heimpel, G.E., 2008. Honeydew as a food source for natural enemies: making the best of a bad meal? *Biological Control*, 45 : 176-184.
410. Wale, S.J., Platt, H.W. et Cattlin, N.D., 2008. Diseases, pests and disorders of potatoes: a color handbook. Edition Elsevier. 176 p.
411. Way, M.J. 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annual Review of Entomology*, 8 : 307-344.
412. Wieczorek, K., Kanturski, M. et Junkiert, L., 2013. The sexuales of giant black bark aphid, *Pterochloroides persicae* (Hemiptera, Aphidoidea: Lachninae). *Zootaxa*, 3626 (1) : 094-098.
413. Wieczorek, K. et Chlond, D., 2019. Description of the previously unknown sexual morphs of *Eucarazzia elegans* from Iran and Pakistan and the northernmost record of viviparous generation from Europe. *Bulletin of Insectology*, 72 (2) : 177-186.
414. Winkler, K. 2005. Assessing the risks and benefits of flowering field edges: strategic use of nectar sources to boost biological control. Thèse de Doctorat, Wageningen University, Netherlands. 252 p.
415. Xiao-Sheng, C., Xing-Min, W. et Shun-Xiang, R., 2013. A Review of the Subgenus *Scymnus* of *Scymnus* from China (Coleoptera: Coccinellidae). *Annales Zoologici*, 63 (3) : 417-499.
416. Yattara, A.A.A., Coulibaly, A.K., Francis, F., 2013. 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) : 1-7.

417. **Yattara, A.A.A., et Francis, F., 2013.** Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons: illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. *Faunistic Entomology*, 66 : 89-95.
418. **Yoccoz, N. G., Delestrade, A. et Loison, A., 2010.** Impact des changements climatiques sur les écosystèmes alpins : comment les mettre en évidence et les prévoir?. *Journal of Alpine Research/ Revue de géographie alpine*, 1-12.
419. **Zalom, FG., Shaw, D.V. et Larson, K.D., 2006.** Strawberry insects and mites in California, ecology and control. In: *Encyclopedia of Pest Management*. Marcel Dekker, Inc. New York. 634 p.
420. **Zarkani, A., Turanli F., Sönmez, Ç., Bayram, E. et Özdemir, O., 2017.** Incidence and economic impact of the mint aphid, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera, Aphididae) on some common sage. *Turkish Journal of Entomology*, 41(4) : 383-392.
421. **Zarkani, A. et Turanli, F., 2019.** Insect Pests Complex of Common Sage (*Salvia officinalis* L.) (Lamiaceae) and Their Natural Enemies. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (1) : 34-42.
422. **Zhang, Y., Wang L., Wu, K., Wyckhuys, K.A. et Heimpel, G.E., 2008.** Flight performance of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) under different temperature and humidity regimens. *Environmental Entomology*, 37 (2) : 301 - 306.
423. **Zheng, Z., Liu, H., Wang, X., Wu, X., Chen, Y., Deng, J., Chen, X., Li, Y. et Pu, D., 2019.** Development and reproduction of the hoverfly *Eupeode scorollae* (Diptera: Syrphidae). *Journal of Earth Sciences & Environmental Studies*. 4 (4) : 654-666.

Annexes

Annexe 1 : Coccinellidae recensées sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



**Adulte d'*Adonia variegata*
(zoom optique×4,5)**



**Adulte de *Coccinella algerica*
(zoom optique×4,5)**



Adulte de *Scymnus pallipediformis* (G :4 ×10)



Adulte de *Hyperaspis duvergeri* (G :4 ×10)



Adulte de *Scymnus interruptus* (G :4 ×10)



Adulte de *Scymnus apetzi* (G :4 ×10)

Annexe 2 : Syrphidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



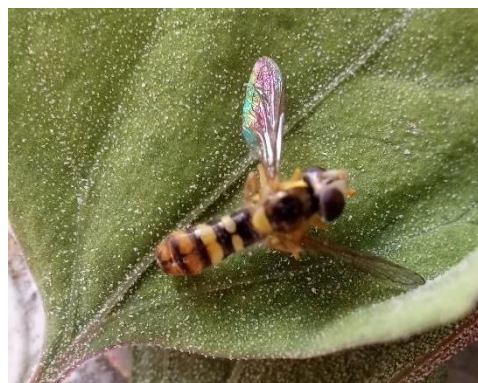
**Adulte de *Syrphus ribesii*
(zoom optique×4,5)**



**Adulte d'*Episyrphus balteatus*
(zoom optique×4,5)**



**Adulte de *Melanostoma scalare*
(zoom optique×4,5)**



**Adulte de *Sphaerophoria scripta*
(zoom optique×4,5)**

Annexe 3 : Cecidomyiidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



Larve d'*Aphidoletes aphidimyza* (G :4×10)



**Adulte d'*Aphidoletes aphidimyza*
(G :2×10)**

Annexe 4 : Braconidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



Adulte de *Lysiphlebus testaceipes* (G : 2× 10)



**Adulte de *Diaeretiella rapae*
(G : 2× 10)**



Adulte d'*Aphidius ervi* (G : 2× 10)



**Adulte d'*Aphidius colemani*
(G : 2× 10)**

Annexe 5 : Megaspilidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



Adulte de *Dendrocerus carpenteri* (G : 2× 10)

Annexe 6 : Alloxystidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



Adulte d'*Alloxysta victrix* (G : 2× 10)

Annexe 7 : Chrysopidae recensés sur les solanacées cultivées (Originale, 2021)



Larve de *Chrysoperla carnea* (G : 2× 10)



**Nymphe de *Chrysoperla carnea*
(G : 2× 10)**

Annexe 8 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Louane dans la région de Tala Athmane en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus lividus</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Amaranthus</i> sp.
	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Chenopodium album</i>
	<i>Chenopodium</i> sp.
Asteraceae	<i>Sonchus arvensis</i>
	<i>Picridis echoides</i>
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum arvensis</i>
	<i>Polygonum aviculare</i>
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>

Annexe 9 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Désirée dans la région de Makouda en 2020.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
Asteraceae	<i>Picridis echoides</i>
	<i>Sonchus olearceus</i>
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>
Poaceae	<i>Hordeum marinum</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum arvensis</i>
	<i>Rumex</i> sp.
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprea</i>
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>

Annexe 10 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Fabula dans la région de Boukhalfa en 2020.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus lividus</i>
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Galactites tomentosa</i>
	<i>Picridis echoides</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
Poaceae	<i>Hordeum marinum</i>
Polygonaceae	<i>Polygonum arvensis</i>
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 11 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Timate dans la région de Baghlia à Boumerdès en 2020.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Asteraceae	<i>Picridis echoides</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
	<i>Sonchus olearceus</i>
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>
Poaceae	<i>Digitari aciliaris</i>
Primulaceae	<i>Angallis arvensis</i>

Annexe 12 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de pomme de terre variété Liseta dans la région de Boukhalfa en 2019.

Familles	Espèces
Fabaceae	<i>Hedysarum flexuosum</i>
	<i>Vicia sicula</i>
Orobanchaceae	<i>Orobanche crenata</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprea</i>
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>
Poaceae	<i>Avena sterelis</i>
Polygonaceae	<i>Rumex sp.</i>

Annexe 13 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de tomate variété Zin 45 dans la région de Boukhalfa en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus lividus</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
	<i>Chenopodium album</i>
Asteraceae	<i>Picridis echoides</i>
	<i>Sonchus olearceus</i>
	<i>Sonchus asper</i>
Boraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprea</i>
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>
	<i>Elymus repens</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>
Primulaceae	<i>Angallis arvensis</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>

Annexe 14 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de tomate variété Kawa dans la région d'Oued Aissi en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Chenopodium album</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
Asteraceae	<i>Sonchus olearceus</i>
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>
Poaceae	<i>Hordeum arinum</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 15 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de tomate variété Zahra dans la région de Tizi-Ouzou en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i>
	<i>Amaranthus lividus</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Asteraceae	<i>Sonchus olearceus</i>
	<i>Sonchus asper</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>
Primulaceae	<i>Angallis arvensis</i>
Poaceae	<i>Avena fatua</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
	<i>Hordeum vulgare</i>
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>
	<i>Rumex sp.</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>

Annexe 16 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de piment variété Biskra dans la région d'Oued Aissi en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Asteraceae	<i>Sonchus olearceus</i>
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprea</i>
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>
	<i>Rumex sp.</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 17 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de piment variété Joker dans la région d'Oued Aissi en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Chenopodium album</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
Asteraceae	<i>Sonchus olearceus</i>
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Hordeum marinum</i>

Annexe 18 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de piment variété Capillon dans la région d'Oued Falli en 2021.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Asteraceae	<i>Sonchus olearceus</i>
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>
Plantaginaceae	<i>Veronica arvensis</i>
Poaceae	<i>Avena fatua</i>
	<i>Avena sativa</i>
	<i>Avena sterilis</i>
	<i>Polypogon monspeliensis</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 19 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de piment variété Mexicaine dans la région de Boukhalfa en 2021.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Amaranthus sp.</i>
Poaceae	<i>Avena fatua</i>
	<i>Avena sativa</i>
	<i>Avena sterilis</i>
	<i>Cynodon dactylon</i>
	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 20 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de poivron variété Lipari dans la région de Azazga en 2021.

Familles	Espèces
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>
	<i>Rumex sp.</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Annexe 21 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle de poivron variété Grinil Giro dans la région de Timizart en 2021.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Chenopodium album</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Hordeum marinum</i>

Annexe 22 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle d'aubergine variété Adria dans la région d'Oued Aissi en 2019.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Avena fatua</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
	<i>Echinochloa colona</i>

Annexe 23 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle d'aubergine variété Galine dans la région de Draâ Ben Khedda en 2021.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Chenopodium album</i>
	<i>Calendula arvensis</i>
Poaceae	<i>Avena sativa</i>
	<i>Avena fatua</i>
	<i>Hordeum marinum</i>

Annexe 24 : Liste des plantes adventices recensées dans la parcelle d'aubergine Classique dans la région de Baghlia en 2021.

Familles	Espèces
Amaranthaceae	<i>Calendula arvensis</i>
Poaceae	<i>Avena fatua</i>
	<i>Avena sativa</i>
	<i>Hordeum marinum</i>
	<i>Polypogon monspeliensis</i>
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>

Publications internationales

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

S. Ait Amar^{1*} , K. Benoufella-Kitous¹  & F. Medjdoub-Bensaad² 

¹Laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux, Département de Biologie Animale et Végétale, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algeria

²Laboratoire de Reproduction, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algeria

Since aphids are considered among the most dangerous pests to crops, it is important to know the species existing in a given biotope. The results showed a total richness of 48 aphid species, divided into 29 genera, six tribes and four subfamilies. *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* are the most captured species with 14.74 %, 11.96 % and 9 % respectively. This paper presents the first finding of *Aphis ruborum* (Börner & Schilder, 1931) (Hemiptera: Aphididae) for Algeria and the second record for the African continent. This aphid is reported for the first time from the Tizi-Ouzou province. The first winged individuals were caught in yellow traps installed in a potato field in Makouda (Tizi-Ouzou, northern Algeria). Several colonies were detected on wild brambles around this field. Two aphid species are found on potato leaves, namely *M. persicae* and *A. fabae*. *M. persicae* was the most abundant species with 1082 individuals.

Key words: first record, bramble aphid, winged aphids, Algeria, Africa.

INTRODUCTION

The potato is one of the most consumed vegetable and the main food resources in the world (Brillaud 2008; Marchoux 2008). The potato crops are attacked by pests, among them aphids. The direct damage is caused by these pests to the crop by sap sucking, they reduce the resources available for growth and development of the plant (Blackman & Eastop 2000, 2006). The most important potato virus diseases are Potato Virus Y (PVY = mosaic, genus *Potyvirus*, family Potyviridae), Potato Leafroll Virus (PLRV, genus *Polerovirus*, family Luteoviridae) and Cucumber Mosaic Virus (CMV), all being aphid (Hemiptera: Aphididae)-transmitted (Radcliffe & Ragsdale 2002; Lin *et al.* 2016; Shi *et al.* 2016).

Aphids are very widespread, with more than 4700 species having been recorded worldwide (Remaudière & Remaudière 1997); among them, about 450 aphid species have been identified as pests of cultivated plants (Blackman & Eastop 2000). The genus *Aphis* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Aphididae: Aphidinae) is the most predomi-

nant within the subfamily Aphidinae and the tribe Aphidini (Remaudière & Remaudière 1997; Favret 2017), with more than 500 species described to date (Blackman & Eastop 2020). This genus accounts for more than 10 % of Aphididae in the world (Coeur d'Acier *et al.* 2010). Among species of this genus, the bramble aphid *Aphis ruborum* (Börner & Schilder 1931) is a monoecic species (adults grow on the same host species), with a parthenogenetic (holocyclic) cycle (Reddick *et al.* 2019). In Europe, this species overwinters in the egg stage (Alford 2014).

This species was described for the first time from Central Europe as *Doralis ruborum* (Börner & Schilder 1931). Subsequently, it was recorded from Asia (Bodenheimer 1937). In Africa, this aphid was first reported from Egypt by Habib & El Kady (1961). In South America, it was discovered by Blackman & Eastop (1984). In 2012 it was reported for the first time from Washington State in the U.S.A. (Havelka *et al.* 2012) and in 2013, Aguiar *et al.* (2013) recorded this species for the first time from



*Author for correspondence. E-mail: samia.aitamar@ummto.dz

Received 16 February 2021. Accepted 3 July 2021

ISSN 1021-3589 [Print]; 2224-8854 [Online]
DOI: <https://doi.org/10.4001/003.029.0649>

African Entomology 29(2): 649–657 (2021)
©Entomological Society of Southern Africa

Chile and Argentina. Hence the objective of this study was to evaluate the diversity and abundance of aphids in potato crops. In this study, we report this species for the first time from Algeria, which constitutes a second record from Africa. The morphological characteristics of *A. ruborum* as a wild bramble aphid in Algeria have been reported.

MATERIAL AND METHODS

The study region

The research site was an agricultural potato field located in Makouda (36°47'31"N 4°03'45"E) (Fig. 1), in the province of Tizi-Ouzou (North Algeria) at an altitude of 116 m. Tizi-Ouzou is characterised by a Mediterranean climate. It is located in the sub-humid bioclimatic stage with mild winters. The potato plot was planted on 15 January 2020 and the aphid fauna observations began from 20 February until 5 May 2020.

Trapping of winged aphids

Sampling was carried out over 12 weeks, from 20 February 2020 until the end of the crop on 7 May 2020. The study plot was divided into nine homogeneous blocks and in the middle of each, a yellow Von Moerik trap (diameter 27 cm, height 10 cm),

filled with water and a few drops of detergent (dishwashing liquid) was placed in order to trap the winged aphids during their flight. This colour tends to cause these insects to land (Yattara *et al.* 2013a).

At each weekly observation, water in the traps was renewed. The trapped aphids were harvested weekly using a brush and placed in tubes filled with 70 % ethanol.

Visual observation of aphids on potato leaves

Once a week, in each block of the study plot, one plant was chosen and the aphids found on the potato leaves were collected into a tube filled with 70 % ethanol, using a brush. Aphids trapped and taken from the plants were sorted and then identified.

For the identification of the specimens, the morphological characteristics (in particular: the antennae, the frontal tubercles, the tarsi, the cauda, the colour and the shape of the siphunculi, the pigmentation of the abdomen and venation of the wings) were observed after having mounted the individuals using the technique of Miller *et al.* (2013). The individuals were identified using the keys in Stroyan (1961), Jacky & Bouchery (1982), Autrique & Ntahimpera (1994), Remaudière *et al.*

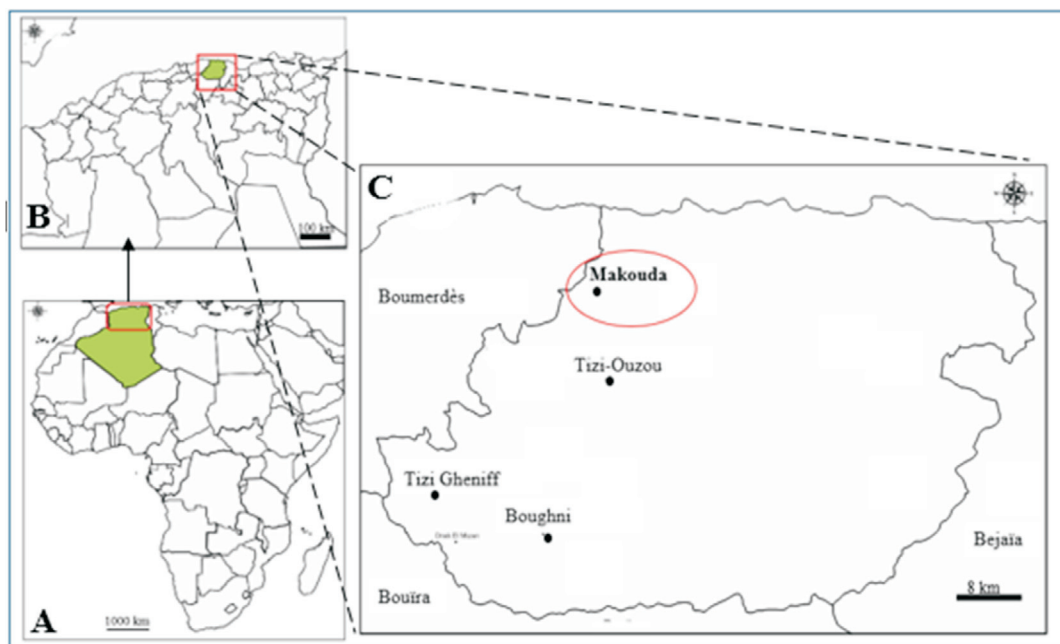


Fig. 1. Maps of the aphid research site. **A.** Map of Africa. **B.** Map of north Algeria showing Tizi-Ouzou region. **C.** Map of Tizi-Ouzou with the research site.

(1985), Leclant (1999) and Blackman & Eastop (2000, 2006).

RESULTS

During the 12 weeks of trapping period using yellow traps, 48 aphid species were identified. All the aphids collected belong to the family Aphididae, and within it, to four subfamilies: Aphidinae, Chaitophorinae, Pemphiginae and Calaphidinae. more than 91 % of the species belonged to the Aphidinae (Table 1). This subfamily is composed of two tribes, the Aphidini and the Macrosiphini, during this study 29 genera were identified in the genus *Aphis*, which was the most dominant with eight species.

This study revealed the presence of *A. ruborum* for the first time in Algeria. The first winged individuals were observed during March 2020. The identified specimens were deposited in the

insect collection of the Plant Production, Improvement and Protection Laboratory, Department of Biology, Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou. After searching for the source of the aphids, a population of *A. ruborum* was discovered on 12 March 2020 just beyond the study field on young shoots of *Rubus* sp. (Fig. 2). The population number observed on young shoots of 3.4 cm was 61 individuals. This population was composed of larvae, nymphs, apterous adults and winged adults.

A total of 719 alate aphids were caught during this study (Table 2). *Aphis fabae*, *A. gossypii* and *M. persicae* were the most commonly observed species with 14.74 %, 11.96 % and 9 %, respectively. The frequencies of occurrence of aphid species show variable values. Three species were constant, they were *A. fabae*, *A. gossypii* and *M. persicae*. Five species are regular, 21 species are incidental and 24 species are accidental.

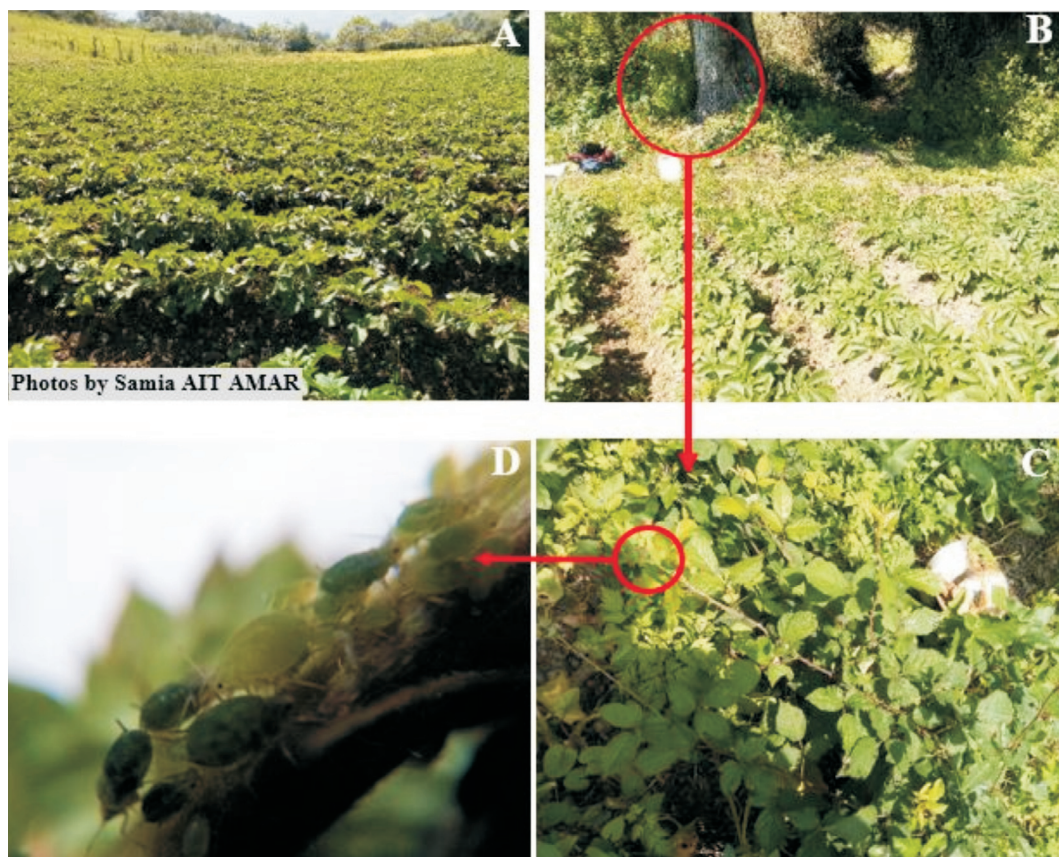


Fig. 2. A, Potato field. B, Edge made up of several trees, weed shrubs and bramble. C, Wild bramble on which the colony of *Aphis ruborum* was observed on 12 March 2020. D, Population of *Aphis ruborum* (optical magnification $\times 6$).

Table 1. List of aphids recorded in potato crops.

Family	Subfamilies	Tribes	Genera	Species
Aphididae	Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. coreopsidis</i> (Thomas, 1878) <i>A. craccivora</i> Koch, 1854 <i>A. fabae</i> Scopoli, 1763 <i>A. gossypii</i> Glover, 1877 <i>A. idaei</i> van der Goot, 1912 <i>A. nasturtii</i> Kaltenbach, 1843 <i>A. spiraeicola</i> Patch, 1914 <i>A. ruborum</i> (Börner et Schilder, 1931) <i>Aphis</i> sp.
			<i>Hyalopterus</i> <i>Rhopalosiphum</i>	<i>H. pruni</i> (Geoffroy, 1762) <i>R. insertum</i> (Walker, 1849) <i>R. maidis</i> (Fitch, 1856) <i>R. padi</i> (Linnaeus, 1758) <i>R. rufiabdominalis</i> (Sasaki, 1899)
	Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Schizaphis</i> <i>Amphorophora</i> <i>Acyrtosiphon</i> <i>Aulacorthum</i> <i>Brachycaudus</i>	<i>S. graminum</i> (Rondani, 1852) <i>A. rubi</i> (Kaltenbach, 1843) <i>A. pisum</i> (Harris, 1776) <i>A. solani</i> (Kaltenbach, 1843) <i>B. cardui</i> (Linnaeus, 1758) <i>B. helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843) <i>B. amygdalinus</i> (Schouteden, 1905)
			<i>Brevicoryne</i> <i>Cavariella</i> <i>Capitophorus</i> <i>Diuraphis</i> <i>Dysaphis</i>	<i>B. brassicae</i> (Linnaeus, 1758) <i>C. aegopodii</i> (Scopoli, 1763) <i>C. theobaldi</i> (Gillette et Bragg, 1918) <i>C. hippophae</i> (Walker, 1852) <i>Capitophorus</i> sp. <i>D. noxia</i> (Mordvilko, 1913) <i>D. apiifolia</i> (Theobald, 1923) <i>D. foeniculus</i> (Theobald, 1923) <i>D. plantaginea</i> (Passerini, 1860)
01	04	06	<i>Hyadaphis</i> <i>Hyperomyzus</i> <i>Lipaphis</i> <i>Macrosiphum</i> <i>Megoura</i> <i>Myzus</i>	<i>H. foeniculi</i> (Passerini, 1860) <i>H. lactucae</i> (Linnaeus, 1758) <i>Hyperomyzus</i> sp. <i>L. erysimi</i> (Kaltenbach, 1843) <i>M. euphorbiae</i> Thomas, 1878 <i>M. rosae</i> Linnaeus, 1758 <i>M. viciae</i> Buckton, 1876 <i>M. ascalonicus</i> Doncaster, 1946 <i>M. cerasi</i> (Fabricius, 1775) <i>M. ornatus</i> Laing, 1932 <i>M. persicae</i> (Sulzer, 1776) <i>Myzus</i> sp.
			<i>Nasonovia</i> <i>Phorodon</i> <i>Rhopalosiphoninus</i> <i>Sitobion</i> <i>Uroleucon</i> <i>Wahlgreniella</i> <i>Sipha</i>	<i>N. ribisnigri</i> (Mosley, 1841) <i>P. humuli</i> (Schränk, 1801) <i>R. staphyleae</i> (Koch, 1854) <i>S. avenae</i> (Fabricius, 1775) <i>U. sonchi</i> (Linnaeus, 1767) <i>W. nervata</i> (Gillette, 1908) <i>S. maydis</i> Passerini 1860
	04	06	<i>Chaitophorus</i> <i>Pemphigus</i>	<i>C. populeti</i> (Panzer, 1801) <i>P. bursarius</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pemphigus</i> sp.
			<i>Therioaphis</i>	<i>T. trifolii</i> (Monell, 1882)
01	04	06	29	48

Table 2. Values of centesimal frequencies (%) and consistency of species trapped with yellow traps on potato crops.

Aphid species	Number of individuals	Relative abundance	Consistency	Category
<i>A. coreopsidis</i>	2	0.28	8.33	Accidental
<i>A. craccivora</i>	51	7.09	58.33	Regular
<i>A. fabae</i>	106	14.74	91.66	Constant
<i>A. gossypii</i>	86	11.96	91.66	Constant
<i>A. idaei</i>	3	0.42	8.3	Accidental
<i>A. nasturtii</i>	9	1.25	25	Incidental
<i>A. spiraecola</i>	20	2.8	33.33	Incidental
<i>A. ruborum</i>	11	1.53	25	Incidental
<i>Aphis</i> sp.	14	1.95	33.33	Incidental
<i>H. pruni</i>	1	0.14	8.33	Accidental
<i>R. insertum</i>	8	1.11	16.67	Accidental
<i>R. maidis</i>	21	2.92	50	Regular
<i>R. padi</i>	24	3.34	50	Regular
<i>R. rufiabdominalis</i>	9	1.25	33.33	Incidental
<i>S. graminum</i>	9	1.25	33.33	Incidental
<i>A. rubi</i>	2	0.28	16.66	Accidental
<i>A. pisum</i>	13	1.8	33.33	Incidental
<i>A. solani</i>	16	2.22	41.66	Incidental
<i>B. cardui</i>	12	1.67	50	Regular
<i>B. helichrysi</i>	4	0.56	16.66	Accidental
<i>B. amygdalinus</i>	6	0.83	25	Incidental
<i>B. brassicae</i>	8	1.11	33.33	Incidental
<i>C. aegopodii</i>	12	1.67	41.66	Incidental
<i>C. theobaldi</i>	9	1.25	33.33	Incidental
<i>C. hippophae</i>	3	0.42	8.33	Accidental
<i>Capitophorus</i> sp.	2	0.3	16.66	Accidental
<i>D. noxia</i>	3	0.42	16.66	Accidental
<i>D. apiifolia</i>	5	0.7	16.66	Accidental
<i>D. foeniculus</i>	9	1.25	33.33	Incidental
<i>D. plantaginea</i>	11	1.52	33.33	Incidental
<i>H. foeniculi</i>	12	1.67	33.33	Incidental
<i>H. lactucae</i>	35	4.87	50	Regular
<i>Hyperomyzus</i> sp.	2	0.28	8.33	Accidental
<i>L. erysimi</i>	4	0.55	16.66	Accidental
<i>M. euphorbiae</i>	37	5.14	41.66	Incidental
<i>M. rosae</i>	6	0.83	16.66	Accidental
<i>M. viciae</i>	1	0.14	8.33	Accidental
<i>M. ascalonicus</i>	4	0.55	16.66	Accidental
<i>M. cerasi</i>	6	0.83	25	Incidental
<i>M. ornatus</i>	3	0.42	16.66	Accidental
<i>M. persicae</i>	64	9	75	Constant
<i>Myzus</i> sp.	2	0.28	8.33	Accidental
<i>N. ribisnigri</i>	2	0.28	8.33	Accidental
<i>P. humuli</i>	2	0.28	8.33	Accidental
<i>R. staphyleae</i>	5	0.7	25	Incidental
<i>S. avenae</i>	7	0.97	25	Incidental
<i>U. sonchi</i>	3	0.42	16.66	Accidental
<i>W. nervata</i>	6	0.83	33.33	Incidental
<i>S. maydis</i>	3	0.42	16.66	Accidental
<i>C. populeti</i>	6	0.83	16.66	Accidental
<i>P. bursarius</i>	13	1.81	41.66	Incidental
<i>Pemphigus</i> sp.	1	0.14	8.33	Accidental
<i>T. trifolii</i>	6	0.83	16.66	Accidental
Total	719	100	–	–

On the other hand, *M. persicae* and *A. fabae*, were observed on potato leaves. *Myzus persicae* was the most dominant species with the frequency of 80.6 %, but *A. fabae* was observed with the frequency of 19.4 %. Of the aphids observed on potato leaves, 57.03 % were recorded in April while the lowest number was observed in May with nine individuals, with a frequency of 0.67 %.

Description of *A. ruborum*

According to Dransfield & Brightwell (2015), the wingless forms of *A. ruborum* are generally dark blue-green in spring and pale yellow-green in summer. They were 0.8 to 1.0 mm long. The dorsal abdominal part is mostly pale (Fig. 3). The siphunculi were pale, but with dark bases. They measured 1.1 to 2 times the length of the cauda. The antennae of the winged and wingless forms are pale, clear and are equal to half the body length.

According to Turpeau *et al.* (2018) the alate adult has a slightly sinuous forehead. The abdomen has large marginal sclerites (Fig. 4). The siphunculi are short, dark to black. The cauda is short, stocky and paler than the siphunculi. The last segment of rostrum is long.

DISCUSSION

The study of potato aphids diversity revealed a significant number of species. Indeed, 48 aphid species were identified. The study conducted by Ait Amar & Benoufella-Kitous (2021) in three regions of Tizi-Ouzou (Algeria) revealed the existence of 55 aphid species in Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou, Algeria). Laamari & Akkal (2002), in Sétif (Algeria), revealed the presence of 39 species divided into three subfamilies on potato crops, 42 species were captured in Belgium by Yattar & Francis (2013) in the study on the trapping methods of aphids on potato crops. In all these studies, the subfamily Aphidinae is the most predominant with two tribes, Aphidini and Macrosiphini, the latter being richer and predominant with two tribes, Aphidini and Macrosiphini, the latter being richer in species. This shows the great capacity of the Aphidinae to colonise agricultural environments.

From our results it appears that *A. fabae* and *A. gossypii* are the most observed species with 14.74 % and 11.96 %. Laamari & Akkal (2002) state that among the three dominant species, *A. fabae* and *A. gossypii* are the most observed with 8.9 %

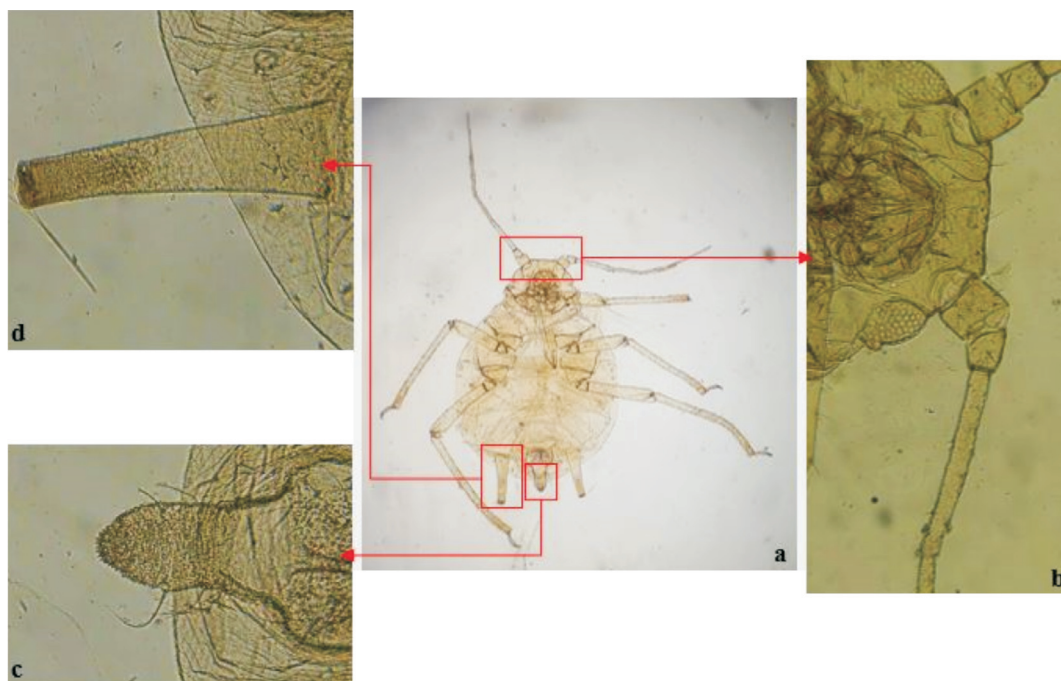


Fig. 3. Bramble aphid *Aphis ruborum*. **a.** Apter vivipare female (G 4x10). **b.** Antennal tubercles (G 10x10). **c.** Cauda (G 10x10). **d.** Siphunculus (G 10x10).

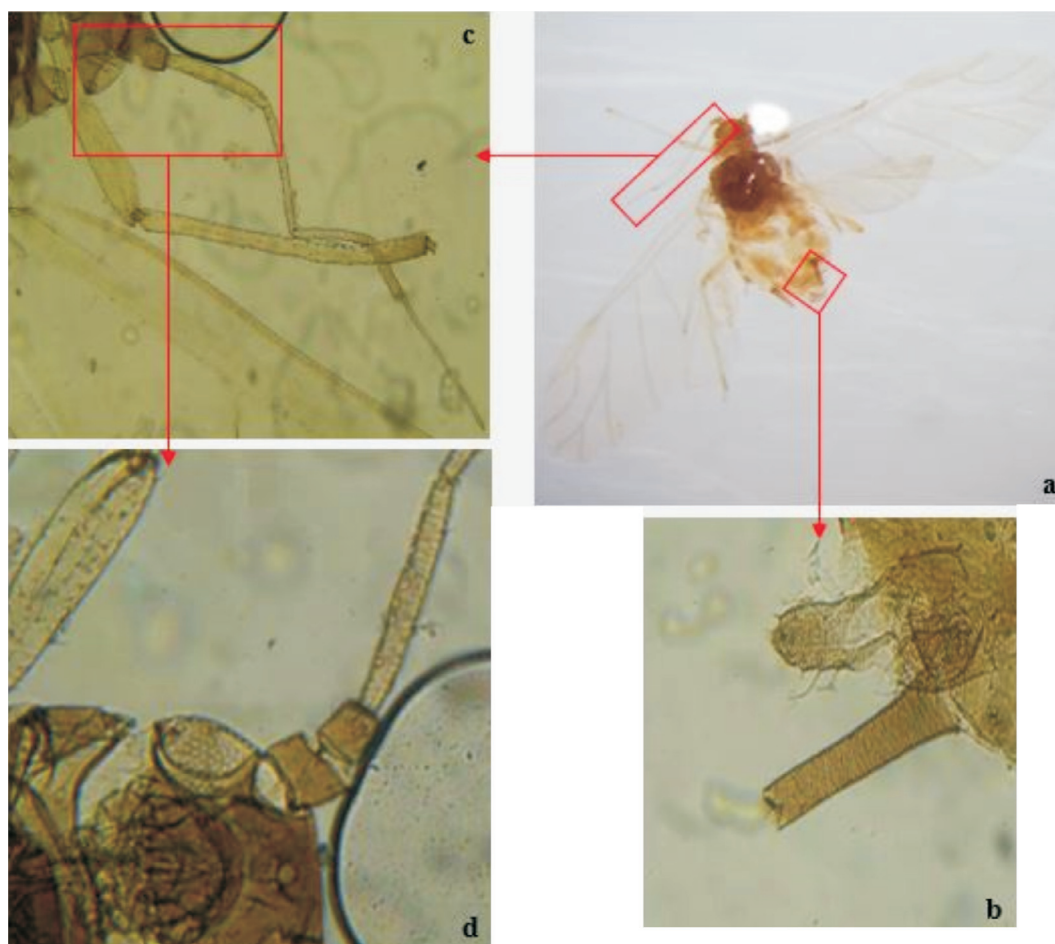


Fig. 4. Bramble aphid *Aphis ruborum*. **a**, Alate vivipare female (G 4×10). **b**, Siphunculus and cauda. **c**, Antenna (G 10×10). **d**, Secondary rhinaria on antenna segment III (G 10×10).

and 8.6 % respectively. These same species were also reported by Ait Amar & Benoufella-Kitous (2021) with a frequency of 11.8 % and 16.41 % respectively in Aghribs (Tizi-Ouzou).

The discovery of *A. ruborum* at Makouda in northern Algeria is the second record of this species in Africa, 59 years after its first appearance in Egypt. The individuals observed on their host plant (*Rubus* sp.) were blue-green and they colonised the young shoots. According to Blackman & Eastop (2000) they also found that the population of *A. ruborum* is blue-green in spring with pale siphunculi and found on young shoots. This species has now been recorded from Europe, North Africa, the Middle East, Pakistan and Chile (Blackman & Eastop 2006). In Georgia, *A. ruborum* was found on *Rubus* sp. (Bakhtadze *et al.* 2010),

in Greece on *Rubus ulmifolius* and *R. hirtus* (Kavallieratos *et al.* 2007; Kavallieratos *et al.* 2010). In Portugal, Aguiar *et al.* 2013 reported *A. ruborum* for the first time on the island of São Jorge. In India, this species was firstly reported on *Rubus* spp. (Basu 1969). In Turkey, this species was recorded on *R. caesuis* (Aslan *et al.* 2004; Aslan & Uygün 2005). In 2019, Riddick *et al.* reported this species for the first time from Mississippi, U.S.A., on strawberries grown in greenhouses. According to Blackman & Eastop (2000, 2006), *A. ruborum* is associated with wild and cultivated species of blackberries (*Rubus* spp.), and occasionally on strawberries (*Fragaria* sp.).

Two aphid species are found on potato leaves, namely *M. persicae* and *A. fabae*. According to Hullé *et al.* (1999), those species are characteristic of this

crop. Three aphid species was reported in Tizi-Ouzou (Algeria), they are *M. persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* and *A. gossypii* (Ait Amar & Benoufella-Kitous 2021). *Myzus persicae* and *A. fabae* was reported by Laamari & Akkal (2002) in Setif (Algeria). Laamari (2004), in Biskra (Algeria), noted the presence of *M. euphorbiae* and *M. persicae* on a potato crop. In Kati and Sikasso (Mali), Yattara *et al.* (2013b) highlight the presence of *A. gossypii* and *M. persicae* on this crop for three consecutive years. The difference between the abundance of the two species observed on the leaves of potato crops in all fields, could be due to the arrival order of the winged adults, and may be due to the competition phenomenon. Aphids can respond differently when they are feeding on the same plant. According to Telang *et al.* (1999), this dietary variation is related to the capacity of aphid species to encourage the plant to produce a richer diet, especially on amino acid.

CONCLUSION

Our study carried out on aphid diversity in potato crops, shows the existence of 48 species of

aphids with *A. ruborum* being recorded for the first time in Algeria. This species was trapped on yellow traps placed in potato fields and observed on some young shoots of bramble in the locality of Makouda (Tizi-Ouzou, northern Algeria). It would be interesting to continue observations for a long time to identify its different host plants, to determine the occurrence of its attacks over time and to identify its natural enemies. In addition, it would also be interesting to determine its life cycle and distribution across Algeria.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to N. Pérez Hidalgo, researcher at the University of Valencia, Spain, for the confirming the identity of *A. ruborum* species. We would also like to thank R. Ait Amar for his valuable and appreciated help during the whole sampling period.

*ORCID iDs

S. Ait Amar:  orcid.org/0000-0003-4967-1190

K. Benoufella-Kitous:  orcid.org/0000-0002-5448-5555

F. Medjdoub-Bensaad:  orcid.org/0000-0002-9396-3775

REFERENCES

- AGUIAR, A.M.F., ILHARCO, F.A., KHADEM, M. & MOREIRA, M. 2013. New records of aphids (Hemiptera: Aphidoidea) from Madeira and Azores Archipelagos. *Entomologist's Monthly Magazine* **149**: 235–254.
- AIT AMAR, S. & BENOUFFELLA-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.
<http://dx.doi.org/10.14720/aas.2021.117.1.1768>
- ALFORD, D.V. 2014. *Pests of Fruit Crops: a Colour Handbook*. 2nd Edition. Plant Protection Handbook Series. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton, FL, U.S.A.
- ASLAN, M.M. & UYGUN, N. 2005. The aphidophagous coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) species in Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* **29**: 201–209.
- ASLAN, M.M., UYGUN, N. & STARÝ, P. 2004. A survey of aphid parasitoids in Kahramanmaraş, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera: Aphelinidae). *Phytoparasitica* **32**: 255–263.
- AUTRIQUE, A. & NTAHIMPERA, L. 1994. *Atlas des Principales Espèces de Pucerons Rencontrées en Afrique Sub-saharienne*. Publication Agricole No. 33. Administration Générale de la Coopération au Développement, Brussels, Belgium. 78 pp.
- BAKHTADZE, N., KINTSURASHVILI, N., BAKHTADZE, G., BARJADZE, S., ZHUKOVSKAYA, N. & CHAKVETADZE, N. 2010. Karyological study of three species of the genus *Aphis* (Hemiptera: Aphididae) from Georgia. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences* **4**(2): 130–132.
- BASU, A.N. 1969. Further records of new and little-known aphids (Homoptera) from West Bengal, India. *Oriental Insects* **3**(4): 355–371.
- BLACKMAN, R.L. & EASTOP, V.F. 2020. Aphids of the world's plants: an online identification and information guide. [online]
<http://www.aphidsonworldsplants.info>
(accessed 2 May 2020).
- BLACKMAN, R.L. & EASTOP, V.F. 1985. *Aphids on the World's Crops. An Identification Guide*. John Wiley and Sons, Chichester, U.K. 466 pp.
- BLACKMAN, R.L. & EASTOP, V.F. 2000. *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide*. The Natural History Museum, London, U.K. 466 pp.
- BLACKMAN, R.L. & EASTOP, V.F. 2006. *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*. (Limited JWS edition.), The Natural History Museum, London, U.K. 1439 pp.
- BODENHEIMER, F.S. 1937. *Prodromus faunae Palaestinae. Memoires de l'Institut d'Egypte* **33**: 1–286.
- BÖRNER, C. & SCHILDER, F.A. 1931. Aphidoidea, Blattläuse. pp. 551–673. In: Sorauer, P. (Ed.) *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin, Germany.
- BRILLAUD, R. 2008. La pomme de terre peut-elle sauver le monde? *Science et Vie* **1094**: 96–101.

- COEUR D'ACIER, A., PÉREZ-HIDALGO, N. & PETROVIĆ-OBRAĐOVIĆ, O. 2010. Aphids (Hemiptera, Aphididae) Chapter 9.2. *BioRisk* **4**(1): 435–474.
<https://doi.org/10.3897/biorisk.4.57>
- DRANSFIELD, R.D. & BRIGHTWELL, R. 2015. *Aphis ruborum* small bramble aphid, permanent blackberry aphid. Available via Influential Points.
https://influentialpoints.com/Gallery/Aphis_ruborum_small_bramble_aphidPermanent_blackberry_aphid.htm
(accessed 11 July 2020).
- FAVRET, C. 2017. Aphid Species File (Version 5.0/5.0) (accessed 30 April 2020).
www.aphid.speciesfile.org/HomePage/Aphid/HomePage.aspx
- HABIB, A. & EL-KADY, E.A. 1961. The Aphididae of Egypt (Hemiptera: Homoptera). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* **45**: 1–137.
- HAVELKA, J., TOMANOVIĆ, Ž., KAVALLIERATOS, N., RAKHSHANI, E., PONS, X., PETROVIĆ, A., PIKE, K.S. & STARY, P. 2012. Review and key to the world parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphelinidae) of *Aphis ruborum* (Hemiptera: Aphididae) and its role as a host reservoir. *Annals of the Entomological Society of America* **105**: 386–394.
<http://dx.doi.org/10.1603/AN11108>
- HULLE, M., IGHIL, E.T.A., ROBERT, Y. & MONNET, Y. 1999. *Les Pucerons des Plantes Maraîchères. Cycles Biologiques et Activités de Vol*. I.N.R.A., Paris, France. 136 pp.
- JACKY, F. & BOUCHERY, Y. 1982. *Atlas des Formes Ailées des Espèces Courantes de Pucerons*. Institut National de la Recherche Agronomique, Colmar, France. 48 pp.
- KAVALLIERATOS, N.G., TOMANOVIĆ, Ž., SARLIS, G.P., VAYIAS, B.J., ŽIKIC, V. & EMMANOUEL, N.E. 2007. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) on cultivated and self-sown plants in Greece. *Biologia* **62**(3): 335–344.
<https://doi.org/10.2478/s11756-007-0056-x>
- KAVALLIERATOS, N.G., TOMANOVIĆ, Ž., STARY, P., ŽIKIC, V. & PETROVIĆ-OBRAĐOVIĆ, O. 2010. Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphelininae) attacking aphids feeding on Solanaceae and Cucurbitaceae crops in southeastern Europe: aphidiine-aphid-plant associations and key. *Annals of the Entomological Society of America* **103**: 153–164.
<https://doi.org/10.1603/AN09004>
- LAAMARI, M. & AKKAL, Y. 2002. Aphid 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.
<https://doi.org/10.1111/epp.12284>
- LAAMARI, M. 2004. Étude éco-biologique des pucerons des cultures dans quelques localités de l'Est Algérien. Thèse de doctorat d'état en agronomie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA), Alger. 204 pp.
- LECLANT, F. 1999. *Les Pucerons des Plantes Cultivées. Clefs d'identification des Grandes Cultures*. Éditions Institut National de Recherches Agronomiques, Montpellier, France. 98 pp.
- LIN, F.J., BOSQUÉE, E., LIU, Y.J., CHEN, J.L., YONG, L. & FRANCIS, F. 2016. Impact of aphid alarm pheromone release on virus transmission efficiency: when pest control strategy could induce higher virus dispersion. *Journal of Virological Methods* **235**: 34–40.
<https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2016.05.009>
- MARCHOUX, G., GOGNALONS, P. & GÉBRÉ-SÉLASSIÉ, K. 2008. *Virus des Solanacées du Génome Virale à la Protection des Cultures*. Éditions Quae. I.N.R.A., Versailles, France. 843 pp.
- MILLER, G.L., BAUCHAN, G., MITTER, C.E. & TRACY, A. 2013. Preparing soft bodied arthropods for microscope examination: aphids (Insecta: Hemiptera: Aphididae).
https://www.youtube.com/watch?v=IGZGjSG4irc&feature=emupload_owner
(accessed 30 April 2020).
- RADCLIFFE, E.B. & RAGSDALE, D.W. 2002. Aphid transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. *American Journal of Potato Research* **79**: 353–386.
- REMAUDIÈRE, G. & REMAUDIÈRE, M. 1997. *Catalogue des Aphididae du Monde – Catalogue of the World's Aphididae (Homoptera, Aphididae)*. INRA, Paris, France. 376 pp.
- REMAUDIÈRE, G., AUTRIQUE, A., EASTOP, V.E., STARY, P. & AYMOUNIN, G. 1985. Contribution à l'écologie des aphides africains. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italy. 214 pp.
- RIDDICK, E.W., MILLER, G.L., OWEN, C.L., BAUCHAN, G.R., SCHMIDT, J.M., GARIEPY, T., RICHARD, L., BROWN, R.L. & GRODOWITZ, M.J. 2019. Discovery of *Aphis ruborum* (Hemiptera: Aphididae) and *Aphelinus varipes* (Hymenoptera: Aphelinidae) on cultivated strawberry in Mississippi, USA. *Journal of Insect Science* **19** (3): 1–6.
<https://doi.org/10.1093/jisesa/iez045>
- SHI, X., GAO, Y., YAN, S., TANG, X., ZHOU, X., ZHANG, D. & LIU, Y. 2016. Aphid performance changes with plant defense mediated by Cucumber mosaic virus titer. *Virology Journal* **13**(70): 1–7.
<https://doi.org/10.1186/s12985-016-0524-4>
- STROYAN, H.L.G. 1961. La détermination des aphides vivant sur Citrus. *Bulletin Phytosanitaire de la F.A.O.* **9**(4): 45–68.
- TELLANG, A., SANDSTRÖM, J., DYRESON, E. & MORAN, N.A. 1999. Feeding damage by *Diuraphis noxia* results in a nutritionally enhanced phloem diet. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **91**: 403–412.
<https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00508.x>
- TURPEAU, E., HULLÉ, M. & CHAUBET, B. 2018. Fiche d'identification. *Aphis ruborum* Börner, 1932.
<https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Espec/Pucerons/Aphis/A.-ruborum/Fiche-d>
(accessed 11 July 2020).
- YATTARA, A.A.A., COULIBALY, A.K. & FRANCIS, F. 2013a. Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons: illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. *Faunistic Entomology* **66**: 89–95.
- YATTARA, A.A.A., COULIBALY, A.K. & FRANCIS, F. 2013b. 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): 1–7.

Diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures sous serre à Tizi-Ouzou, Algérie

Samia Ait Amar^{1*}, Karima Benoufella-Kitous¹, Ferroudja Medjdoub-Bensaad² & Souad Tahar-Chaouche³

¹ Laboratoire de production, amélioration, protection des végétaux. Département de Biologie. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 15000. Algérie.

² Laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes. Influence des variations climatiques. Département de Biologie. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 15000. Algérie.

³ Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA) Biskra (Algeria).

*Corresponding author: samia.aitamar@ummto.dz

Reçu le 10 août 2021 , accepté le 20 janvier 2022

Les pucerons sont considérés parmi les ravageurs les plus redoutables aux plantes en raison des dégâts sévères qu'ils peuvent occasionner en agriculture, horticulture et sylviculture.

L'étude porte sur la diversité, l'abondance des pucerons et des insectes auxiliaires aphidiphages en cultures sous serre de piment, de tomate et d'aubergine dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie). Un total de 606 pucerons ailés représentant 26 espèces a été capturé à l'aide de pièges jaunes. Une importante diversité est notée pour la culture de piment variété Biskra avec dix huit espèces aphidiennes recensées. Quinze, quatorze et douze espèces aphidiennes ont été observées respectivement dans la culture d'aubergine, de piment variété Joker et de tomate. Cette étude a également permis de capturer le puceron de la menthe *Eucarazzia elegans* pour la deuxième fois en Algérie dans la culture de tomate. Quatorze espèces d'ennemis naturels ont été identifiées parmi lesquelles les coccinelles sont les plus présentes dans les quatre cultures, suivies des syrphes, des parasitoïdes et des chrysopes avec des effectifs moindres. Les parasitoïdes primaires sont représentés par quatre espèces, il s'agit de *Lysiphlebus testaceipes*, *Diaeretiella rapae*, *Aphidius ervi* et *Aphidius colemani*. L'étude a révélé également la présence de trois espèces d'hyperparasitoïdes, il s'agit d'*Alloxysta victrix*, *Dendrocerus carpenteri* et *Dendrocerus* sp. Cette étude qui est une première investigation en Algérie sur les pucerons et leurs ennemis naturels sur les cultures de solanacées (piment, tomate et aubergine) a permis d'obtenir des résultats intéressants.

Mots clés : pucerons, piment, aubergine, tomate, diversité, *Eucarazzia elegans*, ennemis naturels.

Aphids are considered among the most pests of plants because they can cause severe damage in agriculture, horticulture and forestry.

The study on the diversity and abundance of aphids and aphidiphagous insects in pepper, tomato and eggplant crops grown under greenhouse conditions was performed in the province of Tizi-Ouzou (Algeria). A total of 606 winged aphids were trapped representing 26 species. An important diversity was noted for the pepper crop of Biskra variety with eighteen aphid species recorded. Fifteen, fourteen and twelve aphid species were observed in eggplant, pepper Joker variety and in the tomato crops respectively. This study also allowed the catching of the mint aphid *Eucarazzia elegans* for the second time in Algeria in the tomato greenhouse. Fourteen species of natural enemies were also identified. Ladybugs were the most captured in the four greenhouses, followed by hoverflies, parasitoids and lacewings with only a few individuals. The primary parasitoids were represented by four species, namely *Lysiphlebus testaceipes*, *Diaeretiella rapae*, *Aphidius ervi* and *Aphidius colemani*. The survey also revealed the presence of two species of hyper parasitoids; namely *Alloxysta victrix*, *Dendrocerus carpenteri* and *Dendrocerus* sp. This study, is a first investigation in Algeria on aphids and their natural enemies on solanaceous crops (pepper, tomato and eggplant), has provided interesting results.

Keywords: aphids, pepper, aubergine, tomato, diversity, *Eucarazzia elegans*, natural ennemis.

INTRODUCTION

Parmi les angiospermes, la famille des Solanaceae par sa diversité en espèces cultivées est la plus importante pour l'alimentation humaine (Hawkes, 1999). Cette famille comporte 98 genres et environ 2700 espèces dont environ la moitié appartient au genre *Solanum* (Lou *et al.*, 2010). Selon Daunay et Lester (1989), cette famille inclue plusieurs plantes alimentaires économiquement importantes comme la pomme de terre, la tomate, le piment, l'aubergine et d'autres moins connues telle que le Pepino (*Solanum muricatum* Aiton.) ainsi que le tabac *Nicotiana tabacum* L. et d'autres espèces utilisées à des fins pharmaceutiques ou ornementales. Plusieurs ravageurs peuvent nuire à ces plantes durant le cycle végétatif, notamment les pucerons. Ces derniers appartiennent à la famille des Aphididae et constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu. Plus de 4700 espèces sont recensées dans le monde (Remaudière & Remaudière, 1997), dont environ 450 sont identifiées sur des plantes cultivées (Blackman & Eastop, : 2000). Les pucerons sont des insectes piqueurs-suceurs qui se nourrissent de sève, ce qui entraîne un affaiblissement des plantes. En plus des dégâts directs, les pucerons peuvent indirectement nuire à leurs plantes hôtes par la production de miellat, qui réduit la valeur marchande des récoltes (Torres-Quintero *et al.*, 2013). Sur le miellat aphidien excrété se développe des fumagines notamment celles du genre *Cladosporium* et *Aureobasidium* qui sont des champignons qui diminuent la photosynthèse, et obstruent les stomates des feuilles réduisant ainsi la régularité des processus respiratoires des plantes (Capinera, 2001). Les pucerons peuvent également transmettre des virus aux cultures (Torres-Quintero *et al.*, 2013 ; Bosquee *et al.*, 2018). En Algérie, la lutte chimique reste la principale méthode de lutte contre les pucerons. L'utilisation excessive d'insecticides de synthèse entraîne plusieurs effets secondaires, notamment une résistance aux insecticides et des effets nocifs sur les organismes utiles (Bass *et al.*, 2014 ; Jordan *et al.*, 2020). Les pucerons peuvent être contrôlés naturellement par divers ennemis naturels (Lu *et al.*, 2012). Plusieurs insectes prédateurs, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae), les syrphes (Diptera : Syrphidae) sont efficaces ainsi que les parasitoïdes (Hymenoptera : Braconidae). Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons (Dixon, 2000). Les syrphes et les chrysopes sont aphidiphages uniquement au stade larvaire, par contre les adultes sont floricoles (San Martín, 2004). Toutes les espèces de la famille des Braconidae, sous-famille des Aphidiinae sont des endo-parasitoïdes solitaires des pucerons (Völkl *et al.*, 2007) et jouent un rôle très important dans la régulation des populations de ces ravageurs dans des programmes de lutte biologique (Powell & Pell, 2007). Cette étude a pour objectif de déterminer la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages associés aux cultures de piment, d'aubergine et de tomate cultivées sous serre dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Région d'étude

La région de Tizi-Ouzou (Algérie) est située au Nord Algérie, le climat de la région est classé comme Csa (climat tempéré chaud avec été sec et chaud) (Köppen *et al.*, 2011). Le site expérimental se situe à 73 m d'altitude, (Latitude : 36°42'40.69"N, Longitude : 4° 6'38.08"E). L'échantillonnage est mené sur trois cultures (piment, tomate et aubergine) et dans 4 serres dont la surface de chacune est de 320 m². Deux serres de piment, avec deux variétés Joker et Biskra, une parcelle de tomate de variété Kawa et une parcelle d'aubergine variété Adria.

Piégeage des pucerons ailés et des ennemis naturels

Pour effectuer cette étude, chaque serre a été divisée en 9 blocs. Au milieu de chacun, un piège Von Moerik jaune (Ø :27 cm, h : 10 cm) est placé et rempli d'eau avec quelques gouttes de détergent. D'après Yattara *et al.* (2013), les pucerons sont connus pour leur attirance par la couleur jaune. Une fois par semaine, les insectes capturés dans les pièges jaunes sont retirés à l'aide d'un pinceau fin et conservés dans des tubes à essai remplis d'éthanol à 70%. Le changement du contenu du récipient est nécessaire pour un rendement optimal (EDES, 2011). Les autres ennemis naturels des pucerons sont mis dans des boîtes de pétri.

Observations directes des pucerons aptères et des ennemis naturels sur les feuilles

Les pucerons observés sur les feuilles des Solanaceae sont collectés une fois par semaine, à raison d'une plante par bloc. Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un pinceau fin et les échantillons sont mis dans un tube rempli d'éthanol à 70%. Les pucerons parasités et les prédateurs aphidiphages sont mis dans des boîtes de pétri.

Les pucerons piégés et prélevés sur les plantes sont triés puis identifiés sur la base des clés d'identification de Stroyan (1961), Jacky & Bouchery (1982), Autrique & Ntahimpera (1994), Remaudière *et al.* (1985), Leclant (1999) et Blackman & Eastop (2000, 2006).

La détermination des syrphes est effectuée à l'aide des clés d'identification de Stubbs et Falk (1983), Verlinden (1994) et Speight (2015). Les micro-hyménoptères sont identifiés à l'aide des clés de détermination de Stary (1970, 1979); Kavallieratos *et al.* (2001); Tomanovic *et al.* (2003); Rakhshani *et al.* (2005, 2006); Rakhshani *et al.* (2007, 2008); Talebi *et al.* (2009).

Exploitation des résultats

Dans cette étude, les indices de composition (la fréquence centésimale) et de structure (Shannon et l'équitabilité E) sont exploités. La richesse spécifique aphidienne est analysée en calculant les abondances relatives des différentes espèces selon Dajoz (2006) :

$$F(\%) = n_i \times 100/N$$

n_i : Le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : Le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

L'indice de diversité de Shannon varie en fonction du nombre d'espèces présentes et l'abondance de chacune d'entre elles (Barbault, 2008). Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

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

H' : Indice de diversité de Shannon exprimé en unités binaires.

q_i : Probabilité d'occurrence de l'espèce ($q_i = n_i/N$, où n_i : est le nombre d'espèces dans l'échantillon et le nombre d'individus, et N est la somme des n_i de toutes les espèces combinées).

$\log_2$: logarithme - base 2.

L'indice d'équitabilité (E) considère la relation entre les diversités réelle et théorique maximale (Blondel, 1975) selon la formule suivante :

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

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en bits.

$H' \text{ max}$: est l'indice de diversité maximale exprimée en bits, avec

$$H' \text{ max} = \log_2 S$$

S : est la richesse totale correspondant au nombre d'espèces présentes.

RÉSULTATS

Le piégeage des pucerons ailés à l'aide des pièges jaunes installés dans trois cultures (piment, tomate et aubergine) a permis de dresser une liste de 26 espèces (**Tableau 1**). Ces espèces appartiennent 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 et regroupe deux tribus : les Aphidini et les Macrosiphini. Cette dernière est dominante. Dans la parcelle de piments variété Biskra, 18 espèces de pucerons ont été piégées. Elles appartiennent à 11 genres, 4 tribus et 3 sous-familles. Dans la variété Joker, 14 espèces sont recensées appartenant à 11 genres, 3 tribus et 3 sous-familles. Dans la serre d'aubergines, 15 espèces sont observées. Ces espèces sont réparties en 10 genres, 3 tribus et trois sous-familles. Dans la serre de tomates, 12 espèces sont capturées dans les pièges jaunes, appartenant à 7 genres, 2 tribus et 2 sous-familles.

Tableau 1 : Diversité des pucerons recensés à l'aide des pièges jaunes dans les quatre cultures investiguées.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	PO	PB	TO	AU
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i> Koch, 1854	-	+	+	-
			<i>A. fabae</i> Scopoli, 1763	+	+	+	+
			<i>A. gossypii</i> Glover, 1877	+	+	+	+
			<i>A. nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	+	+	-	-
			<i>A. spiraecola</i> Patch, 1914	+	+	+	+
			<i>Aphis</i> sp.	-	-	-	+
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i> (Fitch, 1856)	-	+	-	+
			<i>R. padi</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-
		<i>Schizaphis</i>	<i>S. graminum</i> (Rondani, 1852)	-	-	-	+
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. pisum</i> (Harris, 1776)	-	-	+	+
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A. solani</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+	-	+
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-
			<i>B. amygdalinus</i> (Schouteden, 1905)	+	-	-	-
		<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+	-
		<i>Capitophorus</i>	<i>C. horni</i> Börner, 1931	+	-	-	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>D. apiifolia</i> (Theobald, 1923)	+	+	-	+
			<i>D. foeniculus</i> (Theobald, 1923)	-	-	+	+
			<i>D. plantaginea</i> (Passerini, 1860)	-	+	+	-
		<i>Eucarazzia</i>	<i>E. elegans</i> (Ferrari, 1872)	-	-	+	-
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i> (Passerini, 1860)	-	+	-	-
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
			<i>H. picridis</i> (Börner & Blunck, 1916)	-	+	-	+
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i> Thomas, 1878	+	-	+	+
		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i> (Sulzer, 1776)	+	+	+	+
		<i>Sitobion</i>	<i>S. fragariae</i> (Walker, 1848)	+	-	-	-
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S. maydis</i> Passerini 1860	+	+	-	-
Eriosomatinae	Eriosomatini	<i>Tetraneura</i>	<i>T. ulmi</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	+
03	4	17	26	14	18	12	15

PO : Piment Variété Joker ; **PB** : Piment Variété Biskra ; **TO** : Tomate ; **AU** : Aubergine.

Durant la période d'échantillonnage, 606 individus ont été collectés à l'aide des pièges jaunes installés dans les quatre serres. L'abondance relative de ces espèces varie selon la culture : 26,1%, 22,4% et 19,2% des collectes de *M. persicae* respectivement dans les deux serres de piment (variété Joker et Biskra) et d'aubergine (**Tableau 2**). Au niveau de la culture de tomates, *A. spiraecola* a été dominant avec 23 individus soit une fréquence de 31,4%. Cette étude a également révélé la présence d'*E. elegans* pour la deuxième fois en Algérie. Un seul individu femelle ailé a été capturé durant la période de piégeage. Cet ailé a été collecté le 13 mai 2019. Le spécimen identifié est déposé dans la collection d'insectes du laboratoire de production, amélioration et protection des végétaux, Département de Biologie, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (DZA).

Tableau 2 : Diversité et abondance relative de l'ensemble des espèces capturées à l'aide des pièges jaunes installés dans les quatre serres d'étude.

La culture Espèces	Piment (Joker)		Piment (Biskra)		Tomate		Aubergine	
	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)
<i>A. craccivora</i>	0	0	18	7,9	3	4,23	0	0
<i>A. fabae</i>	15	11,20	23	10,09	2	2,82	15	8,72
<i>A. gossypii</i>	9	6,70	17	7,46	6	8,45	11	6,39
<i>A. nerii</i>	4	3	8	3,51	0	0	0	0
<i>A. spiraeicola</i>	13	9,70	24	10,53	23	32,4	6	3,5
<i>Aphis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	1,2
<i>R. maidis</i>	0	0	6	2,63	0	0	5	2,9
<i>R. padi</i>	3	2,23	9	3,95	0	0	0	0
<i>S. graminum</i>	0	0	0	0	0	0	9	5,23
<i>A. pisum</i>	0	0	0	0	3	4,23	5	2,9
<i>A. solani</i>	7	5,22	13	5,7	0	0	16	9,3
<i>B. cardui</i>	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>B. amygdalinus</i>	3	2,24	0	0	0	0	0	0
<i>B. brassicae</i>	0	0	7	3,1	1	1,41	0	0
<i>C. horni</i>	11	8,21	0	0	0	0	0	0

<i>D. apiifolia</i>	1	0,74	5	2,19	0	0	5	2,9
<i>D. foeniculus</i>	0	0	0	0	2	2,82	3	1,74
<i>D. plantaginea</i>	0	0	5	2,19	4	5,63	0	0
<i>E. elegans</i>	0	0	0	3,07	1	0	0	0
<i>H. foeniculi</i>	0	0	0	0	0	0	9	5,23
<i>H. lactucae</i>	16	11,94	3	1,31	6	8,45	19	11,05
<i>H. picridis</i>	0	0	18	7,89	0	0	12	6,98
<i>M. euphorbiae</i>	13	9,70	6	2,63	14	19,72	22	12,8
<i>M. persicae</i>	35	26,12	51	22,36	7	9,85	33	19,18
<i>S. fragariae</i>	2	1,50	0	0	0	0	0	0
<i>S. maydis</i>	0	0	6	2,63	0	0	0	0
<i>T. ulmi</i>	2	1,5	2	0,87	0	0	0	0
Total	134	100%	228	100%	72	100%	172	100%

ni : Nombre d'individus ; **Fi%** : Abondances relatives

L'indice de diversité de Shannon varie entre 2,38 et 3,71, étant le plus élevé au niveau des parcelles de piments variété Biskra et d'aubergines avec des valeurs respectivement de 3,71 et 3,69 (**Figure 1**). La diversité maximale H' max varie entre 4,17 et 5,58 pour toutes les cultures. L'équitabilité obtenue tend vers 1 au niveau des 4 cultures cultivées ce qui correspond à un équilibre entre les espèces aphidiennes.

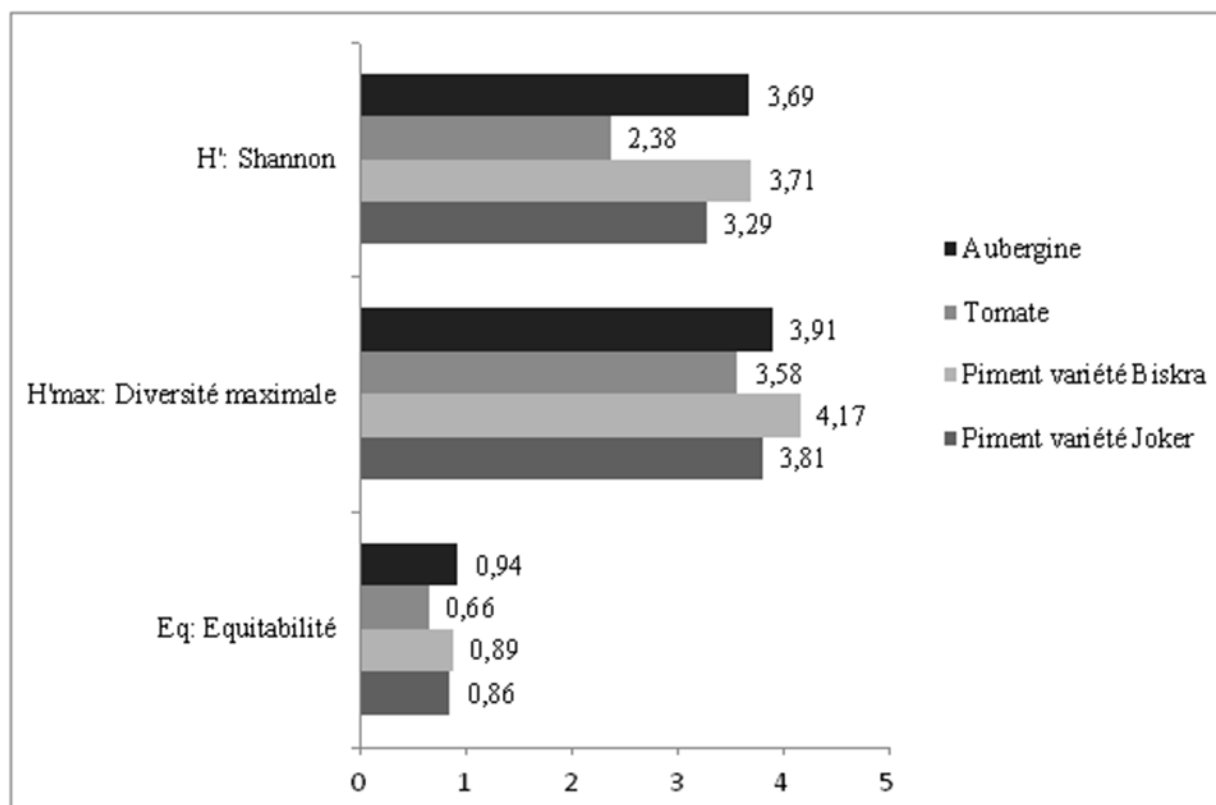


Figure 1 : Valeurs de l'indice de Shannon calculés pour les espèces aphidiennes piégées dans chaque parcelle cultivée.

Les insectes auxiliaires recensés représentent un effectif moins important que les pucerons : 222 individus ont été piégés dans les quatre serres représentant 12 espèces, 6 familles et 4 ordres. Les coccinelles sont les plus abondantes, suivies des syrphes, des micro-hyménoptères braconides et des chrysopes avec quelques individus seulement (**Tableau 3**). La parcelle de piments, variété Biskra, correspond à l'abondance et la diversité la plus élevée avec 96 individus et 10 espèces.

Tableau 3 : Diversité, abondance et proportions relatives des auxiliaires aphidiphages capturés à l'aide des pièges jaunes installés dans les quatre serres.

Espèces d'auxiliaires aphidiphages piégés avec les pièges jaunes			PO		PB		TO		AU	
			ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)
Prédateurs	Coccinellidae	<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)	17	27,42	42	43,75	5	20,83	12	30
		<i>Coccinella algerica</i> (Kovar, 1977)	32	51,63	17	17,71	10	41,67	6	15
		<i>Scymnus pallipediformis</i> (Gunther, 1958)	0	0	6	6,25	2	8,33	4	10
		<i>Scymnus</i> sp.	2	3,23	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	3	4,84	6	6,25	1	4,17	4	10
		<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	0	0	0	0	2	8,33	1	2,5
		<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	2	3,23	4	4,16	0	0	6	15
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	1	1,61	2	2,08	1	4,17	2	5
Parasitoïdes	Braconidae	<i>Aphidius ervi</i> (Haliday, 1833)	2	3,23	2	2,08	0	0	1	2,5
		<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh, 1855)	3	4,84	3	3,13	0	0	2	5
		<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880)	0	0	5	5,21	3	12,5	2	5
Hyperparasitoïdes	Megaspilidae	<i>Dendrocerus carpenteri</i> (Curtis, 1829)	0	0	3	3,16	0	0	0	0
		<i>Dendrocerus</i> sp. (Ratzeburg, 1852)	0	0	2	2,08	0	0	0	0
	Alloxystidae	<i>Alloxysta victrix</i> (Westwood, 1833)	0	0	4	4,16	0	0	0	0
Total			62	100%	96	100%	24	100%	40	100%

PO : Piment Variété Joker ; **PB** : Piment Variété Biskra ; **TO** : Tomate ; **AU** : Aubergine.

ni : Nombre d'individus ; **Fi%** : Abondances relatives.

Les observations directes sur les feuilles ont permis de dresser une liste de 12 espèces d'ennemis naturels des pucerons, toutes observées sur le piment variété Biskra. Une diversité restreinte d'espèces auxiliaires a été observée pour les cultures de tomates et d'aubergines, avec respectivement 7 et 4 espèces. Les coccinelles sont les prédateurs les plus abondants, l'espèce *C. algerica* étant la plus présente suivie par les

Syrphidae. La proportion relative des chrysopes est la plus élevée sur tomates avec 8,8% des insectes collectés. Cette famille étant exclusivement représentée par l'espèce *C. carnea* (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Diversité et proportions relatives des auxiliaires aphidiphages observés sur les plantes des Solanaceae cultivées sous serres.

Espèce d'auxiliaires aphidiphages piégés avec les pièges jaunes			PO		PB		TO		AU	
			ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)	ni	Fi (%)
Prédateurs	Coccinellidae	<i>Adonia variegata</i> (Goeze, 1777)	7	22,58	19	18,45	14	17,65	10	22,73
		<i>Coccinella algerica</i> (Kovar, 1977)	11	35,48	27	26,21	9	26,47	25	56,82
		<i>Scymnus pallipediformis</i> (Gunther, 1958)	0	0	9	8,74	2	5,88	0	0
		<i>Scymnus</i> sp	0	0	3	2,913	0	0	0	0
	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	5	16,13	6	5,83	8	14,71	7	15,91
		<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	2	6,45	3	2,91	6	17,65	2	4,55
	Cecidomyiidae	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rondani, 1847	0	0	13	12,62	0	0	0	0
Parasitoïdes	Braconidae	<i>Aphidius ervi</i> (Haliday, 1833)	2	6,45	2	1,94	0	0	0	0
		<i>Aphidius colemani</i> Viereck 1912	3	9,68	3	2,91	0	0	0	0
		<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson, 1880)	0	0	3	2,91	3	8,82	0	0
	Megaspilidae	<i>Dendrocerus carpenteri</i> (Curtis, 1829)	0	0	5	4,85	0	0	0	0
		<i>Dendrocerus</i> sp.	0	0	2	1,94	0	0	0	0
Hyperparasitoïdes	Alloxystidae	<i>Alloxysta victrix</i> (Westwood, 1833)	0	0	6	5,83	0	0	0	0

Total	31	100%	103	100%	34	100%	44	100%
-------	----	------	-----	------	----	------	----	------

PO : Piment Variété Joker ; **PB** : Piment Variété Biskra ; **TO** : Tomate ; **AU** : Aubergine.

ni : Nombre d'individus ; **Fi%** : Abondances relatives.

DISCUSSION

L'analyse de la composition du peuplement d'Aphididae révèle l'existence de 26 espèces de pucerons capturées dans l'ensemble des quatre serres. Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021) sur pomme de terre cultivée en plein champs dans trois régions de Tizi-Ouzou ont recensé 24 espèces dans la région d'Aghribs, 30 espèces dans la région de Tizi-Rached et 55 espèces à Tizi-Ouzou ville. Dans une autre étude dans la région de Makouda (Tizi-Ouzou, Algérie), Ait Amar *et al.* (2021) signalent la présence de 48 espèces sur pomme de terre. Nos résultats sont également proches de ceux de Benoufella-Kitous *et al.* (2019) dans leur étude sur les pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou, qui ont recensé 30 espèces de pucerons dans la parcelle de pois chiche, 29 espèces dans la parcelle de lentille, 21 espèces dans la parcelle de petit pois et 16 espèces dans celle de la fève. La différence dans la richesse des espèces aphidiennes recensées dans les quatre serres peut être expliquée par les différences de la culture d'une part, et d'autre part par la richesse floristique des espèces qui a une conséquence directe sur la richesse des espèces aphidiennes. En effet, une diversité des plantes adventices est notée aux alentours de la culture du piment variété Biskra par rapport aux autres serres. De même, cette serre est biologique car aucun traitement chimique et aucun désherbage n'ont été effectués. Remaudière et Autrique (1984) ont signalé que les plantes sauvages sont la source des pucerons ailés qui s'installent dans les cultures. Selon Hullé *et al.* (1999), de nombreuses familles végétales très différentes les unes des autres peuvent héberger de nombreuses espèces aphidiennes. La dominance de *M. persicae* dans les pièges installés dans les deux serres de piment et d'aubergine peut s'expliquer par la présence de son hôte secondaire, à savoir ces deux espèces cultivées. Ce qui est confirmé par Hullé *et al.* (1999) et Blackman et Eastop (2000 ; 2006).

Plusieurs espèces de pucerons des Poaceae ont été capturées dans les pièges jaunes, la présence de ces espèces (*R. maidis*, *R. padi*, *S. graminum*, *S. fragariae* et *S. maydis*) est liée directement à la présence de leurs hôtes aux alentours et à l'intérieur des serres, tels que l'orge queue-de-rat, le maïs, le blé, l'avoine, le seigle, le sorgho, le chiendent pied de poule et le panicum. Ces espèces aphidiennes de céréales ont été signalées par Bouabida *et al.* (2020) dans la région de Boumerdès (Algérie). Les espèces *R. maidis*, *R. padi*, *S. fragariae* et *S. maydis* ont été également signalées par Ait Amar et Benoufella-Kitous (2021) dans le cadre d'une étude en culture de la pomme de terre dans 3 localités situées dans la région de Tizi-Ouzou.

A. fabae, *A. craccivora* et *A. gossypii* sont des espèces extrêmement polyphages (Blackman & Eastop, 2000) qui ont une préférence pour la famille des Fabaceae (Leclant, 1999). Leur présence peut s'expliquer d'une part par la présence de leurs hôtes secondaires tels que les pois, la fève et le haricot. Ces cultures sont cultivées sur de grandes superficies dans le site d'échantillonnage. Ces trois espèces aphidiennes sont observées sur les plantes de plusieurs espèces de légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou (Benoufella-Kitous *et al.*, 2019). D'autre part, la présence de ces trois espèces peut également s'expliquer par le fait qu'ils peuvent attaquer les plantes appartenant à la famille des Solanaceae (Hullé *et al.*, Leclant, 1999 ; Blackman et Eastop, 2000), qui est très cultivée dans la région d'étude. L'espèce *H. lactucae* est observée dans les quatre serres investiguées. Cette espèce très polyphage a pour hôtes primaires les groseilliers qui sont des arbustes de la famille des Grossulariaceae et a pour hôtes secondaires les Asteraceae (Blackman & Eastop, 2000). Cette dernière famille est représentée dans le site d'échantillonnage par plusieurs espèces telles que *Sonchus oleraceus*, *S. asper*, *S. arvensis*, *Lactuca sativa* et *Calendula arvensis*.

Dans la présente étude, le puceron de la menthe *E. elegans* a été piégé pour la première fois dans la région d'Oued-Aïssi dans une serre de tomates. C'est la deuxième fois que cette espèce est inventoriée en Algérie, plus précisément dans la région de Tizi-Ouzou. La première observation a été réalisée par Benoufella-Kitous et Medjdoub (2016) dans la région de Tala Amara (Tizi-Ouzou, Algérie). En Turquie, cette espèce a aussi été observée à Bornova et Menemen sur la sauge (Zarkani *et al.*, 2017). Au Brésil, à São Carlos, elle a été signalée pour la première fois par Peronti *et al.* (2002), sur une plante ornementale

(*Salvia splendens*) en 1997. En Argentine, *E. elegans* a été recensée pour la première fois par Ortego en 1994 sur *Lavandula* sp. Au Moyen Orient, cette espèce est recensée par Hussain et al (2015), pour la première fois en Arabie Saoudite sur *Lavandula pubescens*.

Comme le cycle aphidien dépend des conditions environnementales (Dixon, 1998 ; Wieczorek, 2013), la présence d'*E. elegans* dans la serre de tomates peut être expliquée par la présence de plantes herbacées, appartenant à la famille des Lamiaceae, telles que la menthe, la lavande et la sauge, aux alentours de la serre. Le recensement de cette espèce à la date du 13 mai peut également s'expliquer par les facteurs climatiques : les températures moyennes maximales enregistrées en ce mois étaient de l'ordre de 26,3°C. Hazell et al. (2010) et Brabec *et al.* (2014) ont affirmé que les températures élevées permettent aux populations de cette espèce d'augmenter et de s'étendre. *E. elegans* est une espèce tempérée qui est active et qui se développe plus rapidement à basses températures que les espèces tropicales (Stoetzel, 1985 ; Wieczorek & Chlond, 2019). Le puceron de la menthe a été observé pour la première fois par Zarkani et Turanli (2019), à Izmir en Turquie au printemps. Ces auteurs ont noté que ce puceron s'est développé pendant le mois d'avril sur sa plante hôte et se déplace vers d'autres plantes hôtes sous forme ailée. Avant la date d'enregistrement d'*E. elegans* dans la serre d'étude, la toile plastic couvrant cette dernière a été légèrement enlevé à chaque extrémité pour diminuer l'humidité dans la serre. Ceci a probablement favorisé l'entrée d'insectes dont les pucerons. Wieczorek et Chlond (2019) ont affirmé que dans le cadre de l'aérophton, les pucerons ailés, se propagent facilement sur de longues distances. C'est pourquoi les ailés d'*E. elegans* sont pris dans divers types de pièges.

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon varie entre 2,38 et 3,71. Les valeurs les plus importantes ont été enregistrées au niveau des parcelles de piments variété Biskra et d'aubergines. Nos résultats sont proches de ceux de Bouabida *et al.* (2020) qui ont noté une valeur qui varie entre 3,66 et 4,38. L'équitabilité obtenue tend vers 1 pour les 4 cultures. Cela indique que les nombres d'espèces présentes tendent à être en équilibre les uns avec les autres en lien avec l'environnement proche du champ des cultures (Francis *et al.*, 2001).

En terme d'abondance, nos collectes sont similaires à celles de Lopes *et al.* (2014) dans leur étude sur l'effet de deux associations culturales en Chine. Ces auteurs ont piégé 200 individus d'auxiliaires à l'aide des pièges jaunes installés dans une parcelle de blé et de pois. Aussi, dans une étude similaire réalisée sur pomme de terre à Tizi-Ouzou (Algérie) par Ait Amar *et al.* (2020), 10 espèces aphidiphages ont été identifiées. Dans une autre étude effectuée sur deux cultures, bananiers et tomates au Congo par Lofinda Lifake *et al.* (2018), 12 espèces aphidiphages ont été également recensées. De nos résultats, il ressort que les coccinelles sont les prédateurs les plus abondants. Ces résultats sont en accord avec une étude menée dans l'Est de la Chine par Lopes *et al.* (2012) sur des cultures maraichères. Ils sont également en accord avec les résultats obtenus par Francis *et al.* (2001) en Belgique dans des cultures de fèves, qui ont mis en évidence le caractère dominant de la famille des Coccinellidae. Quant aux chrysopes, Lopes *et al.* (2012) ont identifié une seule espèce de la famille des Chrysopidae qui se développe sur pomme de terre, *C. carnea*.

Les abondances relatives des syrphes recensés sur les feuilles des quatre cultures sont en accord avec ceux d'Ait Amar *et al.* (2020) qui ont noté la présence des syrphes avec une abondance de 27% dans une parcelle de pomme de terre située dans la région de Tizi-Ouzou. Les coccinelles observées sur les feuilles de piments variété Biskra et sur les feuilles de la tomates représentent des abondances de 44,6% et 44,1% respectivement. Ces résultats corroborent ceux de Lopes *et al.* (2020) qui signalent la présence des coccinelles avec une abondance de 39,3% en pomme de terre en Chine.

L'inventaire des parasitoïdes effectué montre l'existence de 4 espèces : *A. ervi*, *D. rapae*, *L. testaceipes* et *A. colemani*. Ces espèces ont été recensées dans l'Est Algérien par Laamari *et al.* (2011) dans des cultures et en milieu naturel et par Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993) en Tunisie sur des cultures sous serre. Dans la région de Tizi-Ouzou, Ait Amar *et al.* (2020) ont noté la présence des deux premières espèces dans une parcelle de pomme de terre. En Chine, sur pomme de terre et courgette, Lopes *et al.* (2012) ont souligné la présence de *D. rapae* dans ces deux cultures.

CONCLUSIONS

L'étude préliminaire menée sur les pucerons des Solanaceae cultivées sous serre dans la région de Tizi-Ouzou a révélé l'existence de 26 espèces, dont *E. elegans* enregistrée pour la deuxième fois en Algérie. Cette étude a également révélé l'existence de 14 espèces d'ennemis naturels aphidiphages, dont 8 espèces prédatrices, 4 espèces parasitoïdes primaires des pucerons et trois espèces d'hyperparasitoïdes. Les Coccinellidae sont les plus dominantes parmi les ennemis naturels des aphides. Il serait intéressant de poursuivre plusieurs études dans différentes régions afin d'identifier les plantes hôtes de chaque espèce de puceron.

RÉFÉRENCES

- Ait Amar S., Benoufella-Kitous K. & 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**, 75-81. <https://doi.org/10.5958/2320-3188.2020.00009.1>
- Ait Amar S. & 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. <https://doi.org/10.14720/aas.2021.117.1.1768>
- Ait Amar S., Benoufella-Kitous K. & 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. <https://doi.org/10.4001/003.029.0649>
- Autrique A. & Ntahimpera L., 1994. *Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sub-saharienne*. Administration Générale de la Coopération au Développement, AGCD, 78 p.
- Barbault R., 2008. *Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère*. 6 Editions. Edition Dunod: Paris, 390p.
- Bass C., Puinean A.M., Zimmer C.T., Denholm I., Field L.M., Foster S.P., Gutbrod, O., Nauen, R., Slater R. & Williamson M.S., 2014. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, **51**, 41-51.
- Ben Halima-Kamel M. & Ben Hamouda M. H., 1993. Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels. *Tropicultura*, **11**(2), 50-53.
- Benoufella-Kitous K. & Medjdoub-Bensaad F., 2016. Aphid's diversity in chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*) cultures within Tala Amara region (Tizi-Ouzou, Algeria). *Advances in Environmental Biology*, **10**(8), 19-29.
- Benoufella-Kitous K., Medjdoub-Bensaad F. & Kheloul L., 2019. Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*, **72**, 5-12.
- Blackman R.L. & Eastop V.F., 2019. *Aphids of the world's plants: an online identification and information guide*. - [online] URL: (accessed May 30, 2019).
- Blackman R.L. & Eastop V.F., 2000. *Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide*. The Natural History Museum: London U.K, 466p.
- Blackman, R.L. & Eastop V.F. 2006. *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. (Limited JWS edition.)*, The Natural History Museum: London U.K, 1439p.
- Blondel J., 1975. L'analyse des peuplements d'oiseau. - Eléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P.). *Revue d'Écologie (terre et vie)*, **29**(4), 533-589.
- Bosquee E., Boullis A., Bertaux M., Francis F. & 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.
- Bouabida N., Benoufella-Kitous K., Ait Amar S. & 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. <https://doi.org/10.4081/jea.2020.9503>
- Brabec M., Honěk A., Pekár S. & Martinková Z., 2014. Population dynamics of aphids on cereals: Digging in the time-series data to reveal population regulation caused by temperature. *PLoS ONE*, **9**(9), 1-8.
- Capinera J.L., 2001. *Handbook of Vegetable Pests*. San Diego, CA, USA: Academic Press, 800p

- Dajoz R., 2006. *Précis d'écologie*. Dunod, :Paris, 630p.
- Daunay M.C. & Lester R.N., 1989. The usefulness of taxonomy for Solanaceae breeders, with special référence to the genus *Solanum* and to *Solanum melongena* L. (eggplant). *Capsicum Newslett*, 7:10.
- Dixon A.F.G., 1998. *Aphid ecology. An optimization approach*.- Chapman and Hall, London, UK, 300 pp.
- Dixon A.F.G., 2000. *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. Cambridge University Press : Cambridge, 268p.
- EDES 2012., Méthodes d'observation et d'échantillonnage au champ des populations de ravageurs. Surveillance et contrôle des bio-agresseurs dans les cultures. *Cahier technique R.5* : 29.
- Francis F., Colignon P., Hastir P., Haubruge E. & Gaspar C., 2001. Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological control. *Medical Faculty Landbouw University Gent*, 66, 333-340.
- Hawkes J.G., 1999. The economic importance of the family Solanaceae. In: Nee, M., Symon, D.E., Lester, R.N. & Jessop, J.P., eds. *Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization*. Royal Botanic Gardens: Kew, UK, 1-8.
- Hazell S.P. Groutides C., Neve B. P., Blackburn T. M., and Bale J.S., 2010. A comparison of low temperature tolerance traits between closely related aphids from the tropics, temperate zone, and Arctic. *Journal of Insect Physiology*, 56, 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2009.08.020>
- Hullé M., Ighil E.T.A., Robert Y., Monnet Y. 1999. *Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol*. Institut National Recherche Agronomique, Paris. 136 pp.
- Hussain S., Aldryhim Y. Al-Dhafer H., Halbert S. & Thomas J., 2015. New aphid records for Saudi Arabia (Hemiptera : Aphidoidea). *Zoology in the Middle East*, 61(4), 368-371. <https://doi.org/10.1080/09397140.2015.1101927>
- Jordan M.O., Sauge M. H., Vercambre G., 2020. Chemical and growth traits of the peach tree may induce higher infestation rates of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). *Pest Management Science*, 76 : 797-806.
- Kavallieratos N.G., Lykouressis D.P., Sarlis G.P., Stathasgl G.J., Sanchis S.A. & Athanassiou C.G., 2001. The Aphidiinae (Hymenoptera: Ichneumonoidea: Braconidae) of Greece. *Phytoparasitica*, 29 (4), 306-340.
- Köppen W., Volken E. & Brönnimann S. 2011. The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impact of heat on the organic world (Translated from: Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet, Meteorol Z 1884 (1), 215-226. *Meteorologische Zeitschrift*. 20 (3), 351-360
- Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Abbes S.B., Merouani H., Ghodbane S., Khenissa N. & Sary P., 2011. Interactions tritrophiques : plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Entomologie faunistique- Faunistic Entomology*, 63 (3), 115-120.
- Leclant F., 1999. *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. II. Cultures maraîchères*. ACTA/INRA, 98p.
- Lofinda Lifake M., Monde Te Kazanbga G. & Hance T., 2018. Évaluation de la diversité des *Aphididae* et leurs ennemis naturels en culture de bananier à proximité de plantes de bordure. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(4), 575-580.
- Lopes T., Bosquée Honba D., Serteyn L., Chen J., Yong L. & Francis F., 2014. Effets de deux associations culturales à base de blé sur les populations de pucerons (Homoptera: Aphididae) et d'auxiliaires aphidiphages: étude préliminaire menée en Chine. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 67, 213-219
- Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., Deng Fa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. & Francis F., 2012. Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est la Chine. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 64(3), 63-71.
- Lou Q., Iovene M., Spooner D.M., Buell C.R. & Jiang J., 2010. Evolution of chromosome 6 of *Solanum* species revealed by comparative fluorescence in situ hybridization mapping. *Chromosoma*, 119, 435-442 <http://dx.doi.org/10.1007/s00412-010-0269-6>
- Lu Y.H., Wu K.M., Jiang Y.Y., Guo Y.Y., & Desneux N., 2012. Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature*, 487, 362-365. <http://dx.doi.org/10.1038/nature11153>

- Nampeera E.L., Blodgett S., O'Neal M.E., Nonnecke G.R., Murungi L.K., Abukutsa-Onyango M.O., & Wesonga J.M., 2020. Resistance of *Amaranthus* spp. to the green peach aphid (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, **113**, 1299-1306.
- Paulian M., 1999. Les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. *Phytoma*, **522**, 41-46.
- Peronti, A.L. & Sousa-Silva C. R., 2002. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) of ornamental plants from São Carlos, São Paulo state, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, **50**(1), 137-144.
- Powell W. & Pell J.K., 2007. *Biological Control*. In: Van Emden H.F. & Harrington R, eds. *Aphids as Crop Pests*. CAB International: Cambridge Massachusetts, 469-499.
- Rakhshani E., Talebi A.A., Kavallieratos N.G., Rezwani A., Manzari S., & Tomanovic' Z., 2005. Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphidoidea) in Iran. *Journal of Pest Science*, **78**, 193-198.
- Rakhshani E., Talebi A.A., Manzari S., Rezwani A. & Rakhshani H., 2006. An investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoids (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Journal of Entomological Society of Iran*, **25**(2), 1-14.
- Rakhshani E., Talebi A.A., Manzari S., Tomanovic Ž., Starý P. & Rezwani A., 2007. Preliminary taxonomic study of the genus *Praon* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and its host associations in Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, **26**(2), 19-34.
- Rakhshani E., Talebi A.A., Starý P., Tomanovic E., Kavallieratos N.G. & Manzari S., 2008. A review of *Aphidius* Nees (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Iran: host associations, distribution and taxonomic not. *Zootaxa*, **1767**, 37-54. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1767.1.2>
- Remaudière G. & Autrique A., 1984. *Contribution à l'écologie des aphides africains*. Food Alimentary Organisation, Paris, 64 p.
- Remaudière G. & Remaudière M., 1997. *Catalogue des Aphididae du Monde*. INRA : Paris, 473p.
- Remaudière G., Autrique A., Eastop V.F., Starý P., & Aymonin, G., 1985. *Contribution à l'écologie des aphides africains*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture : Rome, 214p.
- San Martin G., 2004. *Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique*. Jeunes & Nature: Wavre, 42p.
- Senior L.J. & McEwen P.K., 2001. The use of lacewings in biological control. In: McEwen P.K., New T.R. & Whittington A.E., eds. *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press: Cambridge, 296-302.
- Speight M.C.D., Withers, P. & Dussaix, C., 2015. *CléStN la détermination de Syrphidae Européens (Diptères)*. Syrph the Net, the database of European Syrphidae. Vol 81, 39p.
- Starý P., 1970. *Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control*. Vol. 6. Edition The Hague: Netherlands, 643p.
- Starý P., 1979. *Aphid parasitoid (Hymenoptera: Aphidiidae) of the central Asian Area*. Edition The Hague Boston, London, 114p.
- Stoetzel M.B., 1985. *Eucarazzia elegans* (Ferrari), an aphid new to the Western hemisphere, with archival data (Homoptera: Aphididae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **87**, 44-48.
- Stroyan H.L.G., 1961. La détermination des aphides vivant sur Citrus. *Bulletin phytosanitaire, Food and Agricultural Organisation*, **9**(4), 45-68.
- Stubbs A.E. & Falk S.J. 1983. *British hoverflies. An illustrated identification guide*. London British entomological & natural history society. 246p.
- 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. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, **3**(2), 205-219.
- Torres-Quintero M. C., Arenas-Sosa I., & Peña-Chora G., 2013. Hernández-Velázquez, V.M. Feeding chamber for *Myzus persicae* culture (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, **96** : 1600–1602.
- Verlinden L., 1994. *Faune de Belgique. Syrphidés (Syrphidae)*. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique : Bruxelles, 289p.
- Völkl, W., Mackauer, M., Pell, J. K., & Brodeur, J., 2007. Predators, parasitoids and pathogens. In: Van Emden H. F. & Harrington R., eds. *Aphids as crop pests*. Oxford: Oxford University Press, 187-233.

- Wieczorek K. & Chlond D., 2019. Description of the previously unknown sexual morphs of *Eucarazzia elegans* from Iran and Pakistan and the northernmost record of viviparous generation from Europe. *Bulletin of Insectology*, **72**(2), 177-186.
- Wieczorek K., Kanturski M., & Junkiert L., 2013. The sexuales of giant black bark aphid, *Pterochloroides persicae* (Hemiptera, Aphidoidea: Lachninae). *Zootaxa*, **3626**, 94-98. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3626.1.4>
- Yattara A.A.A., Coulibaly A.K., & Francis F. 2013. 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), 1-7.
- Zarkani A., Turanli F., Sönmez Ç., Bayram E., & Özdemir O., 2017. Incidence and economic impact of the mint aphid, *Eucarazzia elegans* (Ferrari) (Hemiptera, Aphididae) on some common sage. *Turkish Journal of Entomology*, **41**(4), 383-392. <http://dx.doi.org/10.16970/entoted.338082>

(64Réf.)

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels sur différentes variétés des cultures de solanacées (pomme de terre, tomate, poivron, piment et aubergine). Un suivi hebdomadaire a été réalisé durant trois ans (2019, 2020 et 2021) sur les différentes variétés des cultures définies dans 10 sites situés dans deux régions (Tizi-Ouzou et Boumerdès) en Algérie. L'identification morphologique des échantillons collectés a permis de montrer la présence de 78 espèces de pucerons avec 61 espèces pour la pomme de terre, 56 espèces pour la tomate, 31 espèces pour le poivron, 30 espèces pour le piment et 25 espèces pour l'aubergine. Cette étude nous a permis de recenser deux espèces nouvelles pour l'Algérie, il s'agit du puceron des mûres sauvages *Aphis ruborum* et le puceron de la carotte *Semiaphis dauci*. Les espèces *Eucarazzia elegans* et *Melanaphis donacis* sont signalées pour la deuxième fois en Algérie sur la culture de la tomate. Les espèces capturées les plus dominantes, sont *Aphis fabae*, *Myzus persicae* et *Aphis craccivora*. Sur les 78 espèces piégées, seules *Aphis fabae*, *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* sont recensées sur les feuilles de Solanacées cultivées. Nous avons recensé 22 espèces d'auxiliaires sur les différentes cultures des solanacées étudiées, dont 15 sont prédatrices et 7 sont des parasitoïdes. Les espèces prédatrices les plus capturées sont *Adonia variegata* et *Coccinella algerica*. Afin de lutter contre les pucerons, des essais de lutte biologique par l'utilisation des auxiliaires *Coccinella algerica*, *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii* ont été menés au laboratoire. Les larves de *Coccinella algerica* consomme en moyenne 251,86 pucerons (*Uroleucon sonchi*) et 357,36 pucerons (*Aphis nerii*). La durée moyenne du cycle développement de *Coccinella algerica* nourrie avec *Uroleucon sonchi* et *A. nerii* est de 16,39 et 20,3 jours respectivement. La durée du stade larvaire et nymphal pour les individus nourris avec *Uroleucon sonchi* et *Aphis nerii* est de 11,53 et 13,46 ; 5,4 et 6,73 jours respectivement. Les résultats de l'élevage des syrphes ont montré que les durées larvaires et pupales ainsi que la longévité des adultes étaient de 10,5, 8,13 et 10,1 respectivement pour *Episyrphus balteatus* et de 12,36 ; 8,23 et 8,46 respectivement pour *Syrphus ribesii*. Les larves de *Syrphus ribesii* ont consommé plus de pucerons (371,3) qu'*Episyrphus balteatus* (243). Les larves du 3^e stade sont plus voraces. Un parasitoïde mâle a émergé d'une pupe d'*Episyrphus balteatus*, il s'agit de *Syrphophilus bizonarius*. Ce genre et cette espèce sont recensés pour la première fois en Algérie.

Mots clés : Pucerons, prédateurs, solanacées, diversité, lutte biologique, Tizi-Ouzou, Boumerdès.

Abstract

This work focused on the study of aphids and their natural enemies on different varieties of solanaceae crops (potato, tomato, bell pepper, chili and eggplant). Weekly monitoring was carried out during three years (2019, 2020 and 2021) on the different varieties of the crops defined in 10 sites located in two regions (Tizi-Ouzou and Boumerdès) in Algeria. The morphological identification of the collected samples showed the presence of 78 aphid species with 61 species for potato, 56 species for tomato, 31 species for bell pepper, 30 species for chili and 25 species for eggplant. This study has allowed us to identify two new species for Algeria, the aphid of wild blackberries *Aphis ruborum* and the aphid of carrot *Semiaphis dauci*. The species *Eucarazzia elegans* and *Melanaphis donacis* are reported for the second time in Algeria on tomato crop. The most dominant species caught are *Aphis fabae*, *Myzus persicae* and *Aphis craccivora*. Of the 78 species trapped, only *Aphis fabae*, *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* were recorded on the leaves of cultivated Solanaceae. We recorded 22 natural enemies species on the different Solanaceae crops studied, of which 15 are predatory and 7 are parasitoids. The predatory species most captured were *Adonia variegata* and *Coccinella algerica*. The most caught predatory species were *Adonia variegata* and *Coccinella algerica*. In order to control aphids, biological control trials using the beneficials *Coccinella algerica*, *Episyrphus balteatus* and *Syrphus ribesii* were carried out in the laboratory. *Coccinella algerica* larva consumed on average of 251,86 aphids (*Uroleucon sonchi*) and 357,36 aphids (*Aphis nerii*). The average developmental cycle length of *Coccinella algerica* fed with *Uroleucon sonchi* and *Aphis nerii* is 16,39 and 20,3 days respectively. The larval and pupal duration for the individuals fed with *Uroleucon sonchi* and *Aphis nerii* is 11,53 and 13,46 ; 5,4 and 6.73 days respectively. The results of hoverfly rearing showed that the larval and pupal duration and adult longevity were 10,5; 8,13 and 10,1 respectively for *Episyrphus balteatus* and 12,36; 8,23 and 8,46 respectively for *Syrphus ribesii*. *Syrphus ribesii* larvae consumed more aphids (371,3) than *Episyrphus balteatus* (243). Third instar larvae were more voracious than others. One male parasitoid emerged from a pupa of *Episyrphus balteatus*. It is *Syrphophilus bizonarius*. This genus and species are recorded for the first time in Algeria.

Keywords : Aphids, predators, Solanaceae, diversity, biological control, Tizi-Ouzou, Boumerdès.