

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie

Thèse

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

Spécialité : Biologie des populations et des organismes

Présenté par : M^{lle} **BOUABIDA Nadia**

Sujet

**Diversité des pucerons des légumineuses
alimentaires. Essais de lutte.**

Soutenue devant le jury composé de :

Présidente	Mme AOUAR-SADLI Malika	Professeur	U.M.M.T.O
Directrice de thèse	Mme BENOUFELLA-KITOUS Karima	MCA	U.M.M.T.O
Co-directrice de thèse	Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur	U.M.M.T.O
Examineur	Mr BICHE Mohamed	Professeur	ENSA
Examinatrice	Mme CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba	Professeur	UMBB
Examinatrice	Mme BELGUENDOUZ-BENKHELFA Rachida	MCA	U. Blida

Année universitaire : 2020/2021

Soutenu le: 07/07/2021

REMERCIEMENTS

Ma gratitude et mes remerciements les plus profonds et les plus sincères s'adressent à Madame BENOUFELLA-KITOUS Karima Maitre de Conférences Classe A et Madame MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir proposé et dirigé ce travail, pour leur disponibilité, leurs conseils précieux et les encouragements qu'elles m'ont prodigués et le grand soutien et la confiance qu'elles m'ont accordée pour la réalisation de cette thèse.

Je tiens à remercier M^{me} AOUAR-SADLI Malika Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse, afin de me bénéficier de son expérience à travers ses remarques et ses suggestions, qui vont être soulevées au cours de la soutenance.

Je remercie M^{me} CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba Professeur à l'université de Boumerdes, M^{me} BELGUENDOZ-BENKHELFA Rachida Maitre de Conférences Classe A à l'Université de Blida et M^r BICHE MOHAMED Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, d'avoir accepté de participer à ce jury malgré leurs occupations. Je les remercie également pour le temps qu'ils ont consacré à la lecture de ce document.

Mes remerciements les plus cordiaux s'adressent à Dr TAHAR CHAOUCHE Souad chercheur au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) et M^{lle} AIT AMAR Samia doctorante à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir identifié les parasitoïdes, mes remerciements s'adressent aussi à Dr GUERMAH D. pour avoir identifié les insectes auxiliaires.

Je tiens à remercier vivement Mme GOUCEM-KHELFANE Karima Maitre de Conférences Classe A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir identifié les maladies observées sur les différentes légumineuses étudiées.

Mes remerciements s'adressent également à M^r GRAICHE FARID Maitre de conférences Classe B à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide dans l'analyse statistique.

Je tiens à exprimer aussi mes vifs remerciements à mon amie M^{lle} LAOUDI Tinhinane, doctorante à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son grand soutien incessant, ses conseils et ses commentaires qui m'ont été fort utiles.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à Mr BENGHANEM Abdelkader Maitre-Assistant Classe A à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, pour son aide dans la détermination des plantes adventices présentes dans les différentes parcelles d'étude.

Je remercie vivement toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de cette thèse.

Merci à tous

N. Bouabida

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail à ma source de courage et d'espoir, à ceux qui ont toujours donné le meilleur d'eux pour subvenir à tous mes besoins sans aucun manque, à ceux que j'ai de plus cher que Dieux les garde pour nous et les protège

Ma mère et mon père

A mes frères Farid et Mohammed qui m'ont toujours soutenue et encouragée durant toute ma vie que ça soit dans mes décisions ou dans mes études

A ma chère grand-mère

A tous mes amis qui m'ont soutenue et encouragée de près ou de loin durant toute la période de ma scolarité

Liste des figures

Figure 1 : Appareils végétatif et racinaire de la fève <i>Vicia faba</i> (Originale, 2018)	7
Figure 2 : Principales maladies fongiques de la fève <i>Vicia faba</i> (Originale, 2018).....	9
Figure 3 : Principaux ravageurs de la fève <i>Vicia faba</i> (Originale, 2018)	10
Figure 4 : Appareil végétatif du pois <i>Pisum sativum</i> (Originale, 2018)	12
Figure 5: Symptômes de l'Oïdium sur les feuilles et les gousses du petit pois(Originale,2018)	13
Figure 6 : Appareils végétatif et racinaire du haricot <i>Phaseolus vulgaris</i> (Originale, 2018)	15
Figure 7 : Symptômes du Botrytis sur les feuilles du haricot(Originale,2018)	16
Figure 8 : Appareil végétatif de <i>Vigna unguiculata</i> (Originale, 2018)	18
Figure 9 : Symptômes de l'Ascochytose sur les feuilles de <i>Vigna unguiculata</i> (Originale, 2018).....	19
Figure 10 : Appareils végétatif et racinaire de <i>Lens culinaris</i> (Originale, 2018).....	20
Figure 11 : Appareils végétatif et racinaire de <i>Cicer arietinum</i> (Originale, 2019).....	23
Figure 12: Symptômes d'Aschochytose sur les feuilles de pois chiche(Originale,2019).....	24
Figure 13: Dégâts causés par la mineuse sur les feuilles de pois chiche (Originale, 2019).....	24
Figure 14 : <i>Rosmarinus officinalis</i> (Originale, 2018)	27
Figure 15 : <i>Origanum floribundum</i> (Originale, 2018)	27
Figure 16 : <i>Lavandula stoechas</i> (Originale, 2018).....	27
Figure 17 : <i>Thymus numidicus</i> (Originale, 2018).....	27
Figure 18 : Oranger <i>Citrus sinensis</i> (Originale, 2018).....	29

Figure 19: Citronnier <i>Citrus limon</i> (Originale, 2018).....	29
Figure 20 : Clémentinier <i>Citrus clementina</i> (Originale, 2018).....	29
Figure 21 : Pamplemoussier <i>Citrus maxima</i> (Originale, 2018)	29
Figure 22 : Morphologie des aphides (Turpeau et <i>al.</i> , 2010).....	31
Figure 23 : Stades de développement d'un puceron (Godin et Boivin., 2000).....	32
Figure 24 : Représentation schématique du cycle de vie d' <i>Aphis fabae</i> (Fraval, 2006).....	33
Figure 25 : Coccinelles prédatrices de pucerons (Originale, 2018)	36
Figure 26: Adulte d' <i>Episyrphus balteatus</i> (Originale, 2018).....	36
Figure 27: Chrysope prédateur de pucerons (Hazem, 2010).....	37
Figure 28 : Adulte de l'araignée <i>Synaema globosum</i> (Originale, 2018).....	38
Figure 29 : Pucerons aptères et parasitoïdes (Originale, 2018).....	39
Figure30 : Situation géographique de la région d'étude (Naciria) (Image Google, 2020)	42
Figure 31 : Station d'étude (Google maps, 2021)	43
Figure 32 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Naciria durant l'année 2018(O.N.M.Dellys, 2021).....	44
Figure 33 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Naciria durant l'année 2019 (O.N.M.Dellys, 2021).....	44
Figure 34 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Naciria durant l'année 2018(O.N.M.Dellys, 2021)	46
Figure 35 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Naciria durant l'année 2019(O.N.M.Dellys, 2021)	46

Figure 36 : Humidité relative de la région de Naciria durant l'année 2018(O.N.M.Dellys, 2021).....	47
Figure 37 : Humidité relative de la région de Naciria durant l'année 2019(O.N.M.Dellys, 2021).....	47
Figure 38 : Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausse de la région de Naciria sur 3 années couvrant la période d'étude (2017-2019).....	49
Figure 39 : Climogramme pluviométrique d'Emberger de la région de Naciria	50
Figure 40: Différentes variétés de légumineuses cultivées durant les deux années d'étude 2018 et 2019(Originale, 2019)	53
Figure 41 : Distance de semis entre les graines et les lignes (Originale, 2018)	53
Figure 42 : Présentation des parcelles d'étude au niveau de Naciria (Originale, 2020)	53
Figure 43 : Dispositif expérimental pour le piégeage des ailés et des insectes auxiliaires	55
Figure 44 : Prélèvement des pucerons à l'aide d'un pinceau (Originale, 2018).....	55
Figure 45: Différentes méthodes de piégeage (Originale, 2018)	57
Figure 46 : Méthode de piégeage par le filet fauchoir (Originale, 2018).....	58
Figure 47 : Conservation des momies de pucerons parasités (Originale, 2018).....	58
Figure 48 : Séchage des plantes adventices (Originale, 2018).....	59
Figure 49 : Dénombrement des pucerons aptères (Originale, 2018).....	59
Figure 50 : Poudres des extraits végétaux utilisés (Originale, 2018).....	61
Figure 51 : Méthode d'obtention des extraits végétaux(Originale,2018)	62
Figure 52 : Extraits dilués à différentes concentrations (Originale, 2018).....	63
Figure 53 : Méthode d'infestation des plants de fève et de traitement (Originale,2018).....	64

Figure 54 : Extraction des composés phénoliques au Rotavapeur rotatif (Originale, 2018)	68
Figure 55 : Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève féverole durant l'année 2018.....	79
Figure 56 : Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève Séville durant l'année 2018.....	79
Figure 57 : Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève variété Hystal durant l'année 2019	80
Figure 58: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété féverole dans la région de Naciria en 2018	80
Figure 59: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété séville dans la région de Naciria en 2018.....	81
Figure 60 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété Hystal dans la région de Naciria en 2019.....	81
Figure 61 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété de fève Féverole en 2018	82
Figure 62: Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété de fève Séville en 2018	82
Figure 63 : Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants des de variété de fève Hystal en 2019	82
Figure 64: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Kelvedone durant l'année 2018	89
Figure 65: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Utrillo durant l'année 2018	90
Figure 66: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Rakaia durant l'année 2019.....	90

Figure 67: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Onward durant l'année 2019.....	90
Figure 68: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle d'haricot Zema durant l'année 2018.....	97
Figure 69 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle d'haricot Djazera durant l'année 2018	97
Figure 70: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle d'haricot Nelson durant l'année 2018	97
Figure 71: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la variété Niébé durant l'année 2018	98
Figure 72: Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de culture Nelson en 2018	98
Figure 73 : Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de culture Niébé en 2018	99
Figure 74 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Niébé	99
Figure 75 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété de l'haricot variété Nelson	100
Figure 76: Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de pois chiche variété Mexicaine durant l'année 2019.....	105
Figure 77: Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de pois chiche variété Flip 93/93 durant l'année 2019	105
Figure 78 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pois chiche variété Mexicaine dans la région de Naciria en 2019	106
Figure 79 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pois chiche variété Flip93/93 dans la région de Naciria en 2019	106

Figure 80: Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de variété Mexicaine de pois chiche en 2019	107
Figure 81: Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de variété Flip 93/93 de pois chiche en 2019.....	107
Figure 82 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de lentille variété Corail en 2019	113
Figure 83 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de lentille variété Syrie en 2019	113
Figure 84: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de lentille variété Corail dans la région de Naciria en 2019	114
Figure 85 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de lentille variété Syrie dans la région de Naciria en 2019.....	114
Figure 86 : Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de variété Corail en 2019	115
Figure 87 : Evolution temporelle du nombre moyen des pucerons aptères présentes sur les plants de variété Syrie en 2019	115
Figure 88: Morphologie des aphides : <i>Aphis fabae</i> (Originale, 2019).....	116
Figure 89 : Morphologie des aphides : <i>Acyrtosiphon pisum</i> (Originale, 2019).....	121
Figure 90 : Morphologie des aphides : <i>Aphis craccivora</i> (Originale, 2019).....	122
Figure 91 : Les espèces de parasitoïdes recensées sur les cultures étudiées (Originale, 2019) ..	143
Figure 92 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait d'origan par voie decontact.....	144
Figure 93: Boxplot Mortalité-Dose pour l'extrait d'origan	145
Figure 94 : DL50 pour l'extrait d'origan	145

Figure 95 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de thym par voie de contact.....	146
Figure 96: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de Thym	146
Figure 97: DL50 pour l'extrait de thym	147
Figure 98 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de romarin par voie de contact.....	147
Figure 99: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de Romarin.....	148
Figure 100 : DL50 pour l'extrait de romarin	148
Figure 101: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de la lavande par voie de contact.....	149
Figure 102: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de Lavande	149
Figure 103 : DL50 pour l'extrait de lavande.....	150
Figure 104: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de citronnier par voie de contact.....	150
Figure 105: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de citronnier	151
Figure 106 : DL50 pour l'extrait de citronnier.....	151
Figure 107: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait d'oranger par voie de contact.....	152
Figure 108: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de l'oranger	152
Figure 109 : DL50 pour l'extrait d'oranger	153
Figure 110: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de clémentinier par voie de contact.....	153
Figure 111 : Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de clémentinier.....	154

Figure 112 :DL50 pour l'extrait de clémentinier	154
Figure 113 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités aux 11 doses de l'extrait de pamplemoussier par voie de contact	155
Figure 114 :Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de pamplemoussier	155
Figure 115 :DL50 pour l'extrait de pamplemoussier	155
Figure 116 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de thym par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.....	156
Figure 117 :Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de Thym	156
Figure 118 :TL50 pour l'extrait de thym	157
Figure 119 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de romarin par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	157
Figure 120 :Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de Romarin	158
Figure 121 :TL50 pour l'extrait de romarin	158
Figure 122 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait d'origan par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.....	159
Figure 123 :Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'origan.....	159
Figure 124 :TL50 pour l'extrait d'origan.....	160
Figure 125 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de lavande par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	160
Figure 126 :Boxplot Mortalité-Temps pur l'extrait de Lavande.....	171
Figure 127 :TL50 pour l'extrait de lavande	171
Figure 128 : Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de citronnier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	162

Figure 129: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de citronnier	162
Figure 130: TL50 pour l'extrait de citronnier	162
Figure 131: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait d'oranger par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.....	163
Figure 132 : Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de l'oranger	163
Figure 133 : TL50 pour l'extrait d'oranger	164
Figure 134: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de clémentinier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	164
Figure 135: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de clémentinier	165
Figure136: TL50 pour l'extrait de clémentinier.....	165
Figure 137: Mortalité des individus d' <i>A.fabae</i> traités à l'extrait de pamplemoussier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	166
Figure 138: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de pamplemoussier	166
Figure 139 : TL50 pour l'extrait de pamplemousse.....	166
Figure 140: Variation du taux de mortalité selon les extraits (origan, thym, romarin, lavande) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes	167
Figure 141: Variation du taux de mortalité selon les extraits (Citronnier, clémentinier, pamplemoussier, oranger) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes	168
Figure 142 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique $\mu\text{g} / \text{ml}$	170

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des légumineuses de la famille des Papilionoideae (Zhu <i>et al.</i> , 2005).....	5
Tableau 2 : Valeurs de la vitesse du vent (m /s) dans la région de Naciria couvrant la période d'étude en 2018 et 2019 (O.N.M.Dellys, 2021).....	48
Tableau 3: Différentes caractéristiques des variétés de légumineuses cultivées	54
Tableau 4: Liste des espèces aphidiennes inventoriées durant les deux années d'études 2018 et 2019 sur les différentes variétés des légumineuses alimentaires étudiées à la région de Naciria, Boumerdes.....	72
Tableau 5: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les trois parcelles de fève à la région de Naciria, Boumerdes.....	74
Tableau 6 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de fève.....	75
Tableau 7 : Richesse totale en espèces sur les trois cultures de fève.....	76
Tableau 8: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les trois de fève.....	76
Tableau 9 : Fréquences d'occurrences des espèces Aphidiennes capturées dans les trois cultures de fève.....	78
Tableau 10 : 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 fève durant les deux années d'études (2018 et 2019).....	79
Tableau 11 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles de petit pois dans la région de Naciria (Boumerdes) durant les deux années 2018 et 2019.....	84
Tableau 12 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés sur petit pois.....	85
Tableau 13 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les quatre parcelles de petit pois	86
Tableau 14: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les quatre variétés de culture de petit pois.....	86
Tableau 15 : Fréquences d'occurrences des espèces Aphidiennes capturées sur les quatre cultures de petit pois.....	88

Tableau 16: 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 petit pois durant les deux années d'étude.....	91
Tableau17 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles d'haricot à la région de Naciria (Boumerdes)	93
Tableau 18 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des ailés capturés dans les parcelles d'haricot et le niébé	94
Tableau 19 : Richesse totale en espèces aphidiennes dans les deux variétés d'haricot et Niébé	95
Tableau 20: Abondances relatives d'espèces des pucerons ailés capturés dans les trois variétés d'haricot et la culture de Niébé en 2018	96
Tableau 21 : Fréquences d'occurrences des espèces Aphidiennes capturées sur les trois cultures d'haricot et culture Niébé	97
Tableau 22: 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'haricot et la parcelle de Niébé durant l'année 2018	99
Tableau23: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de pois chiche dans la région de Naciria durant l'année 2019	104
Tableau 24 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des ailés capturés sur le pois chiche ...	105
Tableau 25: Richesse totale en espèces culture de pois chiche	105
Tableau 26: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les deux variétés de pois chiche en 2019	106
Tableau 27 : Fréquences d'occurrences des espèces Aphidiennes capturées sur les deux cultures de pois chiches	107
Tableau 28: 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 pois chiche durant l'année 2019	109
Tableau 29: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de lentille à la région de Naciria, Boumerdes	112
Tableau 30 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturées dans les deux variétés de lentille	114

Tableau 31 : Richesse totale en espèces aphidiennes capturées dans les deux cultures de lentille.....	114
Tableau 32 : Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les deux variétés de lentille.....	114
Tableau 33 : Fréquences d'occurrences des espèces Aphidiennes capturées sur les deux cultures de pois chiches.....	116
Tableau 34: 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 lentille durant l'année 2019	118
Tableau 35 : Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les légumineuses alimentaires durant les deux années 2018 et 2019.....	123
Tableau 36 : Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les trois cultures de fève.....	124
Tableau 37: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de fève.....	124
Table 38: Richesse totale des espèces prédatrices capturées pendant les deux années d'études dans les trois parcelles de fève	125
Tableau 39 : Abondances relatives des espèces prédatrices inventoriées sur les trois parcelles de fève	125
Tableau 40 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les trois variétés de fève.....	126
Tableau 41: Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de fève	127
Tableau 42: Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans les trois cultures de fève dans la région de Naciria.....	127
Tableau 43 : principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les quatre parcelles de petit pois	128
Tableau 44 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les quatre parcelles de petit pois	128

Tableau 45: Richesse totale des espèces prédatrices capturées pendant les deux années d'études sur les quatre parcelles de petit pois	129
Tableau46: l'abondance relative des espèces prédatrices inventorient sur les quatre parcelles de petit pois	129
Tableau 47 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les quatre variétés de petit pois	130
Tableau 48: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées.....	131
Tableau 49: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les parcelles d'haricot et de Niébé	131
Tableau 50: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les parcelles d'haricot et de Niébé	132
Tableau 51 : Richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles d'haricot et de Niébé.....	132
Tableau 52 : l'abondance relative des espèces prédatrices inventorient sur les trois parcelles de d'haricot et la parcelle de Niébé	133
Tableau 53: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les trois variétés d'haricot et le Niébé	134
Tableau 54: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'haricot et la parcelle de Niébé.....	135
Tableau 55 : Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans les deux cultures de Nelson et Niébé dans la région de Naciria	135
Tableau 56: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les deux cultures pois chiche	136
Tableau 57: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de pois chiche.....	136
Tableau 58 : Richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux cultures de pois chiche	137
Tableau 59 : l'abondance relative des espèces prédatrices inventorient sur les deux parcelles de pois chiche.....	137

Tableau 60: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux variétés de pois chiche.....	138
Tableau 61: Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de pois chiche.....	139
Tableau 62 : Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans les deux cultures de pois chiche dans la région de Naciria.....	139
Tableau 63: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les deux parcelles de lentille.....	140
Tableau 64: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de lentille.....	140
Tableau 65 : richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille.....	141
Tableau 66 : l'abondance relative des espèces prédatrices inventoriées sur les deux parcelles de lentille.....	141
Tableau 67: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux variétés de lentille.....	142
Tableau 68: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille.....	142
Tableau 69 : Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans les deux cultures de lentille dans la région de Naciria.....	143
Tableau 70: Résultats de Screening phytochimique des 8 plantes testés.....	168
Tableau 71: Concentration des polyphénols des extraits méthanoliques.....	170

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur les légumineuses alimentaires et les extraits végétaux

1. Généralités.....	5
2.1. Fève (<i>Vicia faba</i>).....	5
2.1.1. Origine et répartition géographique.....	5
2.1.2. Position systématique.....	6
2.1.3. Caractères morphologiques.....	6
2.1.4. Variétés de la fève.....	8
2.1.5. Maladies et insectes ravageurs de la fève.....	8
2.2. Petit pois (<i>Pisum sativum</i>).....	8
2.2.1 Origine et répartition géographique.....	8
2.2.2 Position systématique.....	11
2.2.3 Caractéristiques morphologiques.....	11
2.2.4 Variétés de petit pois.....	11
2.2.5 Maladies et ravageurs du petit pois.....	13
2.3. Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	13
2.3.1 Origine et répartition géographique.....	13
2.3.2. Position systématique.....	13
2.3.3 Caractéristiques morphologiques.....	14
2.3.4 Variétés d'haricot.....	14
2.3.5. Maladies et ravageurs du haricot.....	16
2.4. Niébé (<i>Vigna unguiculata</i>).....	16
2.4.1. Origine et répartition géographique.....	16
2.4.2. Position systématique.....	17
2.4.3. Caractères morphologiques.....	17
2.4.4. Maladies et ravageurs.....	18
2.5. Lentille (<i>Lens culinaris</i>).....	19
2.5.1. Origine e répartition géographique.....	19
2.5.2. Position systématique.....	19
2.5.3. Caractères morphologiques.....	20
2.5.4. Variétés de lentille.....	21
2.5.5. Maladies et ravageurs de la lentille.....	21
2.6. Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>).....	21
2.6.1. Origine et répartition géographique.....	21
2.6.2. Position systématique.....	22
2.6.3. Caractères morphologiques.....	22
2.6.4. Variété de pois chiche.....	22
2.6.5. Maladies et ravageurs du pois chiche.....	23
3.1. Généralités sur les extraits végétaux.....	25
3.1.1. Généralités sur les Lamiacées.....	25

3.1.2. Généralités sur les agrumes	28
--	----

Chapitre II : Généralités sur les aphides

1.Position systématique	30
2.Description	30
3.Stade de développement.....	31
4.Cycle biologique	32
5. Dégâts.....	33
5.1.Dégâts directs	33
5.2.Dégâts indirects	34
5.2.1. Miellat et fumagine	34
5.2.2. Transmission de virus phytopathogènes	34
6. Facteurs de développement et de régression des populations de pucerons.....	34
6.1. Facteurs abiotiques	34
6.1.1. Température.....	34
6.1.2. Vent	35
6.1.3. Humidité relative de l'air.....	35
6.1.4. Pluviométrie	35
6.2. Facteurs biotiques	35
6.2.1. Plante hôte	35
6.2.2. Prédateurs	35
6.2.2.1. Coccinelles.....	35
6.2.2.2. Syrphes	36
6.2.2.3. Chrysopes	37
6.2.2.4.Punaises	37
6.2.2.5.Autres prédateurs	37
6.2.3. Parasitoïdes.....	38
7. Lutte contre les pucerons.....	38
7.1. Lutte préventive.....	40
7.2. Lutte curative.....	40
7.2.1. Lutte chimique.....	40
7.2.2. Lutte biologique.....	40
7.2.3. Utilisation des extraits végétaux.....	40

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude	42
2. Présentation des parcelles d'étude	42
3. Facteurs écologiques.....	43
3.1.Facteurs abiotiques	43
3.1.1.Facteurs climatiques de la région d'étude	43
3.1.1.1.Température	43
3.1.1.2.Pluviométrie	45

3.1.1.3.Humidité.....	45
3.1.1.4. Le vent.....	48
3.1.2. Synthèse climatique de la région d'étude.....	48
3.1.2.1.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.....	48
3.1.2.2. Quotient pluviothermique d'Emberger.....	49
3.2.Facteurs biotiques.....	50
3.2.1.Flore.....	50
3.2.2. Faune.....	51
Chapitre IV : Matériel et méthodes	
1.Choix de la zone d'étude.....	52
2.Méthodologie de travail.....	52
2.1. Sur le terrain.....	52
2.1.1.Réalisation des parcelles d'études.....	52
2.1.2. Echantillonnage des pucerons et des ennemis naturels.....	54
2.1.2.1. Echantillonnage des pucerons.....	54
2.1.2.2. Echantillonnage des ennemis naturels.....	57
2.1.3 L'échantillonnage des plantes adventives.....	58
2.2. Au laboratoire.....	59
3. Etude de l'effet insecticide des extraits végétaux sur <i>Aphis fabae</i>	60
3.2. Plante hôte : La fève <i>Vicia faba</i>	60
3.3. Puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i>	60
3.4. Mode opératoire.....	60
3.5. Récolte des plantes.....	60
3.6.Méthode d'obtention des extraits végétaux.....	60
3.7.Préparation des doses.....	61
3.8.Méthode d'infestation des plants de fève.....	63
3.9.Application du traitement.....	63
3.10. Dénombrement de la population d' <i>A.fabae</i>	63
4. Analyses qualitative et quantitative de la composition chimique des extraits végétaux.....	65
4.1.Méthodes d'étude.....	65
4.1.1.Séchage.....	65
4.1.2.Broyage et conservation.....	65
4.2.Analyses qualitatives des extraits végétaux :screening phytochimique.....	65
4.2.1.Préparation de l'infusé à 5%.....	65
4.2.2. Identification des tannins totaux.....	65
4.2.3.Identification des tannins galliques.....	66
4.2.4.Identification des tannins catichiques.....	66
4.2.5.Identification des flavonoïdes.....	66
4.2.6.Identification des anthocyanes.....	66
4.2.7.Identification des polyphénols.....	66
4.2.8.Identification des saponosides.....	66
4.2.9.Identification des glucosides.....	66
4.2.10.Identification des mucilages.....	66

4.2.11. Identification des irridoïdes	66
4.2.12. Identification de l'amidon	67
4.2.13. Identification des protéines.....	67
4.2.14. Identification des sucres réducteurs.....	67
4.2.15. Identification des caroténoïdes	67
5. Méthode d'analyse quantitative des extraits méthanoliques	67
5.1. Extraction et caractérisation des composés phénoliques.....	67
5.1.1. Macération.....	67
5.2. Dosage spectrale des polyphénols totaux	68
5.2.1. Principe de la réaction	68
5.2.2. Mode expérimental	68
6. Exploitation statistique des résultats	68
6.1. Qualité d'échantillonnage.....	69
6.2. Indices écologiques de composition	69
6.2.1. Richesse spécifique	69
6.2.2. Abondance relative ou fréquence centésimale	69
6.2.3. Fréquence d'occurrence.....	69
6.3. Indices écologiques de structure.....	70
6.3.1. Indice de diversité de Shannon.....	70
6.3.2. Indice d'équirépartition ou équitabilité de Piélou	70
6.4. Test de Kruskal-Wallis	71
6.5. Calcul de dose létale (DL50) et du temps léthal (TL50)	71

Chapitre V : Résultats

1. Bioécologie des aphides des légumineuses alimentaires.....	72
1.1. Inventaire global des aphides des légumineuses alimentaires.....	72
1.1.1. Culture de fève (<i>Vicia faba</i>)	74
1.1.1.1. Analyse des résultats	75
1.1.1.2. Qualité d'échantillonnage.....	75
1.1.1.3. Richesse totale	76
1.1.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)	76
1.1.1.5. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	77
1.1.1.6. Indices de diversité de Shannon des espèces.....	78
1.1.1.7. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés	79
1.1.1.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de fève	80
1.1.1.9. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur feuilles des trois variétés de fèves en 2018 et 2019.....	81
1.1.2. Culture de petit pois (<i>Pisum sativum</i>)	83
1.1.2.1. Analyse des résultats	84
1.1.2.2. Qualité d'échantillonnage.....	84

1.1.2.3. Richesse totale	85
1.1.2.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)	85
1.1.2.5. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	87
1.1.2.6. Indices écologiques de structure.....	88
1.1.2.7. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés	89
1.1.3. Culture d'haricot (<i>Phaseolusvulgaris</i> et <i>Vignaungiculata</i>).....	91
1.1.3.1. Analyse des résultats	92
1.1.3.2. Qualité d'échantillonnage.....	92
1.1.3.3. Richesse totale	93
1.1.3.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)	93
1.1.3.5. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	95
1.1.3.6. Indices écologiques de structure.....	96
1.1.3.7. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés capturés dans les trois culturesd'haricot et la culture de Niébé	96
1.1.3.8.Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des deux cultures Nelson et Niébé.....	98
1.1.3.9. Evolution temporelle des populations globale des pucerons aptères installés sur feuilles des deux cultures Nelson et Niébé.....	99
1.1.4. Culture de pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>).....	100
1.1.4.1. Analyse des résultats	101
1.1.4.2. Qualité d'échantillonnage.....	101
1.1.4.3. Richesse totale	102
1.1.4.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)	102
1.1.4.5. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	103
1.1.4.6. Indices écologiques de structure.....	104
1.1.4.7. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les deux cultures de pois chiche	105
1.1.4.8.Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de pois chiche étudiées	106
1.1.4.9. Evolution temporelle des populations globale des pucerons aptères installés sur feuilles des deux variétés de pois chiche durant l'année 2019	107
1.1.5. Culture de lentilles (<i>Lens culinaris</i>).....	107
1.1.5.1. Analyse des résultats	109
1.1.5.2. Qualité d'échantillonnage.....	109
1.1.5.3. Richesse totale	109
1.1.5.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%).....	109
1.1.5.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)	111
1.1.5.6. Indices écologiques de structure	112
1.1.5.7.Evolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les deux cultures de lentille	112
1.1.5.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de lentille étudiées.....	113

1.1.5.9. Evolution temporelle des populations globale des pucerons aptères installés sur feuilles des deux variétés de lentille durant l'année 2019.	115
2. Inventaire de la faune auxiliaire dans les différentes légumineuses alimentaires	117
2.1. Culture de fève (<i>Vicia faba</i>)	118
2.1.1. Analyse des résultats	118
2.1.1.1. Qualité d'échantillonnage	118
2.1.1.2. Richesse totale	119
2.1.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées sur les trois parcelles de fève.	119
2.1.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)	120
2.1.1.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure	121
2.1.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés	121
2.2. Culture de petit pois (<i>Pisum sativum</i>)	122
2.2.1. Analyse des résultats	122
2.2.1.1. Qualité d'échantillonnage	122
2.2.1.2. Richesse totale	123
2.2.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées dans les parcelles de petit pois	123
2.2.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)	124
2.2.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure	124
2.3. Culture d'haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) et <i>Vigna unguiculata</i>	125
2.3.1. Analyse des résultats	126
2.3.1.1. Qualité d'échantillonnage	126
2.3.1.2. Richesse totale	126
2.3.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées sur les parcelles d'haricot et de Niébé	127
2.3.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)	128
2.3.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure	128
2.3.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés	129
2.4. Culture de pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)	129
2.4.1. Analyse des résultats	130
2.4.1.1. Qualité d'échantillonnage	130
2.4.1.2. Richesse totale	131
2.4.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées sur les parcelles de pois chiche	131
2.4.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)	132
2.4.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure	132
2.4.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés	133
2.5. Cultures de lentille (<i>Lens culinaris</i>)	133
2.5.1. Analyse des résultats	134
2.5.1.1. Qualité d'échantillonnage	134
2.5.1.2. Richesse totale	134

2.5.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées dans les parcelles de lentille.....	135
2.5.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%).....	135
2.5.1.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	136
2.5.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés.....	136
3. Effet bioinsecticide des extraits végétaux sur <i>Aphis fabae</i>	138
3.1. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A.fabae</i>	138
3.1.1. Extrait d'origan.....	138
3.1.2. Extrait de thym.....	139
3.1.3. Extrait de romarin.....	141
3.1.4. Extrait de lavande.....	142
3.1.5. Extrait de citronnier.....	144
3.1.6. Extrait d'oranger.....	145
3.1.7. Extrait de clémentinier.....	147
3.1.8. Extrait de pamplemoussier.....	148
3.2. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A.fabae</i>	149
3.2.1. Extrait de thym.....	150
3.2.2. Extrait de romarin.....	151
3.2.3. Extrait d'origan.....	152
3.2.4. Extrait de lavande.....	153
3.2.5. Extrait de citronnier.....	155
3.2.6. Extrait d'oranger.....	156
3.2.7. Extrait de clémentinier.....	157
3.2.8. Extrait de pamplemoussier.....	159
3.3. Effet de la nature de l'extrait sur les populations d' <i>A.fabae</i>	160
3.3.1. Les lamiacées.....	160
3.3.2. Les Rutacées.....	161
3.4. Etude de la composition des plantes testées.....	161
3.4.1. Analyse qualitative et quantitative de la composition des huit extraits testés.....	161
3.4.1.1. Analyse qualitative : Screening phytochimique.....	161
3.4.1.2. Analyse quantitative des polyphénols totaux des extraits méthanoliques.....	163
3.4.1.3. Dosage spectrale des polyphénols totaux.....	163
Chapitre VI : Discussion	165
Conclusion	187
Références bibliographiques	191

Introduction

La famille des légumineuses ou Fabacées est la troisième plus grande famille des plantes à fleurs après les Orchidées et les Astéracées, avec environ 650 genres et près de 20000 espèces (Gepts et *al.*, 2005). Selon Vertés et *al.*(2015), trois grands types de légumineuses correspondant à trois grands types de fonctions sont distingués: les légumineuses à graines, les légumineuses fourragères et les légumineuses non récoltées. Les légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires (Vance et *al.*, 2000).

Dans le bassin méditerranéen, la culture des plantes légumineuses occupe une place primordiale au niveau des agro-systèmes vu les intérêts agronomiques, économiques et nutritionnels qu'elles apportent via leur symbiose avec les rhizobia (Faghire et *al.*, 2011;Lazali et *al.*, 2014). En Algérie, les légumineuses occupent une place importante et constituent avec les céréales l'épine dorsale du système alimentaire (Laib, 2012). Elles sont activement utilisées dans l'alimentation humaine en raison de leurs effets nutritionnels et bénéfiques pour la santé (Tarnagda et *al.*, 2017). Les grains de légumineuses à l'exception de l'arachide et du soja, sont pauvres en matières grasses et contiennent des quantités raisonnables de minéraux importants comme le fer et le calcium. Les teneurs élevées en amidon et en protéines digestibles leur donnent une valeur énergétique nette élevée, proche de celle de blé (Huignard et *al.*,2011). Les légumineuses constituent toujours une part importante de l'alimentation humaine dans le monde, particulièrement dans les pays en voie de développement où elles sont la principale source de protéines. Le haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique Latine, le pois chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*Lens culinaris*) et la fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le soja (*Glycine max*) en Asie, sans oublier l'arachide (*Arachis hypogea*) et le pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier (Lazrek-Ben-Friha, 2008). Ce sont des cultures intéressantes car elles ont la capacité de réaliser une symbiose fixatrice d'azote atmosphérique avec les bactéries du genre *Rhizobium* du sol. Elles développent des nodules sur leurs racines, dans lesquelles les bactéries réduisent l'azote atmosphérique en ammoniac disponible pour la nutrition azotée de la plante. Cette symbiose présente des intérêts environnementaux et agronomiques puisqu'elle permet de réduire la consommation d'engrais chimiques azotés (Riah, 2014). Elle permet de fournir 70 à 80% des besoins énergétiques de la plante et d'obtenir de bon rendements sans recourir à des apports d'azote minéral (Huignard et *al.*, 2011).

Malgré la stimulation et les encouragements accompagnant la culture des légumineuses, ces dernières sont sujettes à de nombreuses attaques d'ordre abiotiques comme le froid hivernal, les gelées printanières, la chaleur et la salinité. Elles sont également exposées aux

effets néfastes des adventices, des maladies fongiques et virales, des nématodes et des insectes ravageurs, réduisant les récoltes à un niveau considérable (Maatougui, 1996).

Les insectes ont colonisé tous les milieux continentaux où ils représentent la classe animal le plus abondant et le plus diversifié. Les entomologistes estiment qu'il y aurait environ 4 à 5 millions d'espèces d'insectes vivant sur terre mais la plupart d'entre elles sont encore inconnues. Il y a environ 1 million d'espèces qui sont déterminées et 46% d'entre elles se nourrissent de végétaux (Huignard, 2013).

Les insectes phytophages sont responsables de pertes importantes pour l'agriculture en raison de leurs dégâts alimentaires, mais aussi en véhiculant des agents pathogènes tels que les virus (Kortbeek et *al.*, 2018). Ils ont mis en place tout un ensemble de stratégies leur permettant de découvrir leurs plantes hôtes puis de se reproduire et de se développer à leurs dépens (Huignard, 2013). Les pucerons sont considérés parmi les ravageurs les plus redoutables des cultures. Ils causent des pertes financières importantes et sont responsables de pertes de rendement chez de nombreuses plantes cultivées (Tagu et *al.*, 2004). Ils nuisent aux plantes en consommant la sève élaborée qui circule dans leur phloème et les privent de substances nutritives essentielles à leur développement (Harmel et *al.*, 2008). De plus, au cours de leur prise alimentaire, ils injectent une salive souvent toxique pour la plante et peuvent lui transmettre des virus à l'origine de graves maladies. Ils sont de loin les vecteurs de virus les plus dangereux, transmettant près de 30% des espèces de virus de plantes décrites à ce jour (Brault et *al.*, 2010).

L'usage d'insecticide est l'une des premières méthodes utilisées contre les pucerons (Esmaili Vardanjani et *al.*, 2013). Cependant, à la suite d'une utilisation excessive de ces produits, certaines espèces de pucerons ont développé une résistance à la majorité de ces derniers. De plus, les insecticides détruisent les organismes utiles et perturbent les écosystèmes (Harmel et *al.*, 2010; Sabahi et *al.*, 2011). Il est donc nécessaire d'avoir un programme de contrôle alternatif et de chercher de nouveaux produits, d'une part, pour assurer une protection efficace de la production agricole, et d'autre part, pour contribuer à une gestion durable de l'environnement (Bouchelta et *al.*, 2005). Pour cela, plusieurs méthodes de lutte sont préconisées pour limiter le niveau de pullulation des pucerons dans les cultures (Harbaoui et *al.*, 2008). Dans la lutte biologique, l'emploi des ennemis naturels est l'une des voies les plus prometteuses qui présente des avantages d'ordre économique et écologique (Ramane et *al.*, 2016). De nombreux ennemis naturels s'attaquent aux pucerons, les plus connus sont les coccinelles (larves et adultes), mais d'autres prédateurs existent aussi comme certaines punaises appartenant aux familles de Anthocoridae et Miridae, les syrphes, les chrysopes ainsi que les

araignées. Également plusieurs espèces de micro hyménoptères parasitoïdes (Braconidae, Pteromalidae, Aphelinidae...) sont rencontrés et dont les larves transforment les pucerons en momies caractéristiques. Aussi des champignons entomopathogènes se développent parfois sur les pucerons dans les milieux à forte humidité (Ryckewaert et Rhino, 2017). De même, l'usage d'extraits de plantes qui sont dotées d'activités insecticides qui offrent une certaine potentialité (Isman, 2000). En effet, les plantes ont développées différents mécanismes pour se défendre contre les insectes, y compris la production de métabolites spécialisés qui agissent comme des insecticides naturels (Kortbeek et *al.*, 2018). D'après Huignard (2013), les plantes sont riches en composés phénoliques qui sont d'une considérable importance physiologique et morphologique dans le règne végétal. Ces composés sont impliqués dans la croissance, la reproduction et donnent à la plante une certaine résistance contre les pathogènes et les ravageurs (Maroun et *al.*, 2013). Les composés phénoliques, constituent le groupe le plus important et le plus largement distribué dans le règne des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Lugasi et *al.*, 2003). Selon Huignard (2013), les composés secondaires contenus dans les plantes peuvent provoquer la mort des insectes en perturbant le fonctionnement du système nerveux, du système digestif ou en empêchant la croissance larvaire. Les composés phénoliques exercent une toxicité lorsqu'ils sont ingérés par les insectes phytophages (Kortbeek et *al.*, 2019). Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits (Boizot et Charpentier, 2006). Les flavonoïdes sont distribués dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs des plantes (Medic et *al.*, 2003). Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum et *al.*, 2006). D'après Galeotti et *al.* (2008), les métabolites secondaires comme les alcaloïdes, les saponosides, les polyphénols (les flavonoïdes et les tanins) ont une activité pharmacologique et toxicologique. Certains alcaloïdes, anthocyanines, flavonoïdes, quinine, lignanes, stéroïdes et terpenoïdes ont une application commerciale dans les domaines pharmaceutiques et biomédicaux et font partie des drogues, colorants, arômes, parfums et des insecticides (Teixeira, 2004).

De part le monde plusieurs études se sont intéressées à la biodiversité des pucerons et leurs ennemis naturels, parmi elles, celles de Francis et *al.* (2003) ; Leroy et *al.* (2009), Chougourou et *al.* (2012) ; Winklera et *al.* (2012) ; Mohamed et *al.* (2015); Tendeng et *al.* (2017); Bello et *al.* (2018). En Algérie, nous notons les travaux de Laamari et Hebbel (2006), Benoufella-Kitous et *al.* (2014, 2015, 2016, 2019) ; Bouabida et *al.* (2019). Pour l'évaluation de l'effet des extraits de plantes sur les pucerons des auteurs au niveau national ont fait des travaux comme Akantetou et *al.* (2011); Amirat et *al.* (2011) ; Benoufella-Kitous

(2015) ; Oulebsir-Mohand Kaci et *al.* (2015 et 2016) ; Korichi-Almi et *al.* (2016) ; Lebbal et *al.* (2017), Saïfi et *al.* (2018). Aussi nous rencontrons les travaux de Habou et *al.* (2011) ; Kumar et *al.* (2017).

D'autres études font appel à la recherche des composés phénoliques existant au niveau des plantes pour lesquelles nous pouvons citer Medic et *al.* (2003) ; Boizot et Seyoum et *al.* (2006) ; Charpentier (2006) ; Galeotti et *al.* (2008) ; Huignard (2013) ; Kholkhal et *al.* (2013) ; Fadili et *al.* (2015) ; Bachiri et *al.* (2016) ; Boufellous et *al.* (2017) ; Asghari et *al.* (2017) ; Cocan et *al.* (2018) ; Kortbeek et *al.* (2019).

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressées à la diversité des espèces de pucerons qui peuvent être inféodés aux différentes cultures de légumineuses alimentaires comme la fève (*Vicia faba*), la lentille (*Lens culinaris*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le niébé (*Vigna unguiculata*), le pois chiche (*Cicer arietinum*) et le petit pois (*Pisum sativum*), ainsi que la réalisation d'un inventaire des espèces auxiliaires pouvant avoir un impact sur les populations aphidiennes. Aussi, les extraits aqueux de 8 plantes médicinales et aromatiques répandues en Algérie (La lavande, l'origan, le thym, le romarin de la famille des Lamiacées ; le citronnier, le clémentinier, le pamplemoussier et l'oranger de la famille des Rutacées) sont testés pour évaluer leur effet insecticide vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 pris comme modèle au laboratoire.

Le présent travail est structuré comme suit : le premier et le second chapitre portent sur une synthèse bibliographique sur les plantes hôtes (les légumineuses alimentaires) et les insectes ravageurs (les aphides). Le troisième chapitre sera consacré au matériel utilisé lors de l'étude et à la méthodologie de travail adoptée. Le quatrième chapitre annoncera les différents résultats obtenus suivis de leur interprétation. Le sixième et dernier chapitre concerne la discussion des différents résultats obtenus. Une conclusion assortie de perspectives pour les travaux futurs clôturera ce travail.

Chapitre I
Généralités sur les
légumineuses alimentaires et les
extraits végétaux

1. Généralités sur les légumineuses

La plupart des légumineuses cultivées appartiennent à une des sous-familles des Fabioideae ou des Papilionoideae et plus précisément aux tribus des Fabeae, des Phaseoleae et des Trifolieae (Schneider et *al.*, 2015). La sous famille des Papilionoidae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja (*Glycine max* $2n=4x=40$), le haricot (*Phaseolus vulgaris* $2n=2x=22$), le pois (*Pisum sativum* $2n=2x=14$), la luzerne (*Medicago sativa* $2n=4x=32$), l'arachide (*Arachis hypogaea* $2n=4x=40$), le pois chiche (*Cicer arietinum* $2n=2x=16$), le niébé (*Vigna unguiculata* $2n=2x=22$) et la fève (*Vicia faba* $2n=2x=16$) (Lazrek-Ben-Friha, 2008).

La classification botanique des légumineuses est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 1: Classification des légumineuses de la famille des Papilionoideae (Zhu *et al.*, 2005).

Tribu	Genres	Espèces	
Viceae	- <i>Lens</i>	- <i>L.culinaris</i> (lentille)	Légumineuses de saison fraîche
	- <i>Vicia</i>	- <i>V.faba</i> (fève)	
	- <i>Pisum</i>	- <i>P. sativum</i> (pois de jardin)	
Trifolieae	- <i>Melilotus</i>	- <i>M. officinalis</i> (Tréfle doux)	
	- <i>Trifolium</i>	- <i>T.pratense</i> (tréfle rouge)	
	- <i>Medicago</i>	- <i>M.sativa</i> (Luzerne cultivée) - <i>M.truncatula</i> (Luzerne tronquée)	
Cicereae	- <i>Cicer</i>	- <i>C.arietinum</i> (Pois chiche)	
Loteae	- <i>Lotus</i>	- <i>L.japonicus</i> (Lonicerajaponica)	
Phaseoleae	- <i>Phaseolus</i>	- <i>P.vulgaris</i> (Haricot)	Légumineuses de saison tropicale
	- <i>Vigna</i>	- <i>V.radiata</i> (Haricot mungo)	
	- <i>Glycine</i>	- <i>G.max</i> (Soja)	
	- <i>Gajanus</i>	- <i>C.cajan</i> (Poiscajan)	

1.1. Fève (*Vicia faba*)

1.1.1. Origine et répartition géographique

Selon Tanno et Willcox (2006), la fève est parmi les légumineuses les plus anciennement cultivée dans le monde. Cubero (2011) indique que l'origine de *V.faba* serait le Proche-Orient. Cette plante aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Egypte et les côtes Arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16^{ème} siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnoles et vers la fin du 20^{ème} siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie. Cependant, Nuessly et *al.* (2004) et Mikic (2011), la considèrent originaire d'Asie centrale.

1.1.2. Position systématique

Sanchez et *al.*(2008) rappellent la classification botanique la fève comme suit:

Règne	Plantae
Sous-Règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-Classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i> L.

1.1.3. Caractères morphologiques

La fève est une plante annuelle diploïde à $2n = 12$ chromosomes (Wang et *al.*, 2012). Les feuilles sont de couleur vert clair, ovales, entières (Dominique, 2010). Elles comportent 2 folioles à la base de la tige puis 3 ou 4 par la suite. Les fleurs sont grandes, 2 à 3cm, blanches tachées de noir (Patrick et *al.*, 2008). L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et une libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7^{ème} nœud et continue jusqu'aux 20^{ème} nœuds suivants. Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses ont une couleur verte puis noircissent à maturité, elles sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Fig. 1) (Brink et Belay, 2006).

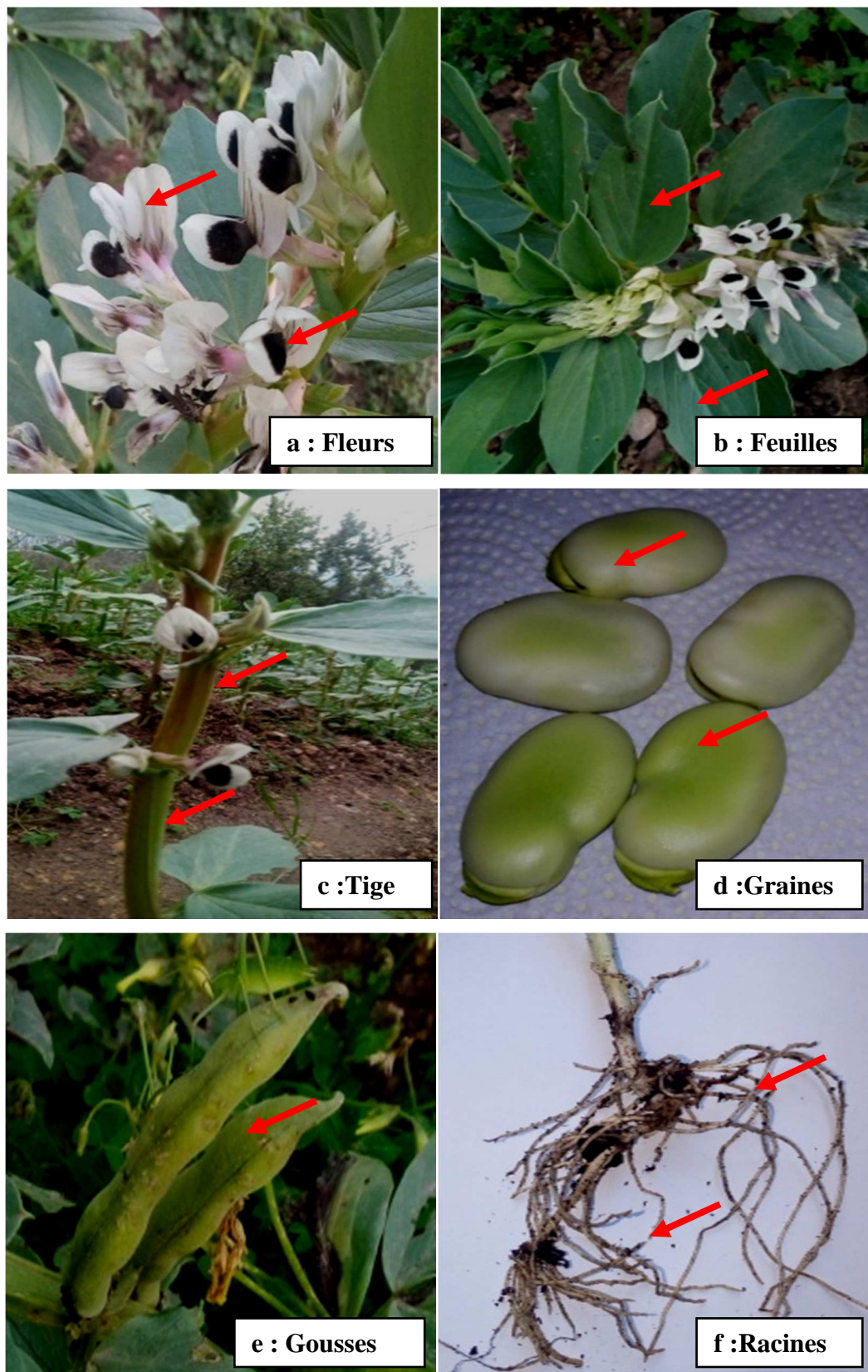


Figure 1 : Appareils végétatif et racinaire de la fève *Vicia faba* (Originale,2018).

1.1.4. Variétés de la fève

D'après Nuessly et *al.* (2004), la fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous espèces qui sont :

- *Vicia faba* var. *minor*, ou féveroles dont les graines sont petites ou de taille moyenne. Elles sont cultivées pour l'alimentation animale.
- *Vicia faba* var. *equina*, ou la févette dont la graine est de taille moyenne.
- *Vicia faba* var. *major*, ou la fève, qui se caractérise par une taille importante des graines. Elles sont généralement cultivées pour l'alimentation humaine.

1.1.5. Maladies et insectes ravageurs de la fève

Huignard et *al.* (2011) signalent que les maladies qui affectent la fève sont les taches chocolat, l'antracnose et la rouille.

L'antracnose de la fève est causée par *Ascochyta fabae*. Les symptômes sous forme de taches d'une couleur qui varie entre le brun et le brun-rouge, affectent les feuilles, les graines et les gousses.

Les taches chocolat sont causées par *Botrytis fabae*. Ces taches de diamètre de 1-2mm, de couleur brun chocolat affectent les feuilles et les gousses.

Le mildiou est causé par *Peronospora* sp., provoquant le nanisme et la déformation des tiges et des feuilles.

La rouille est causée par *Uromyces vicia-fabae*, de couleur brun rouille, se propage sur les deux faces des feuilles (Fig. 2).

Les cultures de la fève sont attaquées par des nématodes et par plusieurs espèces d'insectes consommant les tiges, la sève et les graines (Huignard et *al.*, 2011).

Hannachi-Rabia et *al.* (2017) indiquent que parmi les ravageurs qui attaquent les cultures de fève et limitent leur développement, il y a les pucerons, lessitones, les citaines, le lixus et les escargots. Parmi les ravageurs des graines, il y a la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh (Medjdoub-Bensaad, 2007) (Fig. 3).

1.2. Petit pois (*Pisum sativum*)

1.2.1 Origine et répartition géographique

Brink et Belay (2006) indiquent que le petit pois se trouve actuellement dans tous les pays tempérés et dans la plupart des hautes terres tropicales comme l'Afrique (centrale partie Est) et orientale). Originaire de l'Asie centrale (Afghanistan et Inde) et sa culture est très ancienne (Free, 1993 ; Pouvreau, 2004).



Figure 2: Principales maladies fongiques de la fève *Vicia faba* (Originale,2018).

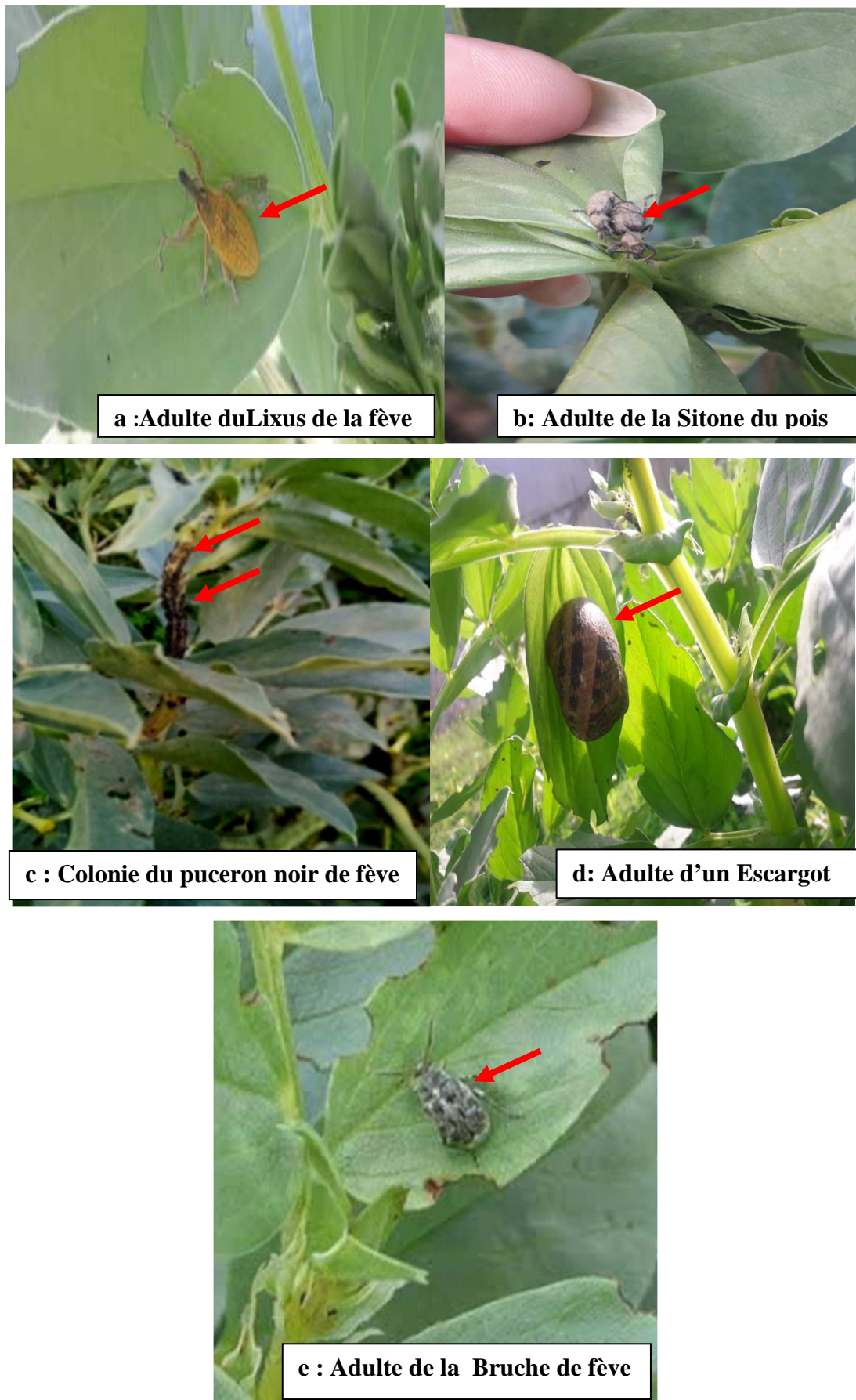


Figure 3: Principaux ravageurs de la fève *Vicia faba* (Originale, 2018).

1.2.2 Position systématique

Benantar et Ayouni (2015) rappellent la taxonomie du petit pois comme suit :

Règne	Plantae
Sous règne	Viridaeplantae
Infra-règne	Streptophytae
Division	Tracheophytae
Sous-division	Spermatophytina
Infra-division	Angiospermae
Classe	Mongoliopsidae
Super –ordre	Rosanae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Pisum</i>
Espèce	<i>Pisum sativum</i> L.

1.2.3 Caractéristiques morphologiques

D'après La France (2010), le petit pois est constitué d'une tige creuse qui atteint 50cm à 1,50m. Les feuilles sont en paires opposées et forment à leurs extrémités des vrilles. Les racines sont pivotantes, 10% d'entre elles atteignent jusqu'à 1m de profondeur. Les fleurs sont blanchâtres. Les gousses contiennent en moyenne 2 à 5 graines qui ont différentes formes, ronde, lisse ou ridée, et de couleur verte ou beige (Fig. 4) (Nyabyendra, 2005).

1.2.4 Variétés de petit pois

Trois types de pois sont à distinguer comme le pois à écosser, le pois à graine lisse ou ridée et le pois mange-tout (La France, 2010). Selon Dominique (2010), deux types de grains existent, les grains ridés qui fructifient vite (dix à douze semaines) et peuvent être utilisés en production tardive de fin d'été. Les grains lisses (ou ronds) qui sont noirs et sucrés et sont plus utilisés pour une production de printemps.

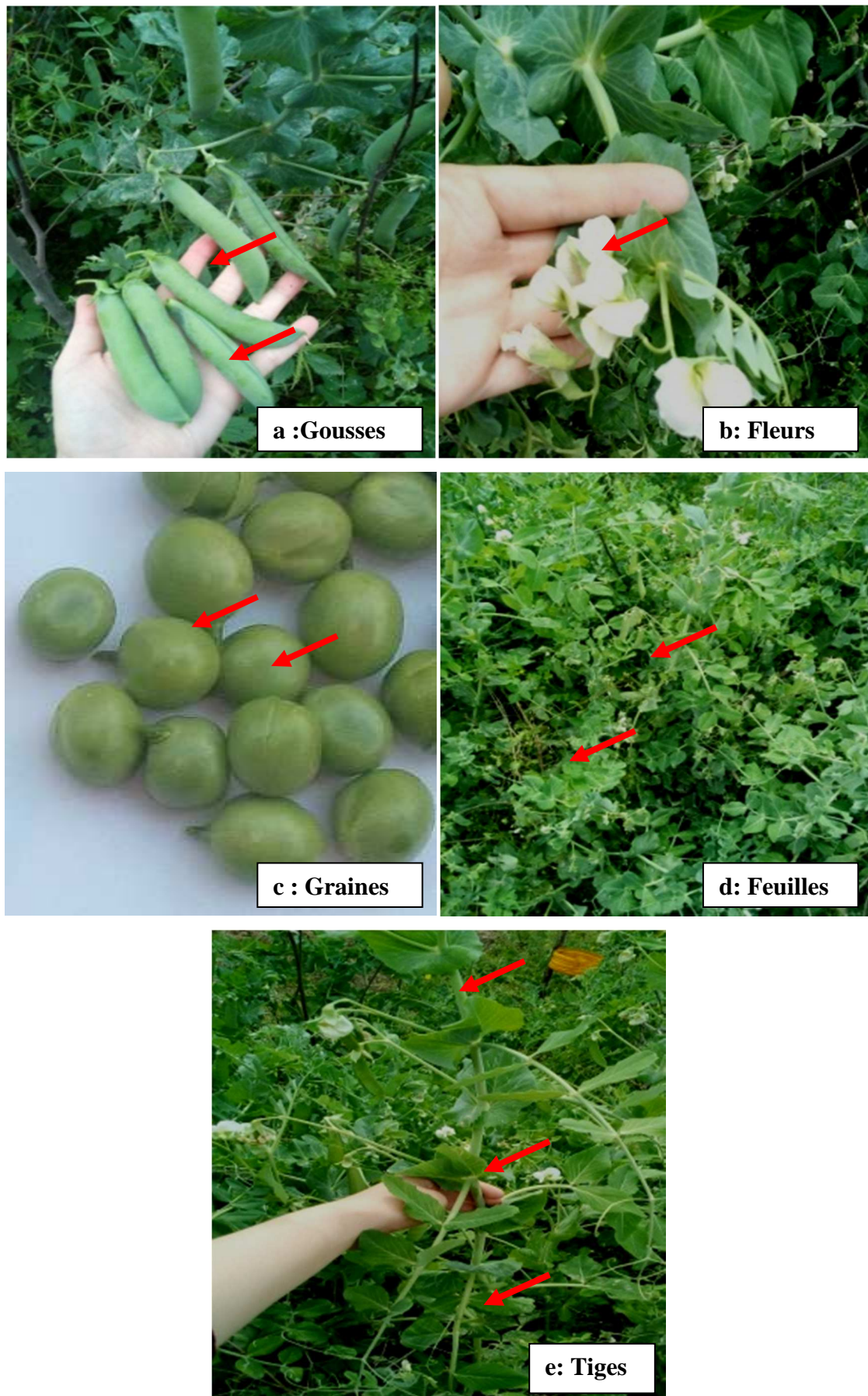


Figure 4 : Appareil végétatif du pois *Pisum sativum* (Originale, 2018).

1.2.5 Maladies et ravageurs du petit pois

Selon Nyabyenda (2005), les plus importantes maladies fongiques du petit pois sont l'oïdium causé par *Erysiphe polygoni* (Fig. 5), l'ascochytose provoquée par *Ascochyta pinodes* et la septoriose dont l'agent pathogène est *Septoria pisi*. D'après le même auteur, les ravageurs du petit pois sont le puceron vert (*Acyrtosiphumpisum* Harris, 1776) et la chenille défoliante (*Plusia circumflexa* Linnaeus, 1767).



Figure 5: Symptômes de l'Oïdium sur les feuilles et les gousses du petit pois (Originale, 2018).

1.3. Haricot (*Phaseolus vulgaris*)

1.3.1 Origine et répartition géographique

Le haricot commun est produit principalement en Amérique latine, en Afrique Centrale et orientale (Nyabyenda, 2005).

Selon Hullé et *al.* (1999), le haricot, introduit en Europe par Christophe Colomb, vient d'Amérique centrale et sa culture s'est répandue dans le bassin méditerranéen.

1.3.2. Position systématique

Guignard (1998) rappelle la classification botanique du haricot vert comme suit:

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyta
Sous embranchement	Angiospermae
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Phaseolus</i>
Espèce	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

1.3.3. Caractéristiques morphologiques

Selon Nyabyenda (2005), les racines ne dépassent pas 20cm de profondeur. Les deux premières feuilles sont simples, les suivantes sont trifoliées; une foliole est lancéolée à sommet acuminé et le limbe mince et fragile au déchirement (Chaux et Foury, 1994). Les gousses sont de longueur de 4 à 25cm à deux valves contenant en général 4 à 10 graines (Nyabyenda, 2005). Les graines sont réniformes, arrondies à ovales plus ou moins allongées ; à section circulaire ou plus ou moins aplatie. Le tégument peut être noir, blanc ou revêtu de différentes nuances de jaune, brun, rouge ou rose, il peut être unicolore diversement marbré ou panaché (Fig. 6) (Chaux et Foury, 1994).

1.3.4 Variétés d'haricot

D'après Messiaen et *al.* (2009), il existe deux types d'haricot :

- Variété naines ; croissance déterminée, à entrenœuds courts. Les variétés de ce type sont le haricot mange-tout à cosse verte, le haricot parcheminé à filets verts, le haricot parcheminé à filets beurre, et le haricot parcheminé à écosser.
- Variété à rames ; volubiles, à entrenœuds longs et croissance indéterminée. Les variétés de ce type sont le haricot mange-tout à cosse verte, le haricot mange-tout à cosse jaune et le haricot parcheminé à écosser.

Les cultivars à grosses graines rouges marbrées sont très courants en Afrique tropicale, suivis par les cultivars à graines de couleur rouge et de taille petite à moyenne. Les autres types de graines pourraient représenter 50% de la production. Les cultivars à graines noires ou blanches, quant à eux, ne sont pas appréciés en raison de la couleur qu'ils donnent aux plats (Brink et Belay, 2006).

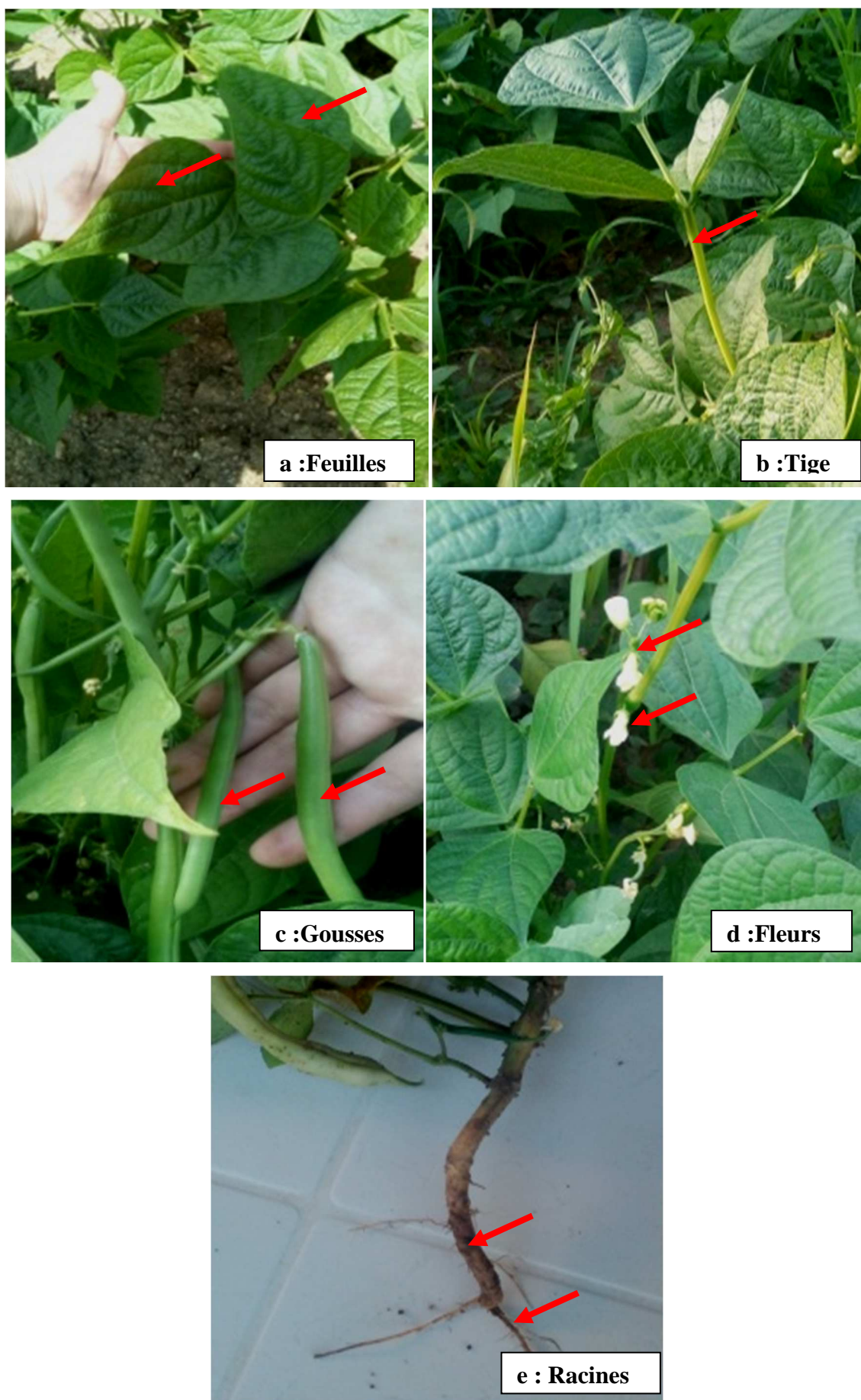


Figure 6 : Appareils végétatif et racinaire du haricot *Phaseolus vulgaris* (Originale,2018).

1.3.5. Maladies et ravageurs du haricot

D'après Messiaen et *al.* (2009), les maladies qui affectent le haricot sont l'antracnose, la mosaïque commune et les graisses bactériennes.

Deux maladies virales sont également à craindre sur cette culture, dont la première est la mosaïque commune dont l'agent viral, le BCMV, est un potyvirus transmis par les semences et disséminé par plusieurs espèces de pucerons comme le puceron vert et rose du pois (*A.pisum*), le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer, 1776) et le puceron noir de la fève (*A.fabae*). La seconde maladie virale qui est la mosaïque jaune du haricot, est due au virus BYMV (Fig. 7) (Hullé et *al.*,1999).

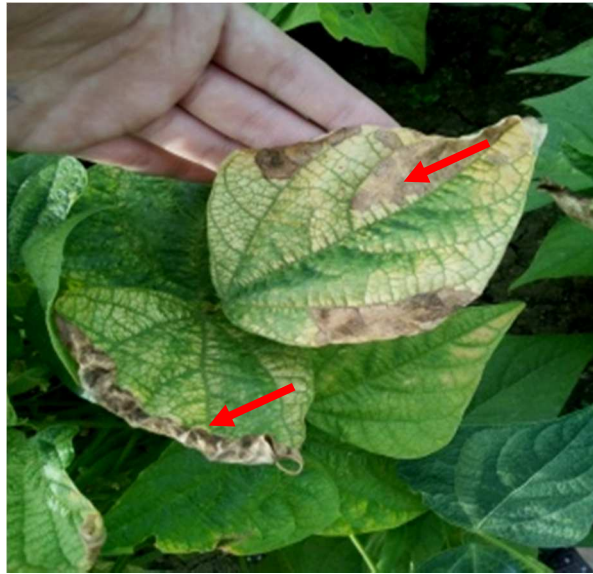


Figure 7:Symptômes du Botrytis sur les feuilles du haricot (Originale,2018).

Selon Nyabyenda (2005), les insectes ravageurs du haricot sont :

- La mouche du haricot : les plants attaqués fanent et se dessèchent.
- Le puceron noir (*Aphis fabae*) qui transmet des virus et maladies notamment sur les feuilles d'haricot.
- Les bruches qui pondent leurs œufs sur les gousses en voie de maturation et qui suivent les graines dans les lieux de stockage.
- Autres ravageurs : les vers gris *Agrotis ipsilon* qui sélectionnent les plantules au collet, les chenilles foreuses des gousses et les jassides.
- Les limaces qui attaquent les jeunes feuilles (Messiaen et *al.*, 2009).

1.4. Niébé (*Vigna unguiculata*)

1.4.1. Origine et répartition géographique

Le niébé est originaire d'Afrique (Huignard et *al.*, 2011). Il a été introduit à Madagascar et sur d'autres îles de l'océan Indien, mais c'est en Afrique de l'Ouest que se

trouve la plus grande diversité génétique du niébé cultivé, dans les zones de savane du Burkina Faso, du Ghana, du Togo, du Bénin, du Niger, du Nigeria et du Cameroun. Le niébé fut probablement introduit en Europe vers 300 ans avant J.-C. et en Inde vers 200 ans avant J.-C. Aussi introduit en Amérique tropicale au XVII^e siècle par les Espagnols, le niébé est largement cultivé aux Etats-Unis, aux Caraïbes et au Brésil (Brink et Belay, 2006).

Dans le monde, le niébé se trouve dans différents pays : le Nigeria, le Niger, la Haute Volta, l'Ouganda, le Sénégal et dans les régions tempérées, tropicales et subtropicales du globe (Chaux et Foury, 1994).

En Algérie, le niébé est traditionnellement cultivé dans la région de Kabylie, la zone d'El Kala et les oasis du Sahara ; mais actuellement sa culture n'existe plus que sur des superficies très restreintes, relevant souvent du jardinage (Ghalmi et *al.*, 2010).

1.4.2. Position systématique

Cronquist (1981) rappelle que le haricot dolique appartient à la systématique suivante:

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Vigna</i>
Espèce	<i>Vigna unguiculata</i> L.

1.4.3. Caractères morphologiques

V. unguiculata est une plante annuelle, autogame, herbacée, à port variable, à tige érigée, rampante, volubile, à croissance déterminée ou indéterminée. Elle peut atteindre 60 cm de hauteur (Borget, 1989).

Les fleurs sont de couleur blanchâtre teintée de rose avec un onglet jaune à la base de l'étendard (Keita, 2000). Le système racinaire est profond, dépassant 30 cm en début de floraison (Chaux et Foury, 1994). Les gousses sont dressées par paires formant un V déhiscents, cylindriques, plus ou moins comprimées avec une extrémité aigue (Fig. 8) (Borget, 1989).



Figure 8 : Appareil végétatif de *Vigna unguiculata* (Originale,2018).

1.4.4. Maladies et ravageurs

Le niébé est soumis à des attaques de champignons, de bactéries et de Virus. Différentes maladies touchent différentes parties de la plante à divers stades de sa croissance. Les plus importantes et les plus courantes sont l'antracnose (Fig. 9), la pourriture de la tige, la pourriture des racines et du collet, la fonte des semis, la cercosporiose, les taches foliaires, le flétrissement fusarien et les gales (Dugdje et *al.*, 2009).

Les insectes ravageurs constituent également un facteur important limitant la production du niébé, et ils peuvent causer la perte totale de la récolte en graines. En Afrique tropicale, d'importants dégâts sont provoqués par les vers gris (*Agrotis ipsilon* Hufnagel, 1766) qui font souvent des ravages juste après la levée, les pucerons du niébé (*Aphis craccivora* Koch, 1854), les thrips des fleurs (*Megalurothrips sjostedti* Trybom, 1910), la mouche des gousses du haricot (*Melanagromyza sojae* Zehntner, 1900), les foreurs de gousses (*Maruca vitrata* Fabricius, 1787 et *Etiellazinkenella* Treitschke, 1832), les punaises des gousses et des graines (*Clavigralla tomentosicollis* Stal, 1855). Les grains de niébé sont extrêmement vulnérables aux ravageurs des greniers comme la bruche cosmopolite du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fabricius, 1775) qui constitue le ravageur le plus important (Brink et Belay, 2006).



Figure 9 : Symptômes de l'Ascochyte sur les feuilles de *V. unguiculata* (Originale, 2018).

1.5. Lentille (*Lens culinaris*)

1.5.1. Origine e répartition géographique

La lentille est un des plus anciens légumes secs cultivés en Asie occidentale, en Egypte et en Europe méridionale. Elle est probablement originaire d'Asie occidentale, d'où elle s'est diffusée vers la Méditerranée en Asie, en Afrique et en Europe (Brink et *al.*, 2006).

1.5.2. Position systématique

Ferguson et *al.* (2000) rappellent la classification de la lentille comme suit :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Lens</i>
Espèce	<i>Lens culinaris</i> L.

1.5.3. Caractères morphologiques

La lentille est une plante herbacée annuelle érigée, d'un vert pâle, atteignant 60cm de haut. La tige est carrée, fortement ramifiée. La racine est pivotante mince. Les feuilles sont alternes, et les inflorescences sont en grappes axillaires. Les fleurs sont bisexuées, papilionacées. Le fruit est une gousse rhomboïde, comprimée latéralement. Les graines sont en forme de lentille optique, de 2 à 9mm de couleur grise, verte, vert brunâtre, rouge pâle mouchetée de noir ou complètement noire (Fig. 10) (Brink et *al.*, 2006).



Figure 10 : Appareils végétatif et racinaire de *Lens culinaris* (Originale, 2018).

1.5.4. Variétés de lentille

La lentille *L.culinaris* cultivée est classée en deux groupes selon la taille de la graine. Le groupe macrosperma prédominant principalement en Afrique du Nord, en Europe et en Amérique (diamètre supérieur à 6 mm), tandis que Le groupe microsperma(diamètre inférieur à 6 mm) domine en Asie, en Egypte, et en Ethiopie (Brink et Belay, 2006).

1.5.5. Maladies et ravageurs de la lentille

Les maladies les plus importants des lentilles sont la rouille, l'ascochytose, la pourriture grise, la stemphyliose, la pourriture du collet et la fusariose. Les autres maladies fongiques sont le rhizoctone, l'oïdium, l'anthracnose, l'alternariose et la pourriture des tiges et des racines. Les virus qui peuvent affecter la culture de lentille sont la mosaïque du concombre (CMV), le virus de la jaunisse nécrotique de la fève (FBNYV),le virus de la mosaïque de la luzerne (AMV), le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus de la mosaïque du pois (PSBMV).

Le puceron du pois (*A.pisum*) est parmi les principaux insectes ravageurs de la lentille qui provoque la perte de 25% de rendement ainsi que les bruches (*Callosobruchus* spp) et *Bruchus lentis* Frölich, 1799 qui attaquent les graines stockées(Balachowsky, 1962 ; Brink et al., 2006).

1.6. Pois chiche (*Cicer arietinum*)

1.6.1. Origine et répartition géographique

Il est supposé que les origines du pois chiche se trouveraient dans le Sud-Est de la Turquie et dans les zones voisines de Syrie et d'Iran. Les restes les plus anciens des graines de pois chiche remontent à 7000 ans avant J.-C. (Syrie et Turquie). Le pois chiche s'est diffusé progressivement vers l'ouest de la Méditerranée, ainsi qu'en Asie orientale et australe, et en Afrique de l'Est. Il a atteint le sous-continent Indien avant 2000 ans avant J.-C. La culture du pois chiche connaît une expansion dans les pays où son introduction est récente, comme l'Australie, la Nouvelle-Zélande, les Etats-Unis et le Canada. En Afrique tropicale, il est cultivé principalement en Afrique de l'Est (Soudan, Erythrée, Ethiopie, Kenya et Tanzanie)(Brink et al.,2006).

1.6.2. Position systématique

Cronquist (1981) rappelle que la classification du pois chiche comme suit:

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Cicer</i>
Espèce	<i>Cicer arietinum</i> L.

1.6.3. Caractères morphologiques

Le pois chiche est une plante annuelle, herbacée avec des branches diffusées et propagées (Yadav et *al.*, 2007 ; Muelbauer et Rajesh, 2008). La racine est longue et robuste, pivotante, avec de nombreuses racines latérales munies de nodules fixateurs d'azote atmosphérique (Cubero, 1987). Le système racinaire peut atteindre jusqu'à 2m de profondeur (Duke, 1981). D'après Obaton (1980), la tige est anguleuse, très ramifiée, d'une hauteur de 20 cm à 1m. La plante peut présenter un port soit étalé, soit semi dressé. La fleur de *C. arietinum* est typiquement papilionacée et généralement solitaire de couleur blanche, bleue ou violette. Les feuilles sont composées de 7 à 17 folioles, imparipennées à pétiolées, terminées par une vrille. Le fruit est une gousse de forme ovale renfermant une ou deux graines ovoïdes (Fig. 11) (Duke, 1981).

1.6.4. Variété de pois chiche

Chez le pois chiche cultivé, 2 principaux groupes sont à distinguer : les types Kabuli à grosses graines de couleur crème, et les types Desi à petites graines de couleur sombre, lisses ou ridées avec l'existence de cultivars intermédiaires. Les pois chiches du type Desi, sont cultivés surtout en Asie méridionale et en Ethiopie. Ils sont les plus prisés en Afrique de l'Est (Brink et Belay, 2006). Les types Kabuli, sont cultivés en Méditerranée. La couleur des graines est une caractéristique importante du pois chiche car elle détermine sa qualité et son acceptation dans de nombreux pays.

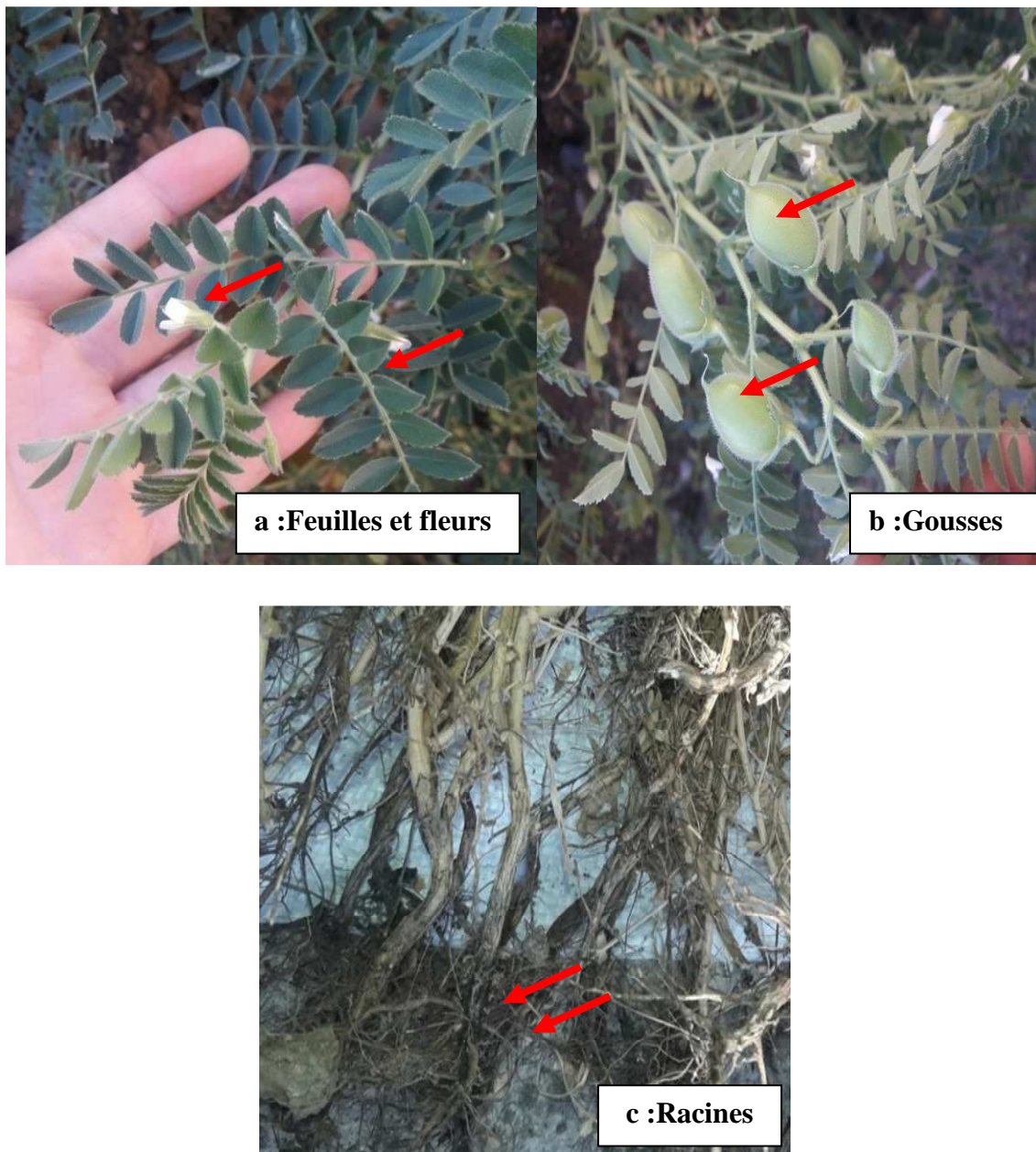


Figure 11 : Appareils végétatif et racinaire de *Cicer arietinum* (Originale, 2019).

1.6.5. Maladies et ravageurs du pois chiche

Les maladies les plus importantes du pois chiche sont l'ascochytose (Fig. 12), provoquée par *Ascochyta rabiei*, la fusariose provoquée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*, la pourriture sèche des racines causée par *Macrophomina phaseolina* (*Rhizoctonia bataticola*) et la pourriture du collet provoquée par *Sclerotium rolfsii*.



Figure 12:Symptômes d'Aschochytose sur les feuilles de pois chiche (Originale,2019).

Le foreur des gousses (*Helicoverpa armigera* Hubner, 1808) et le ver gris (*Agrotis ipsilon*) sont des insectes ravageurs courants du pois chiche en Afrique de l'Est et en Inde. Les bruches (*Callosobruchus* spp.) constituent des ravageurs importants du pois chiche stocké. Le nématode à galles (*Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949) est également un ravageur important du pois chiche (Brink et Belay, 2006). La mineuse du pois chiche (*Liriomyza cicerina* Mik, 1894) cause également des dégâts sur cette culture (Fig. 13).



Figure 13:Dégâts causés par la mineuse sur les feuilles de pois chiche (Originale,2019).

2. Généralités sur les l'extraits végétaux

2.1. Généralités sur les Lamiacées

La famille des Lamiacées est l'une des familles les plus répandues dans le règne végétal (Naghibi et *al.*, 2005).

2.1.1. Classification botanique

Dupont et Guignard (2012) rappellent la classification botanique des Lamiacées comme suit :

Embranchement	Embryophytes
Sous Embranchement	Trachéophytes
Super Classe	Spermaphytes
Classe	Angiospermes
Clade	Triporées évoluées
Clade	Astéridées
Clade	Lamiidées (Euastéridées I)
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées

2.1.2. Présentation du romarin (*Rosmarinus officinalis*)

L'espèce *Rosmarinus officinalis* L. peut avoir différentes appellations :

Français : romarin

Arabe : iklil, al-jabal, aklil, kelil, hassalouban, hassalban

Kabyle : iazir, aziir, azir, yazir, hesislerneb

Anglais : Rosemary (Max et Dominique, 2007).

Le romarin est un arbuste ou sous-arbrisseau ligneux très odorant. Les feuilles linéaires à marge révoluée, sont gaufrées, verdâtres en dessus, plus ou moins hispides et blanchâtres en dessous. Les inflorescences sont des épis très courts, à bractées squamiformes de 1 à 2 mm, rapidement caduques (Fig. 14) (Miara et *al.*, 2013).

2.1.3. Présentation de l'origan (*Origanum floribundum*)

Selon Ait youssef (2006), l'espèce *O. floribundum* peut avoir différentes appellations :

Français : origan, origan à inflorescences compactes

Arabe : zatar, za3tar, za'tar

Kabyle: zaateur, zaatar, azze3ter

Anglais : oregano, organy (Teuscher et *al.*, 2005).

Selon Eberhard et *al.* (2005), l'origan est un sous arbrisseau vivace, très ramifié, à racines rampantes. Les tiges sont nombreuses, dressées, quadrangulaires qui sont souvent parcourues de poils veloutés ou soyeux. Les feuilles sont opposées-décussées, courtement pétiolées et de petite taille (5cm de long sur 2,5 cm). Les fleurs sont regroupées en inflorescences de type panicule, fixées au sommet des rameaux. Le fruit est un tétrakéne lisse, brun, de 1mm de long (Fig. 15).

2.1.4. Présentation de la lavande (*Lavandula stoechas*)

Selon Ait youcef (2006), l'espèce *L.stoechas* peut avoir différentes appellations :

Français : Lavande stéchade, lavande sauvage.

Arabe : Halhal

Kabyle :amezir, timerzit, timerza

Anglais : lavender

La lavande est un sous-arbrisseau aromatique vivace généralement haut de 20 à 60 cm. Il est ligneux à la base, formant des touffes denses (Ait youssef, 2006). Les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées et tendent à être plus vertes que grises (Chu et Kemper, 2001). L'inflorescence en forme d'épis, brièvement pédonculée, est surmontée de grandes bractées stériles membraneuses, de coloration bleue violette. Les fleurs de coloration violet pourpre, sont placées à l'aisselle de bractées larges et rhomboïdales. La corolle est pourpre noirâtre. Son odeur est aromatique, sa saveur est âcre et amère (Fig. 16) (Lucienne, 2010).

2.1.5. Présentation du thym (*Thymus numidicus*)

D'après Lucienne(2013),*T.numidicus* est une espèce qui peut avoir différentes appellations :

Français :Thym

Arabe :Z'hitra

Kabyle :Taza3tart,z3itra

Anglais : Common (Garden) thyme (Max et Dominique, 2007).

D'après Lucienne (2010), le thym est une plante ligneuse, mesurant de 10 à 30 cm de haut. Ses rameaux serrés, dressés et velus, sont recouverts de feuilles opposées courtement pétiolées, ovales, oblongues, glabres et ciliées à la base Les fleurs sont rosées en capitules terminaux avec un calice glanduleux. L'odeur est thymolée. La saveur est chaude, aromatique et légèrement amère (Fig. 17).



Figure 14 : *Rosmarinus officinalis* (Originale, 2018).



Figure 15 : *Origanum floribundum* (Originale, 2018).



Figure 16 : *Lavandula stoechas* (Originale, 2018).



Figure 17: *Thymus numidicus* (Originale, 2018).

2.2. Généralités sur les agrumes

Les agrumes appartiennent à la famille des Rutacées, qui comporte environ 900 espèces (Polese, 2008).

2.2.1. Classification botanique

D'après Jacquemond et *al.* (2013), les Rutacées se répartissent en trois genres : *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus*. Le nombre d'espèces est très important dans le genre *Citrus*. Selon Guignard (2001), la position systématique des agrumes est comme suit:

Embranchement	Spermaphyte
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Eudicotylédon
Ordre	Rutele
Sous-classe	Rosidée
Famille	Rutaceae
Genre	<i>Poncirus</i> , <i>Fortunella</i> et <i>Citrus</i>

2.2.2. Présentation de l'Oranger (*Citrus sinensis*)

L'oranger est un arbre à croissance rapide dont l'aspect est plutôt arrondi et coriace avec un apex aigu et une base arrondie. Les fleurs sont blanches et très odorantes, isolées ou en groupe. La corolle possède 5 pétales blancs recourbés vers l'arrière. Le fruit est une baie généralement ronde, de couleur orange (Colombo, 2004). La peau adhère à la pulpe séparée en quartiers. Le nombre de graines est très variable (Fig. 18) (Walter et Lebot, 2003).

2.2.3. Présentation du Citronnier (*Citrus limon*)

Le citronnier est un arbuste vigoureux aux branches robustes et épineuses. Les feuilles alternes et coriaces sont grandes et très parfumées avec un pétiole légèrement ailé. Les fleurs sont blanches et peu odorantes, regroupées à l'aisselle des feuilles (Colombo, 2004). Les fruits sont des baies ovales, d'un jaune vif, avec un mamelon au sommet (Fig. 19) (Escartin, 2011).

2.2.4. Présentation du clémentinier (*Citrus clementina*)

Selon Colombo (2004), le clémentinier est un petit arbre souvent épineux, avec des rameaux élancés. Sa forme est arrondie, assez ouverte. Les feuilles sont lancéolées, d'un vert brillant, avec des pétioles légèrement ailés. Les fleurs, solitaires ou en petites inflorescences, sont très parfumées. Le fruit a une écorce fine, orange et une pulpe douce (Fig. 20).

2.2.5. Présentation du pamplemoussier (*Citrus maxima*)

L'arbre de *C. maxima* est à feuillage dense, large, ovale, brillant et à pétioles ailés. Les fleurs sont petites, blanches et parfumées (Baches, 2011). L'écorce est de la même épaisseur

que celle des oranges, lisse et d'une belle couleur jaune citron. Sa chair est composée de 9 à 14 tranches séparées par des membranes minces et fragiles, et contient généralement que peu ou pas de pépins (Fig. 21) (Brichet, 1946).



Figure 18: Oranger *Citrus sinensis* (Originale, 2018).



Figure 19 : Citronnier *Citrus limon* (Originale, 2018).



Figure 20: Clémentinier *Citrus clementina* (Originale, 2018).



Figure 21 : Pamplemoussier *Citrus maxima* (Originale, 2018).

Chapitre II

Généralités sur les aphides

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde (Hullé et *al.*, 1998) où plus de 4000 espèces sont connues. La plupart des espèces sont inféodées à une seule espèce végétale mais certaines font preuve d'une polyphagie étendue (Alford, 1994).

1. Position systématique

Remaudiere et Remaudiere (1997) rappellent la classification des pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Homoptera
Super /Famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae

2. Description

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général), avec un corps ovale et un peu aplati. Les pièces buccales sont de type piqueur-suceur. Les antennes, de longueur très variable, de 3 à 6 articles sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminents (Fig. 22a). Elles portent des organes sensoriels particuliers, appelés rhinaries; leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminal. Les ailes sont grandes, uniformément membraneuses, avec une nervation plus ou moins complète selon les familles avec typiquement une nervure longitudinale marquée (Fig. 22b). Chez beaucoup d'espèces, les futurs ailés sont repérables avant la mue imaginaire à leurs ébauches alaires développées et ce dernier stade larvaire est appelé nymphe. Chez les aptères, le thorax et l'abdomen se font suite. Chez beaucoup de pucerons, l'abdomen porte dorsalement, au niveau du 5^{ème} segment, une paire de cornicules, tubes creux dressés, de forme et d'ornementation très variées; d'où sont secrétées une phéromone d'alarme et des matières cireuses. À l'extrémité postérieure de l'insecte, un prolongement impair du dernier segment, appelé cauda, sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006).

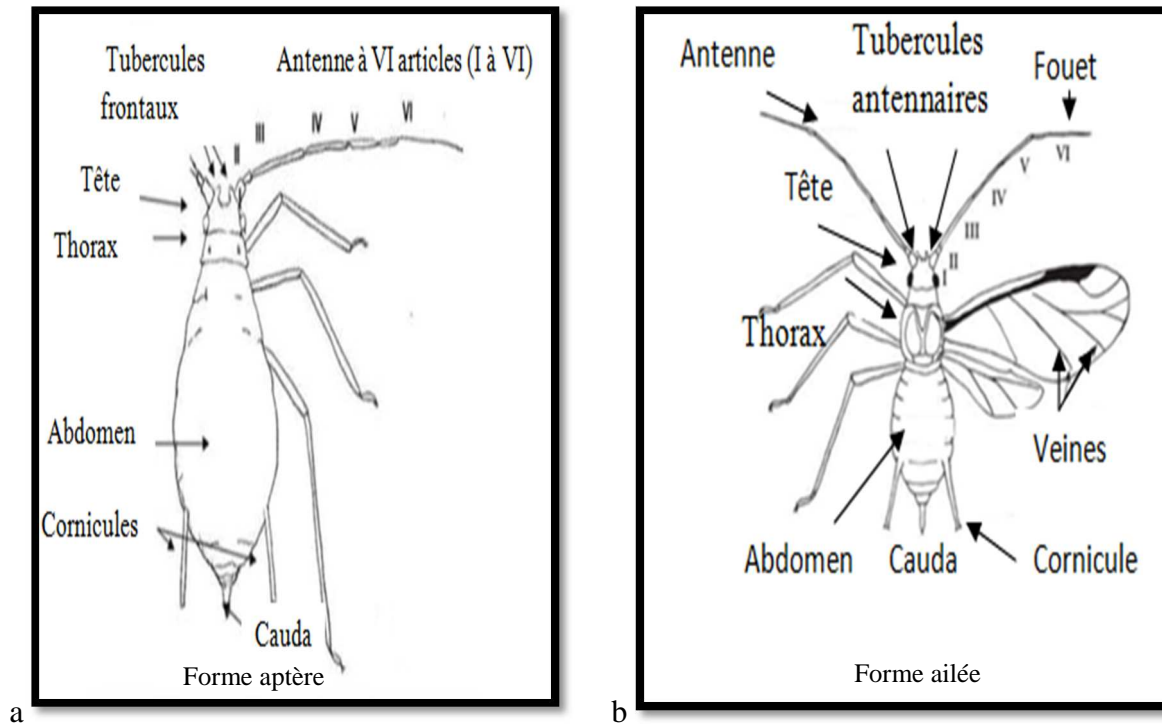


Figure 22 : Morphologie des aphides (Turpeau et *al.*, 2010).

3. Stade de développement

La plupart des espèces passent par 4 stades larvaires avant de devenir des adultes aptères ou ailés. La larve est reconnaissable par ses caractères juvéniles: tête large par rapport au corps, cauda plus courte et arrondie (plutôt qu'allongée), antennes et cornicules peu développées et présence de fourreaux alaires (dans le cas des ailés) (Godin et Boivin, 2002). Les œufs sont minuscules, ovales, noirs et attachés à la face inférieure des feuilles, aux tiges et dans les fissures de la plupart des plantes hôtes (Eaton, 2009).

Durant la phase parthénogénétique, les femelles de pucerons donnent naissance directement à des larves. Le développement larvaire comprend 4 stades. A partir du 2^{ème} stade, 2 cas peuvent se présenter selon (Sekkat, 2015) :

- Evolution des larves vers les stades L₃ et L₄ ne possédant pas d'ébauches alaires et qui, après la mue imaginale, donneront des femelles aptères (Fig. 23).
- Appariation de larves N3 et N4, stades pourvues d'ébauches alaires et qui, après la mue imaginale, donneront des femelles ailées.

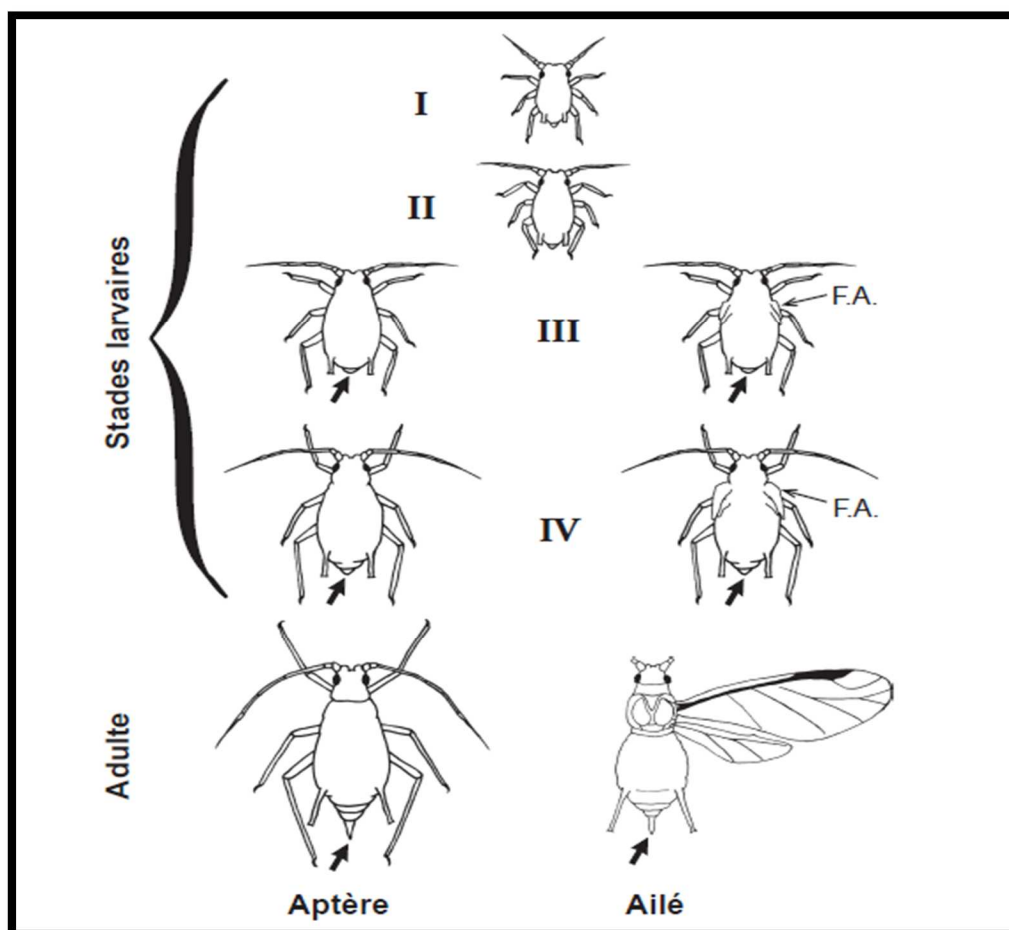


Figure 23 : Stades de développement d'un puceron (Godin et Boivin., 2000).

4. Cycle biologique

Les pucerons ou aphides sont remarquables par leur grand nombre d'espèces et leurs nombreuses particularités biologiques (Dajoz, 2007). Ils vivent tous en colonie sur les plantes (Lambert, 2005). Sous les climats tempérés, les pucerons ont presque tous gardé la possibilité d'effectuer un cycle biologique complet avec une reproduction sexuée ou holocycle (Hullé et *al.*, 1998). Le cycle de vie débute chaque printemps lorsque les œufs éclosent sur l'hôte primaire et se développent en femelles fondatrices aptères. Généralement, l'éclosion des œufs coïncide avec l'ouverture des bourgeons (Labrie, 2010).

A l'automne, mâles et femelles fécondables s'accouplent sur leur plante hôte. Les œufs produits et déposés sur cette même plante, y resteront tout l'hiver (Hullé et *al.*, 1998). La plupart des pucerons passent l'hiver sous forme d'œufs sur des plantes vivaces ou dans des débris végétaux, mais certains hivernent également en tant que femelles adultes (Eaton, 2009). Au printemps, les œufs éclosent et donnent naissance à des femelles (les fondatrices) qui se reproduisent par parthénogénèse. Les fondatrices sont vivipares et sont à l'origine d'une succession de générations composées de femelles parthénogénétiques appelées fondatrigènes

qui se développent au cours du printemps jusqu'au début de l'été (Fig. 24). Les fondatrigenes ailées quittent la plante sur laquelle elles se sont développées et vont s'alimenter sur d'autres végétaux de la même espèce ou d'espèces différentes, sur lesquels elles engendrent plusieurs générations d'aptères et ailés parthénogénétiques appelées virginogènes (Hullé et *al.*, 1998). En absence de cultures, ces aphides peuvent persister sur la flore spontanée sous forme de femelles parthénogénétiques durant toute l'année (Ramane et *al.*, 2016).

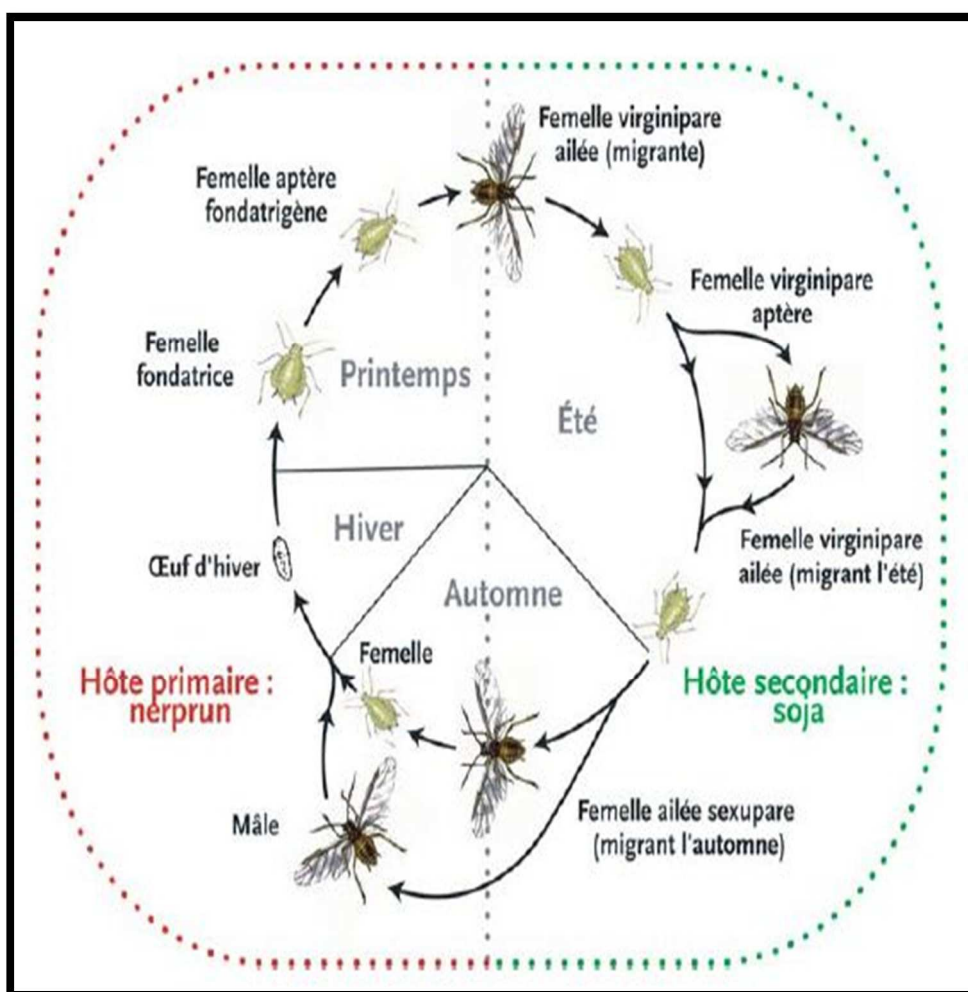


Figure 24 : Représentation schématique du cycle de vie d'*Aphis fabae* (Fraval, 2006).

5. Dégâts

D'après Eaton(2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types:

5.1. Dégâts directs

Les pucerons sont des ravageurs fortement dommageables pour de nombreuses espèces végétales. Leurs stylets pénètrent l'épiderme de la plante et les cellules du parenchyme pour atteindre les tissus phloémiens et prélever la sève dont les pucerons se nourrissent (Harmel et *al.*, 2010). Ils nuisent ainsi fortement au rendement (La France, 2010).

Les stylets du puceron lui permettent d'effectuer des piqûres dans les tissus végétaux de la plante pour atteindre les tubes criblés. La perforation des feuilles et l'injection d'une salive liquide dans les tissus végétaux peuvent avoir des effets toxiques responsables de perturbation de nature physiologique se traduisant par des crispations, des dépigmentations des feuilles et la formation de galls (Harmel, 2008). Ils provoquent également la chute des feuilles, l'avortement des fleurs et la déformation des fruits (Ramane et *al.*, 2016).

5.2. Dégâts indirects

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont:

5.2.1. Miellat et fumagine

Les pucerons, causent d'importants dommages cultureux en prélevant la sève phloémienne de leurs plantes-hôtes. Ils rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif : le miellat (Leroy et *al.*, 2008). Ce sont des gouttelettes de 0,05 à 0,1 µl que les aphides excrètent via la cauda ou par contraction de l'abdomen (Yao et *al.*, 2001). Le miellat excrété, bien que non toxique, constitue un milieu favorable au développement de microorganismes, notamment des champignons saprophytes responsables de fumagine qui forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante-hôte. Cette fumagine réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy et *al.*, 2008).

5.2.2. Transmission de virus phytopathogènes

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus phytopathogènes. Ils peuvent transmettre les virus d'une plante à une autre par leurs piqûres (Lambert, 2005). Les symptômes provoqués par les virus sont d'une grande variation: taches ou anneaux chlorotiques, mosaïque, rougissement des feuilles, nécroses, enroulement des feuilles et nanisme de la plante (Corbaz, 1990). Certains virus induisent également des nécroses au niveau des tubercules qui les rendent non commercialisables (Leroy et *al.*, 2008).

6. Facteurs de développement et de régression des populations de pucerons

Les changements du taux de reproduction et de croissance des pucerons sont liés à des facteurs biotiques et abiotiques.

6.1. Facteurs abiotiques

6.1.1. Température

D'après Hullé et *al.* (1999), les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important. A 30°C, aucun puceron n'émet plus de larve viable et sa propre survie est minimale. Le froid constitue aussi un facteur limitant.

6.1.2. Vent

Le vent violent perturbe les vols tandis que la vitesse et la direction du vent conditionnent les aptitudes à des déplacements plus ou moins lointains (Hullé et *al.*, 1999).

6.1.3. Humidité relative de l'air

Selon Bonnemaïson (1950 in Benoufella-Kitous, 2005), l'humidité relative de l'air peut faciliter ou inhiber le vol des ailés. Les vols sont fréquents pour une humidité inférieure à 75% et une température comprise entre 20 et 30°C. Ces vols sont par contre rares lorsque l'humidité est supérieure à 75% et la température inférieure à 13°C.

6.1.4. Pluviométrie

Une pluie abondante agit directement sur les pucerons en empêchant leur vol ou encore en délogeant les aptères des feuilles sur lesquelles ils se trouvent, notamment pour les espèces de grande taille telle que *Macrosiphum euphobiae* Thomas, 1878. Par contre une pluie fine, de faible intensité, n'empêche pas le vol des ailés, mais elle agit indirectement en favorisant l'apparition des mycoses entomophthorales (Robert, 1982 in Benoufella-Kitous, 2005).

6.2. Facteurs biotiques

6.2.1. Plante hôte

Certaines plantes se trouvent plus infestées par les aphides que d'autres. Cela est dû au fait que les ailés choisissent celles sur lesquelles ils vont se reproduire, après avoir reçu les informations nécessaires au déclenchement de l'alimentation (Robert, 1982 in Benoufella-Kitous, 2005).

6.2.2. Prédateurs

Les prédateurs sont des insectes qui chassent les proies vivantes, pour s'en nourrir ou pour en nourrir directement leurs larves (Doumandji et *al.*, 1993). Parmi les prédateurs de pucerons se trouvent les coccinelles, les syrphes, les chrysopes et les punaises.

6.2.2.1. Coccinelles

Chez les coccinelles, telles que *Coccinella algerica* Kovar, 1977 et *Hippodamia variegata* Goeze, 1777, les larves et les adultes sont aphidiphages et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons et contribuer ainsi au contrôle des populations de ces ravageurs (Fig. 25) (Lopes et *al.*, 2011).



Figure 25 : Coccinelles prédatrices de pucerons (Originale, 2018).

a : Adulte d'*Adonia variegata*,

b : Larve d'*Adonia variegata*

6.2.2.2. Syrphes

Les syrphes viennent après les coccinelles par leur efficacité dans la lutte contre les pucerons et les cochenilles. Ce sont les larves qui sont prédatrices, les adultes sont floricoles (Doumandji et *al.*,1993). Les larves sont capable de consommer jusqu'à 400 pucerons au cours de leur développement (Fig. 26) (Philippe et *al.*, 2017).



Figure 26 :Adulte d'*Episyrphus balteatus* (Originale, 2018).

6.2.2.3. Chrysopes

Lopes et *al.* (2011) indiquent que les chrysopes sont des insectes polyphages dont les larves sont prédatrices et très voraces vis-à-vis des pucerons. Les adultes se nourrissent soit de miellat ou bien de nectar et de pollen de diverses plantes (Fig. 27). Les adultes de *Chrysoperla carnea* sont reconnaissables à leur allure de petite libellule (corps de 1 à 2cm de long), avec des ailes très nervurées, une couleur globale verte, des yeux dorés et de longues antennes.

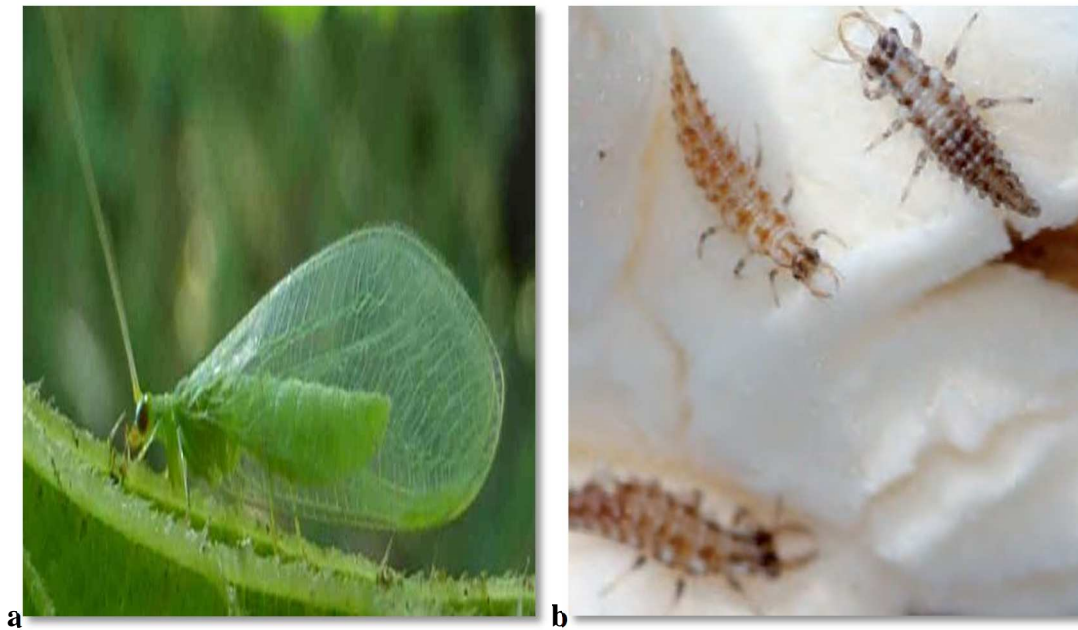


Figure 27:Chrysope prédateur de pucerons(Hazem, 2010).

a : Adulte de chrysope

b : Larves de chrysope

6.2.2.4. Punaises

D'après Philippe et *al.*(2017),les punaises sont des prédateurs piqueurs-suceurs qui s'attaquent à des proies plus petites qu'elles avec leur rostre en aspirant leur contenu liquide. Selon Sullivan (2005), les genres *Anthocoris* et *Orius* sont des prédateurs de pucerons. Les adultes ainsi que les larves sont aphidiphages.

6.2.2.5. Autres prédateurs

Toutes les araignées sont prédatrices, principalement d'insectes (Fig. 28). Selon les groupes, elles utilisent plusieurs techniques : confection de toile ou de fils collants (Theridiidae, Araneidae), chasse à l'affut comme chez les Salticidae (araignées sauteuse) et les Thomisidae (Philippe et *al.*,2017).



Figure 28 : Adulte de l'araignée *Synaema globosum* (Originale, 2018).

6.2.3. Parasitoïdes

Les Parasitoïdes sont des microguêpes généralement de petite à très petite taille (parfois moins d'1 mm) dont la couleur est très variable suivant les espèces. Les Larves sont de type vermiforme, plus ou moins trapues, et ne possèdent pas de pattes. Les pucerons parasités apparaissent très différents des individus sains et sont appelés « momies » (Fig. 29) (Philippe et *al.*, 2017).

Les principaux parasitoïdes de pucerons sont représentés par la sous famille des Aphidiinae (Hymenoptera : Braconidae) et le genre *Aphelinus* (Hymenoptera : Aphelinidae). Ils pondent leurs œufs à l'intérieur du corps des larves et des adultes de leur hôte et dont le développement entraîne la mort de l'hôte (Le Ralec et *al.*, 2010).

7. Lutte contre les pucerons

Plusieurs méthodes de lutte sont préconisées pour limiter le niveau de pullulation des pucerons dans les cultures (Harbaoui et *al.*, 2008). La lutte intégrée est une stratégie multidisciplinaire de contrôle des ravageurs qui inclut plusieurs approches comme par exemple la lutte biologique, les méthodes culturales et l'usage judicieux et limité des pesticides chimiques (Lambert., 2010).

L'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes peut exercer une action régulatrice sur les divers ravageurs d'une culture, de façon à maintenir à un niveau assez bas les populations, pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables (Corbaz, 1990).

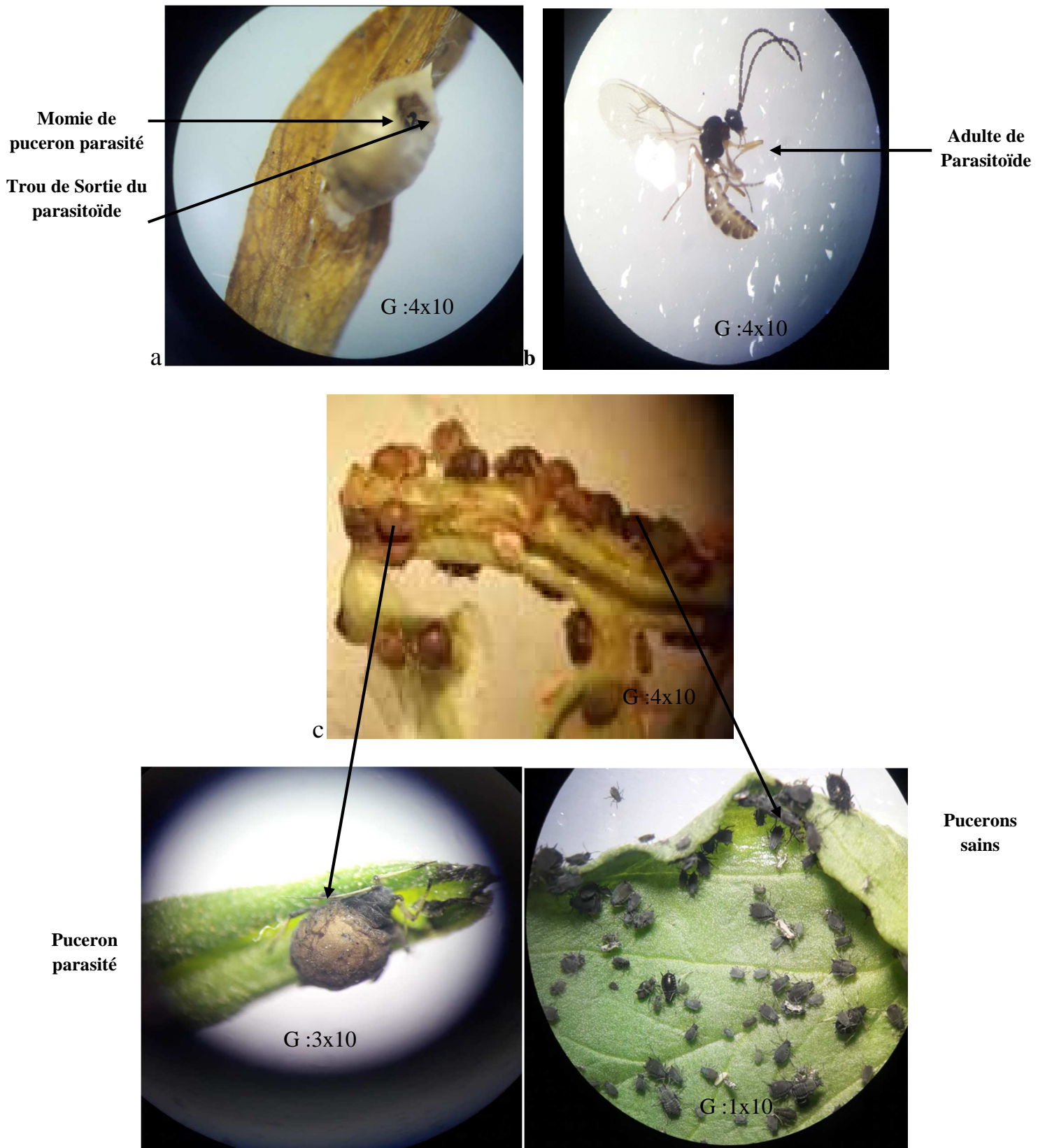


Figure 29 : Pucerons aptères et parasitoïdes (Originale, 2018).

a- Momie de puceron parasité

b- Adulte du parasitoïde,

c-Colonie de pucerons

7.1. Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des cultures, la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons, ainsi que les associations culturales (Sullivan, 2007).

Jaloux (2010) rapporte que l'association d'une plante hôte avec une plante compagne émettant des composés volatils différents va permettre de masquer ou d'altérer l'odeur de la plante hôte, ce qui va perturber sa localisation par les pucerons.

7.2. Lutte curative

7.2.1. Lutte chimique

La lutte chimique par l'emploi d'insecticides est utilisée aujourd'hui à grande échelle contre les pucerons (Harbaoui et al., 2008).

Selon Hullé et al. (1999), les principes de la lutte chimique résident dans le choix des produits. Ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ils doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne rémanence. En plus, ces produits doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est de préférence que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles.

7.2.2. Lutte biologique

Plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes peuvent contrôler les populations des pucerons, principalement les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae), les syrphes (Diptera : Syrphidae), les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) et les microshyménoptères appartenant à la famille des Braconidae et des Aphelinidae (Lambert, 2005).

La coccinelle indigène à deux points *Adalia bipunctata*, est un prédateur efficace pour la lutte biologique contre les pucerons. En effet, la larve de cette coccinelle peut consommer jusqu'à 100 pucerons par jour (Leroy et al., 2008).

7.2.3. Utilisation des extraits végétaux

Depuis une trentaine d'années, chimistes, physiologistes, biochimistes, toxicologues et spécialistes de la protection des végétaux unissent leurs efforts dans la recherche de nouvelles molécules d'origine végétale susceptibles de permettre à l'humanité de lutter efficacement contre les déprédateurs, avec un minimum de problèmes pour l'environnement (Roger et al., 2008). L'utilisation de biodiversité végétale sous forme d'extraits végétaux à propriétés biocides constitue un autre exemple d'utilisation de biodiversité pour la régulation des bioagresseurs

(Hainzelin, 2013). Selon Savadogo et *al.* (2016), certaines espèces de plantes ont des propriétés insectifuge ou insecticide et sont de ce fait utilisées par la population dans la lutte contre les insectes. Ces plantes sont connues pour leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires à propriétés insecticides. Ces métabolites pourront être exploités dans le domaine de la lutte contre les insectes ravageurs ou vecteurs d'agents infectieux (Acheuk et *al.*, 2017).

Chapitre III

Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude

La présente étude est réalisée dans la wilaya de Boumerdes qui se situe au nord de l'Algérie ; elle est délimitée au Nord par la mer méditerranée, au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Tizi-Ouzou et à l'Ouest par la wilaya de Blida et d'Alger (Fig.30).

Les parcelles d'étude sont réalisées dans la commune de Naciria. Cette dernière est d'une superficie de 85,38 Km² et située à 80 Km au Nord-Ouest de la wilaya d'Alger. Elle est entourée par la commune de Bordj Menaiel à l'Ouest, par la commune de Baghlia au Nord, par la commune de Tadmaït à l'Est et par la wilaya de Tizi-Ouzou au Sud.



Figure 30 : Situation géographique de la région d'étude (Naciria) (Image Google, 2020).

2. Présentation des parcelles d'étude

Les parcelles expérimentales sont réalisées dans une exploitation privée appartenant à la famille Bouabida, situé au niveau de la commune de Naciria de la wilaya de Boumerdes (Fig.31).

Aucun traitement phytosanitaire n'est effectué pour les parcelles durant toute la période d'étude, ce qui fait qu'elles peuvent être considérées comme écologiques.



Figure 31 : Station d'étude (Google maps, 2021).

3. Facteurs écologiques

Les facteurs écologiques comprennent les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques.

3.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont des facteurs indépendants de la densité qui agissent sur les organismes. Ils sont représentés par les facteurs climatiques (température, précipitation, l'humidité et vent) (Dajoz, 2006).

3.1.1. Facteurs climatiques de la région d'étude

Le climat agit de façon déterminante sur la distribution géographique, le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles. Parmi les facteurs climatiques les plus importants la température, la pluviométrie et l'humidité relative de l'air (Dajoz, 1982).

Les données climatiques recueillies sur durant les deux années d'étude proviennent de la station météorologique de Dellys relevant de l'Office Nationale de Météorologie (O.N.M.).

3.1.1.1. Température

La température agit comme un facteur limitant sur les animaux car elle agit sur l'activité biologique et écologique des êtres vivants (Dajoz, 2006).

Les températures moyennes mensuelles, ainsi que les températures moyennes mensuelles minimales et maximales enregistrées durant les 2 ans d'étude sont représentées dans les figures 32 et 33.

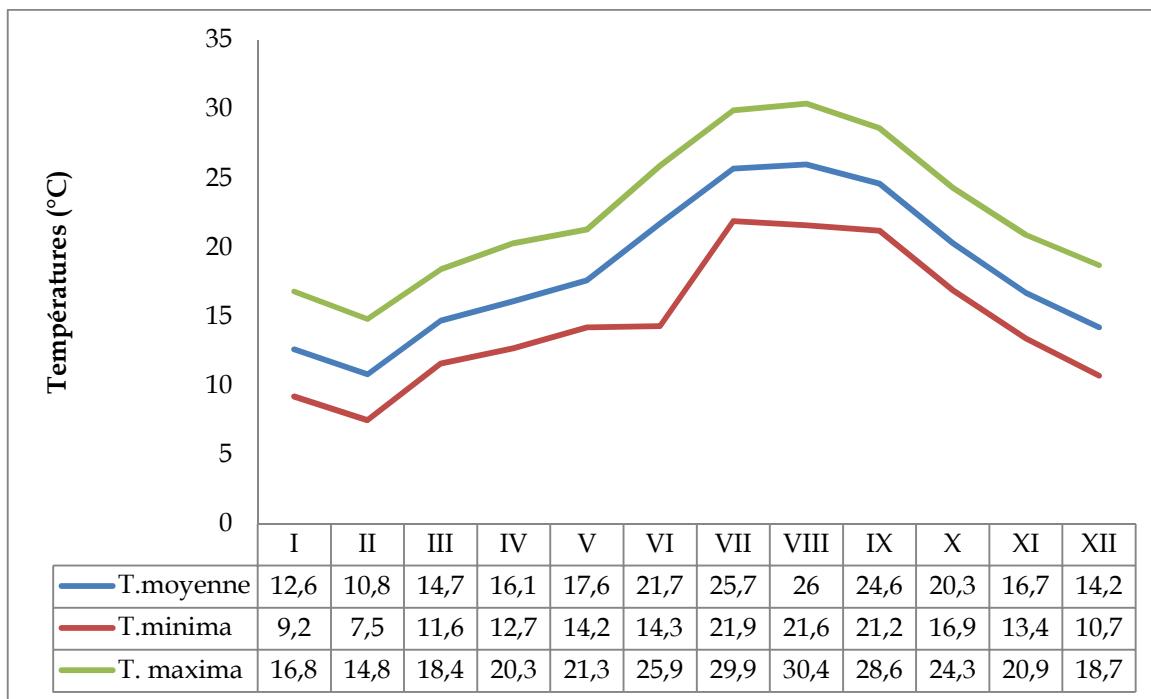


Figure 32: Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Naciria durant l'année 2018(O.N.M.Dellys, 2021).

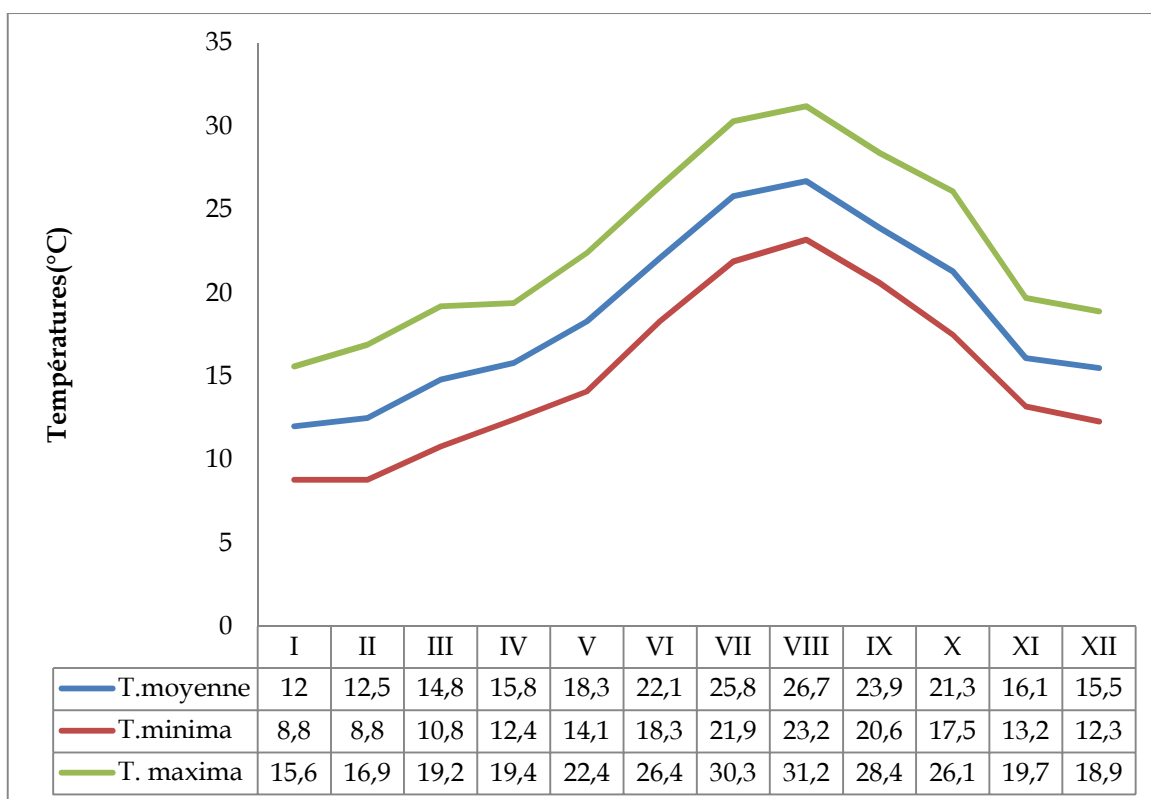


Figure 33 : Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Naciria durant l'année 2019 (O.N.M.Dellys, 2021).

Les valeurs des températures moyennes mensuelles montrent clairement que les mois les plus chauds durant les deux années d'étude sont ceux de juillet et août avec 25,7°C et 26°C respectivement en 2018 et 25,8°C et 26,7°C respectivement en 2019. Le mois le plus froid, en 2018, est le mois de février avec une moyenne de température de 10,8°C (Fig. 32). En 2019, le mois le plus froid est le mois de janvier avec une température moyenne mensuelle de 12°C (Fig. 33).

3.1.1.2. Pluviométrie

La pluviométrie est la quantité totale de précipitations (pluies, grêles, neiges) reçue par unité de temps et unité de surface (Ramade, 2009). La quantité de précipitations est exprimée en millimètres, elle représente l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur une horizontale s'il n'y avait ni écoulement ni évaporation (Faurie et *al.*, 2003).

Les valeurs des précipitations moyennes mensuelles exprimées en mm et enregistrées dans la région d'étude durant les deux années 2018 et 2019 sont illustrées dans les figures 34 et 35.

D'après les données présentées dans la figure 34, le mois le plus pluvieux en 2018 est celui d'octobre avec une quantité de pluie de 227,5 mm. Une très faible quantité de pluie est notée au mois d'août avec une quantité de 0,2mm. En 2019, une grande quantité de pluie est enregistrée au mois de novembre avec une valeur de 211,1 mm et le mois le moins pluvieux est celui de juin avec une pluviométrie de 3,3mm (Fig. 35).

3.1.1.3. Humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (Dreux, 1980). Selon Abou-Shaara et *al.* (2017), l'humidité de l'air, ne joue probablement pas un rôle primordial dans un climat tempéré, mais elle est importante dans des conditions sèches et chaudes. D'après Dajoz (1985), l'humidité a une influence sur la vitesse de développement, la fécondité et le comportement des espèces.

Les valeurs de l'humidité moyenne mensuelle durant les deux années 2018 et 2019 enregistrées dans la région d'étude sont représentées dans les figures 36 et 37.

Les données présentées dans la figure 28 montrent que les mois de mai est le plus humide avec une valeur de 83%, contrairement au mois de mars considéré comme le moins humide avec 64%. Le mois le plus humide en 2019 est le mois de septembre avec 79%. Le mois d'octobre est le mois le moins humide avec 71% (Fig. 37).

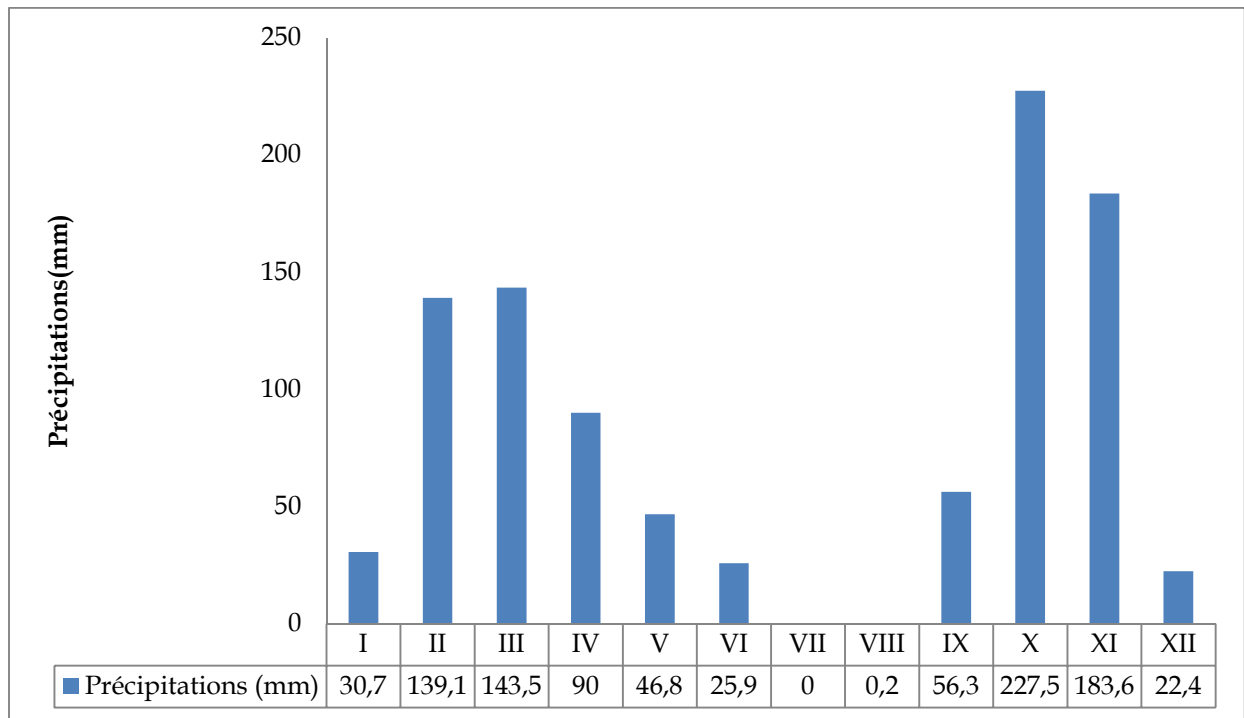


Figure 34 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Naciria durant l'année 2018(O.N.M.Dellys, 2021).

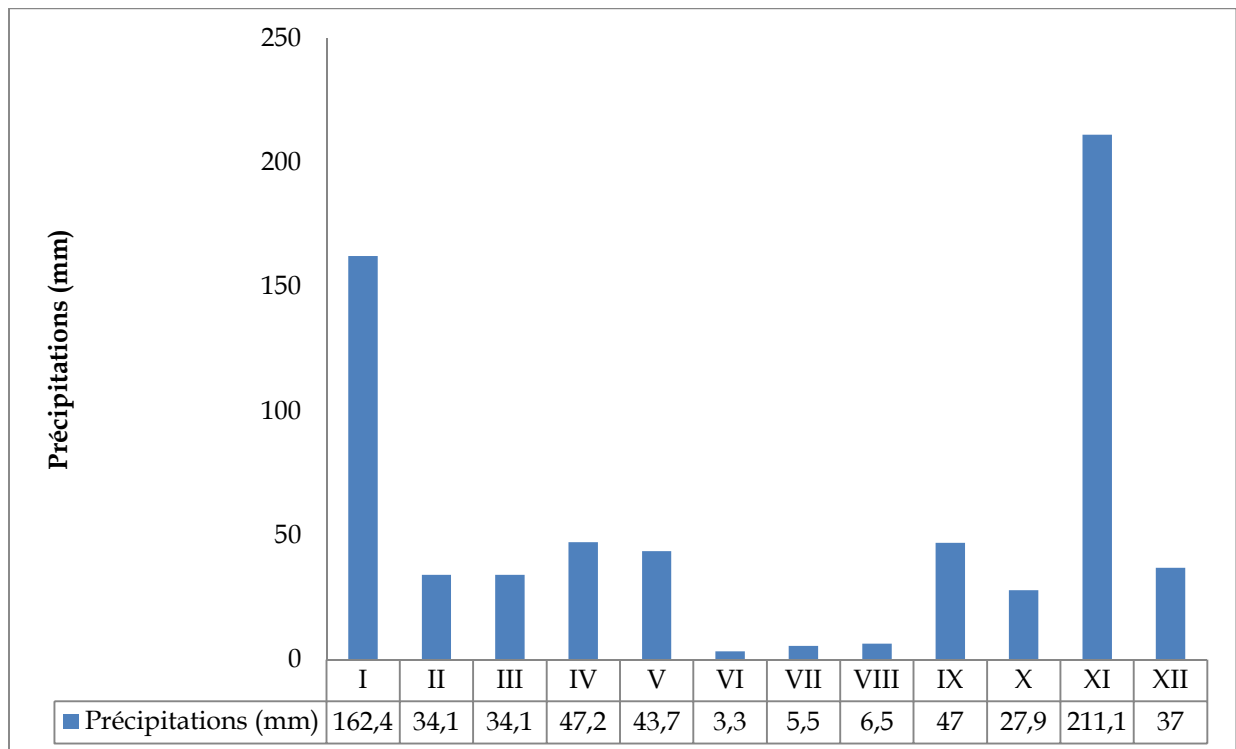


Figure 35 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Naciria durant l'année 2019(O.N.M.Dellys, 2021).

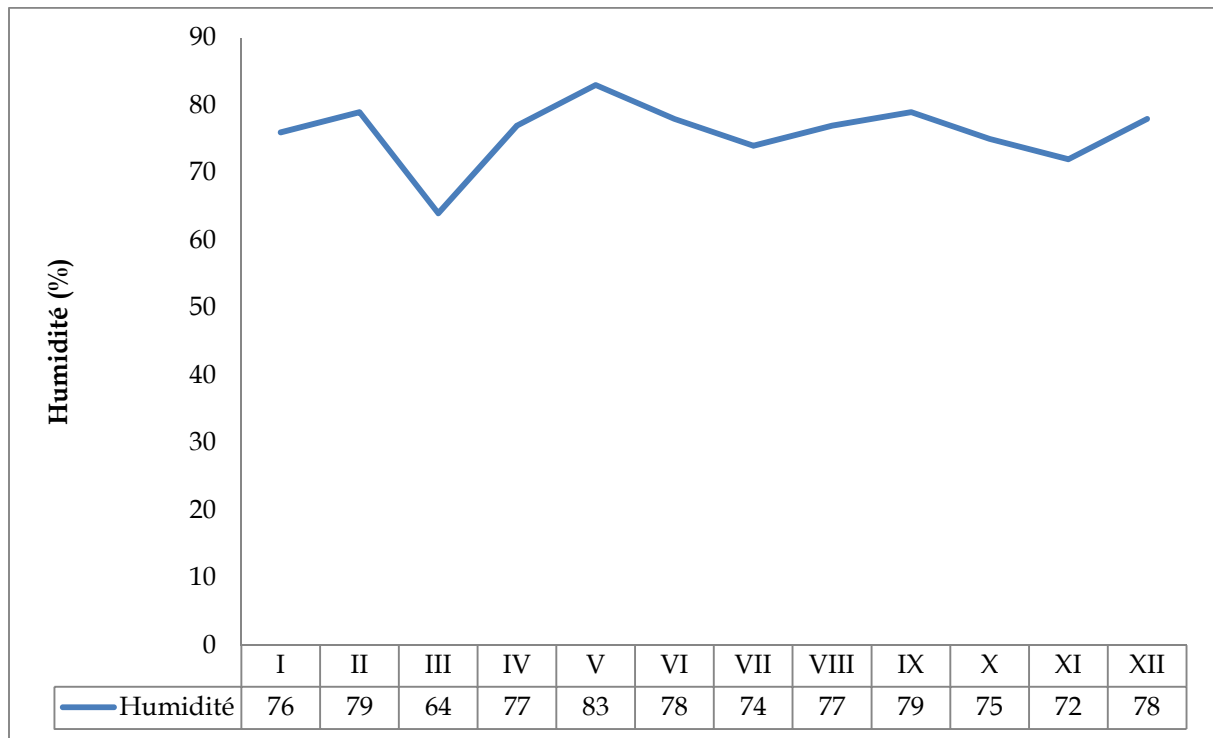


Figure 36 : Humidité relative de la région de Naciria durant l'année 2018 (O.N.M.Dellys, 2021).

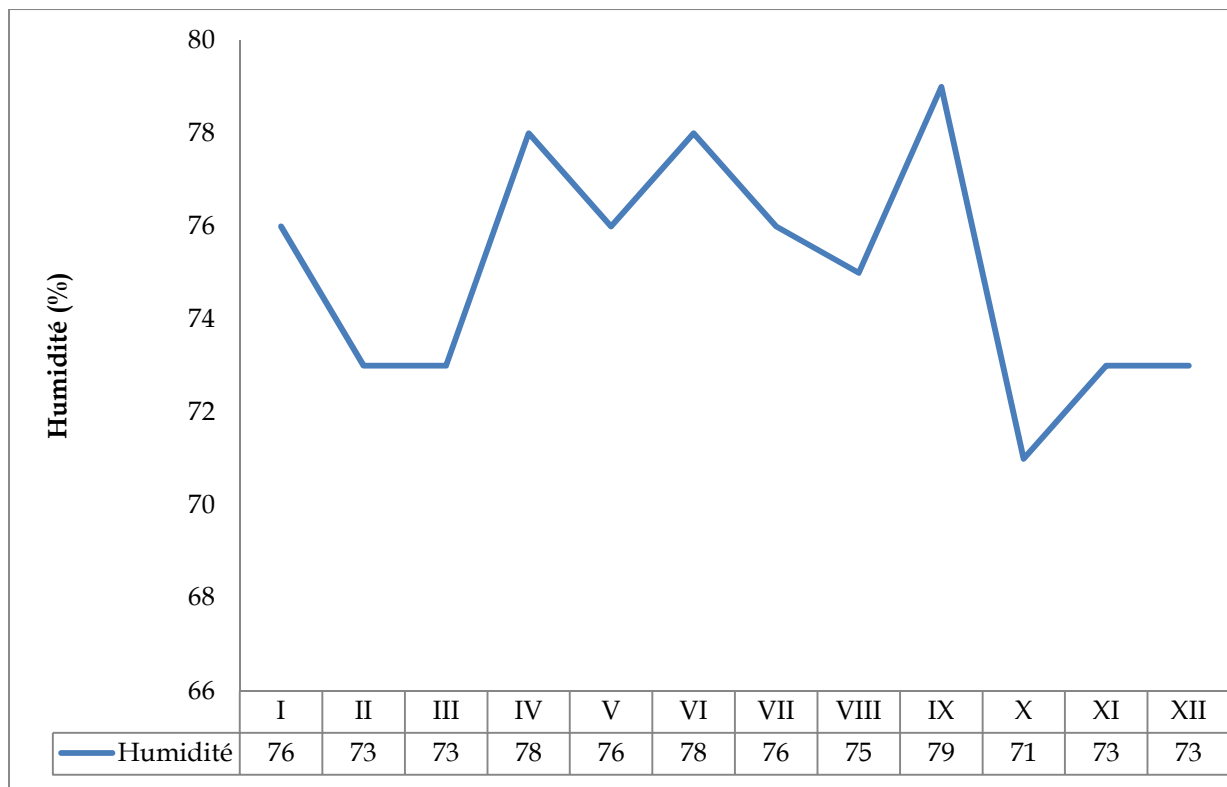


Figure 37 : Humidité relative de la région de Naciria durant l'année 2019. (O.N.M.Dellys, 2021).

3.1.1.4. Vent

Le vent est un facteur climatique secondaire, il a un pouvoir desséchant en augmentant l'évapotranspiration, il a aussi un pouvoir de refroidissement considérable et il est également un agent de dispersion des animaux et des végétaux (Dajoz, 2006).

Ramade (2003) rapporte que sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Sa force est estimée d'après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants : 0-1 vent calme, 1-2 vent faible ; 2-3 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) enregistré au niveau de la région d'étude sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Valeurs de la vitesse du vent (m/s) dans la région de Naciria couvrant la période d'étude en 2018 et 2019 (O.N.M.Dellys, 2021).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2018	1,9	1,9	2,3	1,8	1,8	1,3	1,6	1,3	1,6	2,1	2,3	2,1
2019	2,6	1,9	1,8	1,8	2,0	1,9	2,1	1,6	2,2	1,6	2,2	2,1

Les valeurs de la vitesse du vent mentionnées dans le tableau, indiquent que la force du vent de la région d'étude est classée comme faible entre (1,3 m/s à 1,9 m/s) et modéré (2-2,6 m/s)

3.1.2. Synthèse climatique de la région d'étude

La synthèse climatique de la région d'étude est effectuée par l'analyse du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) et par le diagramme pluviométrique d'Emberger (1952).

3.1.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Selon Bagnouls et Gausson (1953), les mois secs sont tous les mois de l'année où les précipitations sont inférieures ou égales au double de la température ($P \leq 2T$).

Le diagramme ombrothermique de la région d'étude est illustré dans la figure 30.

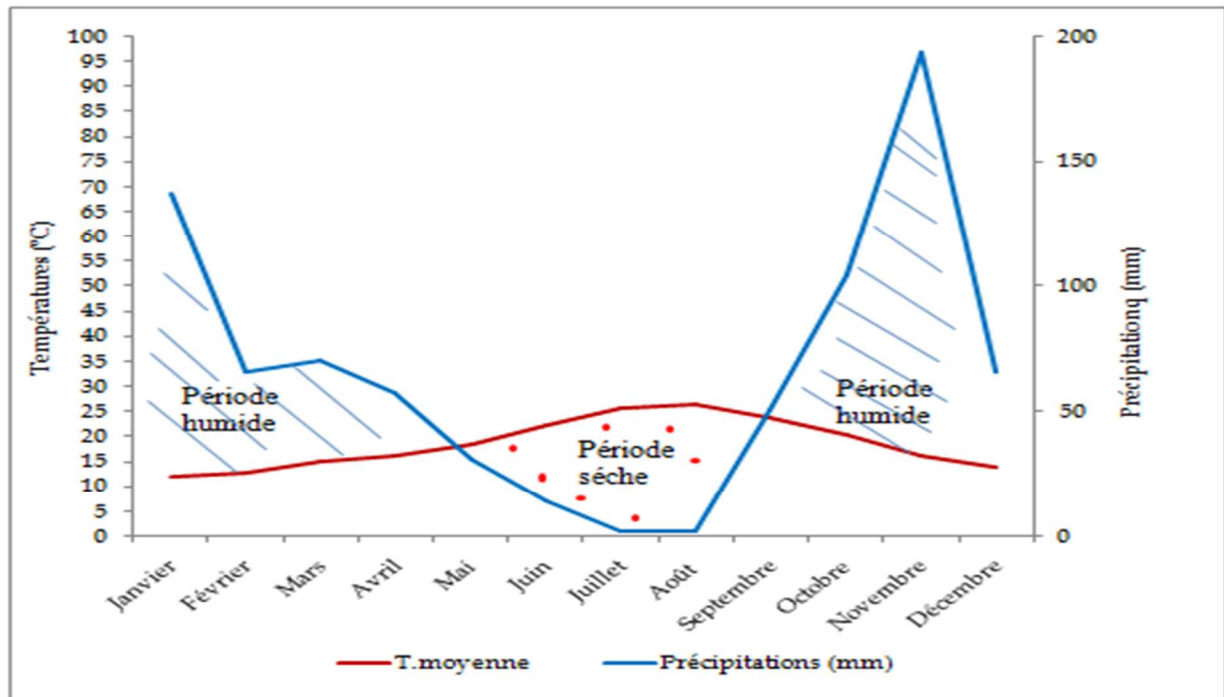


Figure 38 : Diagramme pluviométrique de Bagnouls et Gausson de la région de Naciria sur 3 années couvrant la période d'étude (2017- 2019).

Pour Bagnouls et Gausson la période qui s'étend entre le croisement des deux courbes correspond à la durée de la période sèche. De ce fait, la période sèche caractéristique de la région d'étude s'étend sur quatre mois et demi de la mi-mai à la fin du mois de septembre. La période humide s'étend sur sept mois et demi allant d'octobre à mi-mai (Fig. 38).

3.1.2.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_3) permet de définir les étages bioclimatiques.

Stewart (1969) a montré que le quotient pluviométrique peut s'écrire après simplification comme suivant : $Q_3 = 3.43p / (M-m)$

P : pluviosité moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimé en (°C)

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimé en (°C),

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

(M-m): Amplitude thermique : P=817,74mm ; M=35.94°C ; m= 6.59°C ; D'où $Q_3 = 95.56$.

La valeur de Q_3 indique l'appartenance de la région d'étude à l'étage bioclimatique subhumide à hivers tempéré (Fig. 39).

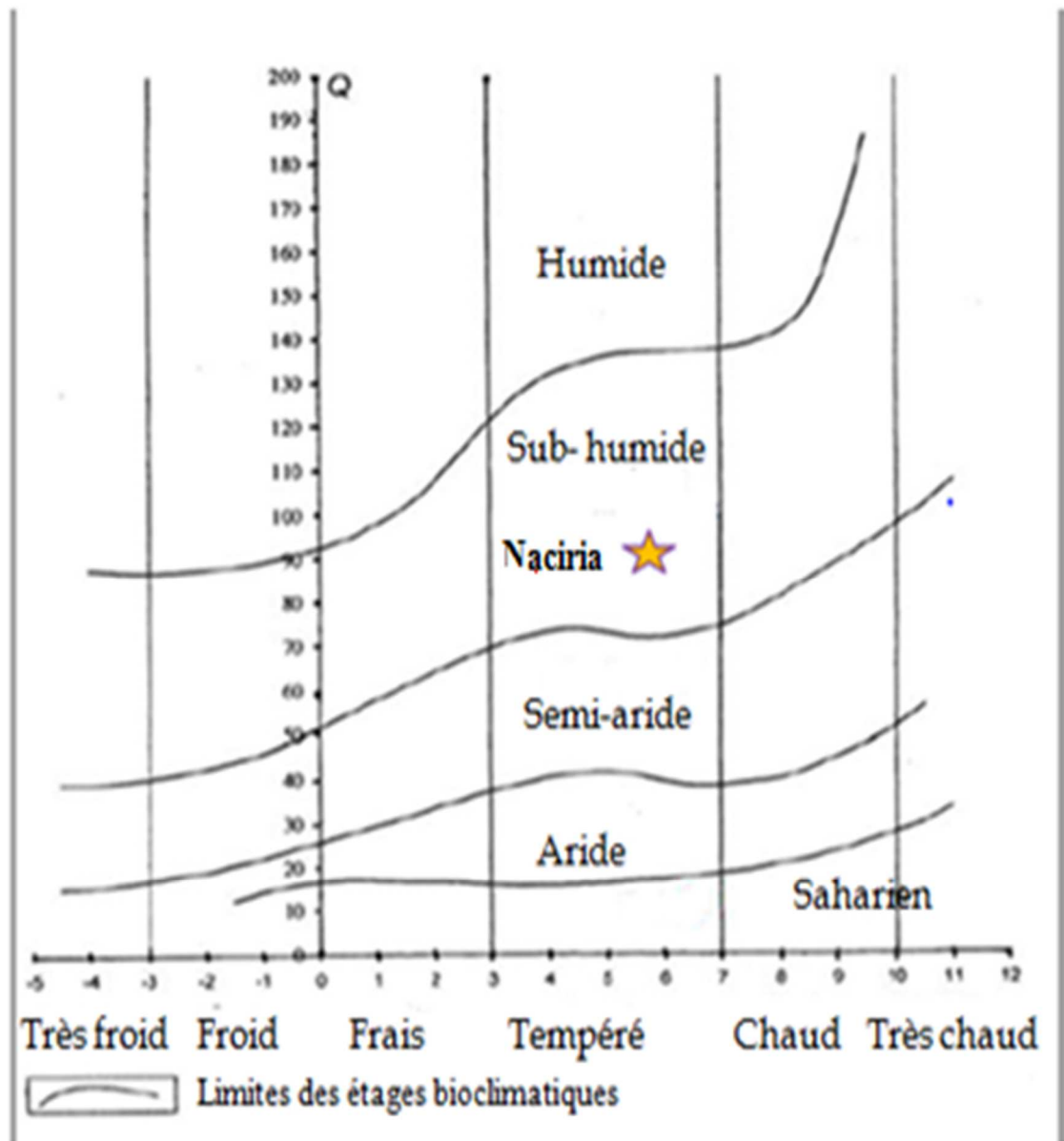


Figure 39 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Naciria.

3.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont composés essentiellement de la flore et la faune existante dans les parcelles d'étude.

3.2.1. Flore

La flore observée au niveau de la région de Naciria 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*), le citronnier (*Citrus limon*) et l'abricotier (*Prunus armeniaca*).

Les espèces herbacées observées sont : l'avoine stérile (*Avena sterilis*), la moutarde des champs (*Synapsis arvensis*), l'oxalis des bermudes (*Oxalis pers-caprea*), la menthe poivrée (*Menthapiperita*), 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.), la vergerette de Canada (*Erigeron canadensis*), le Coquelicot (*Papaver rhoeas*), l'orobanche crénelée (*Orobanche crenata*), le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), le chénopode (*Chenopodium* spp.), le chiendent commun (*Triticum repens*), le pourpier (*Portulaca oleraceae*), l'orge des rats (*Hordeum marinum*) et le chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*).

3.2.2. Faune

Des espèces d'animaux d'élevages tel que le bovin, le caprin, l'ovin ont été observées. De même, pour la faune ornithologique, des espèces sont aperçues tel que le pigeon ramier, perdrix et les cigognes. En outre, des amphibiens sont retrouvés souvent dans les pots Barber.

Chapitre IV

Matériel et méthodes

L'objectif de cette étude est de réaliser l'inventaire des pucerons vivant sur les différentes espèces de légumineuses alimentaires, à savoir: la fève (*Vicia faba*): variété Séville, Féverole et Hystal ; le petit pois (*Pisum sativum*) de variétés Utrillo, Merveille De Kelvedon, Rakaia et Onward ; le pois chiche (*Cicer arietinum*) variétés Flip 93/93 et Mexicaine ; les lentilles (*Lens culinaris*)variétés Corail et Syrie ;le haricot (*Phaseolus vulgaris*) variété MGT Nelson, Zema et Djazera et le niébé(*Vigna unguiculata*).

Cette étude vise également à réaliser un inventaire des auxiliaires par différentes techniques de capture (pots Barber, pièges jaunes et filet fauchoir). De même, des essais de lutte par l'utilisation de huit extraits végétaux sont réalisés pour évaluer leur effet biocide à l'égard du puceron noir de la fève *A.fabae* pris comme model biologique au laboratoire. Un ensemble de tests et d'analyses phytochimiques sont effectués pour déterminer les constituants chimiques de ces plantes (screening phytochimiques, dosage des polyphénols).

1. Choix de la zone d'étude

La région de Naciria est une zone agricole, située dans la wilaya de Boumerdes. Vu l'accessibilité au terrain, la diversité du milieu en espèces d'invertébrés, l'absence de traitement chimique sur les cultures et l'absence totale d'études au niveau de cette région, nous avons opté pour la réalisation de ce travail.

2. Méthodologie de travail

Pour réaliser cette étude nous avons travaillé sur le terrain et au laboratoire

2.1. Sur le terrain

Dans cette partie sont expliqués la réalisation des différentes parcelles d'études, l'échantillonnage des pucerons et de la faune auxiliaire, ainsi que l'échantillonnage des plantes adventices.

2.1.1. Réalisation des parcelles d'études

Un total de 15 variétés de légumineuses cultivées, représentées par les cultures de 6 espèces de légumineuses alimentaires fève, de pois chiche, de petit pois, d'haricot, le niébé et de lentille est échantillonné (Fig. 40).

Durant la saison de plantation, pour chaque culture, nous avons réalisé des parcelles d'une superficie de 200 m². Aucun traitement insecticide, nifertilisant, ni soins culturaux ne sont apportés à ces cultures. La distance entre les graines et entre les lignes est de 20 cm (Fig. 41, Fig. 42).



Figure 40: Différentes variétés de légumineuses cultivées durant les deux années d'étude 2018 et 2019 (Originale, 2019).

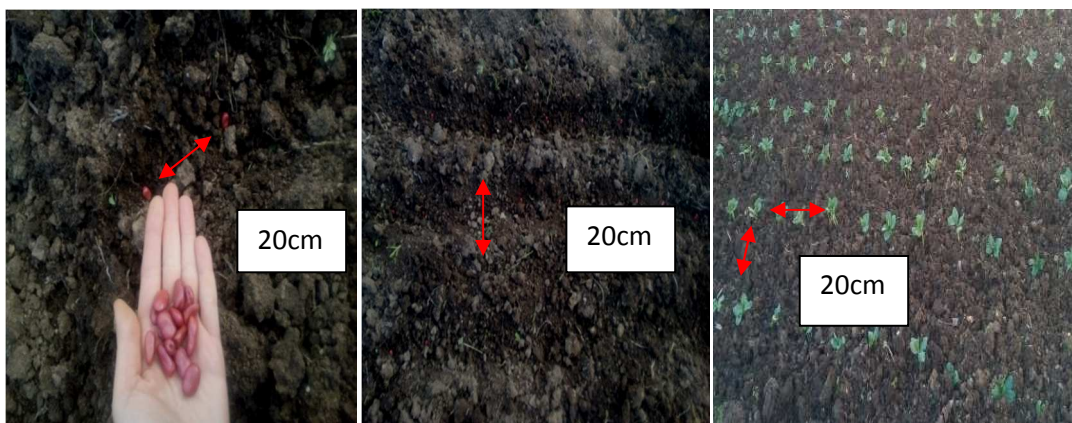


Figure 41 : Distance de semi entre les graines et les lignes (Originale, 2018).



Figure 42 : Présentation des parcelles d'étude au niveau de Naciria (Originale, 2020).

a : Culture de fève (*Vicia faba*), b : Culture d'haricot (*Phaseolus vulgaris*), c : Culture de pois chiche (*Cicer arietinum*), d : Culture lentille (*Lens culinaris*), e : Culture de Niébé (*Vigna unguiculata*), f : Culture de petit pois (*Pisum sativum*).

Les caractéristiques de chacune des 15 cultures sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 3: Différentes caractéristiques des variétés de légumineuses cultivées.

	Variété	Surface (m ²)	Distance (m)	Date de semis	Année de récolte	Date D'inflorescence	Date d'apparition des gousses
<i>Vicia faba</i>	Séville	200	2	25 /11/2017	2016	20/02/2018	16/03/2018
	Féverole	200	2	25 /11/2017	2017	20/02/2018	16/03/2018
	Histal	200	4	21/12/2018	2016	27/02/2019	14/03/2019
<i>Pisum sativum</i>	Utrillo	200	4	29/11/2017	2016	05/03/2018	13/03/2018
	Merveille De Kelvedone	200	4	29/11/2017	2016	02/03/2018	09/03/2018
	Rakaia	200	5	29/11/2018	2017	20/02/2019	11/03/2019
	Onward	200	5	29/11/2018	2018	25/02/2019	13/03/2019
<i>Phaseolus vulgaris</i>	MGT nelson	200	7	05/05/2018	2016	02/06/2018	12/06/2018
	Zema	200	2	13/09/2018	2017	09/10/2018	20/10/2018
	MGT djezira	200	2	13/09/2018	2017	09/10/2018	20/10/2018
<i>Vigna unguiculata</i>	Niébé	200	7	05/05/2018	2016	15/06/2018	20/06/2018
<i>Lens culinaris</i>	Corail	200	2	21/03/2019	2017	19/05/2019	05/06/2019
	Syrie	200	2	19/03/2019	2017	17/05/2019	03/06/2019
<i>Cicer arietinum</i>	Flip 93/93	200	2	17/03/2019	2017	16/05/2019	01/06/2019
	Mexicaine	200	2	17/03/2019	2017	14/05/2019	30/05/2019

2.1.2. Echantillonnage des pucerons et des ennemis naturels

Différentes techniques d'échantillonnage des pucerons et leurs ennemis naturels sont utilisées à savoir les pièges jaunes, les pots Barber et le filet fauchoir, ainsi que le contrôle visuel.

2.1.2.1. Echantillonnage des pucerons

Nous avons réalisé des sorties hebdomadaires sur le terrain. Chaque parcelle d'étude est divisée en 9 quadras homogènes, au centre duquel, un piège jaune et un pot Barber sont placés (Fig. 43). Les pucerons recueillis sont prélevés à l'aide d'un pinceau et mis dans des tubes à essais remplis d'alcool à 70% comportant une étiquette avec le nom de la variété et la date de prélèvement. Les pucerons sont conservés en vue de leur dénombrement et identification ultérieure au laboratoire.

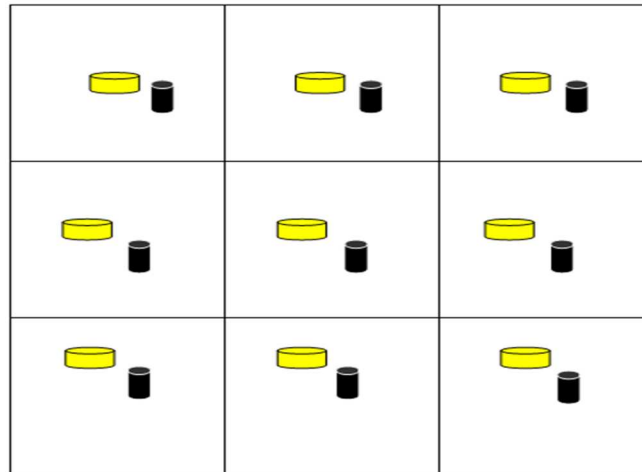




Figure 43 : Dispositif expérimental pour le piégeage des ailés et des insectes auxiliaires.

 Bassine jaune en plastique remplie au 2/3 de sa hauteur

 Pot Barber

2.1.2.1.1. Contrôle visuel des Aphides

Nous avons choisi 9 pieds de la plante hôte selon la méthode d'échantillonnage complètement aléatoire. Sur les neuf pieds, une seule ramification par pied est choisie au hasard, puis à l'aide d'un pinceau les pucerons qui se trouvent sur les tiges, les feuilles, les gousses et les fleurs sont prélevés. Les pucerons sont conservés dans de l'alcool à 70% pour un dénombrement et une identification ultérieure (Fig. 44). L'identification des pucerons aptères et ailés est effectuée par Dr Benoufella-Kitous K.



Figure 44 : Prélèvement des pucerons à l'aide d'un pinceau (Originale, 2018).

2.1.2.1.2. Utilisation des assiettes jaunes

La méthode de piégeage consiste en la mise en place sur des piquets de récipients circulaires en matière plastique, de couleur jaune, de 20 cm de diamètre sur 15 cm de hauteur (Rabasse, 1982). Les assiettes sont placées à 25cm de hauteur, sont remplies d'eau à laquelle est additionnée un peu de détergent qui joue le rôle de mouillant, permettant de réduire la tension superficielle de l'eau et d'empêcher les insectes piégés de s'échapper (Benkhelil, 1992). Ce type de piège est basé sur l'attraction visuelle des insectes héliophiles et floricoles par les couleurs (des fleurs). Les insectes ainsi attirés tombent dans le piège (Bonneil et al., 2009).

La méthode des pièges jaunes est peu coûteuse et facile à utiliser dans les cultures. Cependant, les captures réalisées par ce type de piège dépend du comportement spécifique et individuel des pucerons et donc de leur capacité à percevoir la couleur et à se diriger vers elle (Almouner et al., 2013). Cette méthode est fortement liée à l'habitat (faible rayon d'action). Par ailleurs, les pièges doivent être vidés et réamorçés régulièrement (évaporation du liquide, décomposition du contenu, débordement en cas de pluie). Ils peuvent être détériorés par le bétail, les animaux sauvages ainsi que l'humain. Les oiseaux peuvent également consommer les insectes piégés (Fig. 45) (Bonneil et al., 2009).

2.1.2.1.3. Utilisation des pots Barber

Les pots Barber consistent en des récipients en matière plastique incolores, circulaires de 20cm de diamètre sur 10cm de hauteur, mis en place dans le sol. Ces pièges sont également remplis d'eau à laquelle sont additionnées quelques gouttes de détergent qui joue le rôle de mouillant. La technique des pots pièges permet une bonne étude quantitative des arthropodes et permet notamment la capture de divers arthropodes marcheurs (les Coléoptères, Collembolés, Araignées, et les Diplopodes) ainsi que les insectes volants qui viennent se poser sur la surface des pots ou qui y tombent par l'effet du vent (Benkhelil, 1992). Ces pièges sont peu onéreux, simple d'emploi, de pose et de relevé assez rapides. Ils procurent des effectifs d'Arthropodes épiés importants et ils donnent un rendement élevé (nombre d'individus et d'espèces capturés/effort temporel) (Bonneil et al., 2009). Cependant, des inconvénients sont aussi à noter comme le débordement possible, la dégradation fréquente par les sangliers et la capture d'espèces non-cibles comme les micro-mammifères, reptiles et mollusques terrestres (Fig. 45) (Bonneil et al., 2009).

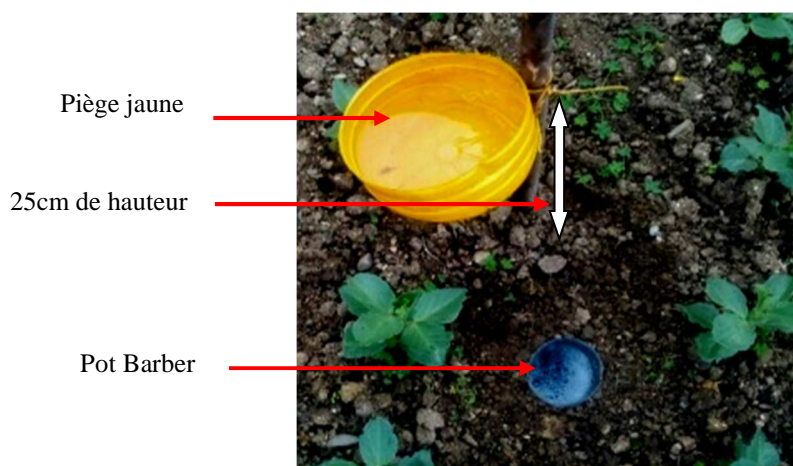


Figure 45: Différentes méthodes de piégeage (Originale, 2018).

2.1.2.2. Echantillonnage des ennemis naturels

Nous avons réalisé un échantillonnage des ennemis naturels (insectes prédateurs et parasitoïdes) au niveau de chaque parcelle de légumineuses alimentaires étudiée.

2.1.2.2.1. Echantillonnage des prédateurs

En plus de la méthode du contrôle visuel, du piégeage par les assiettes jaunes et des pots Barber, nous avons utilisé la technique du filet fauchoir.

Les insectes capturés sont identifiés et classés selon l'ordre, la famille et l'espèce. L'identification des insectes est réalisée par Dr Guermah D. (MCB à l'UMMTO).

2.1.2.2.1.1. Utilisation du filet fauchoir

La méthode consiste à animer le filet par des mouvements de va et vient proches de l'horizontale, tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol. Il comporte une poche solide profonde, enfilée sur un cercle robuste. Le manche est rigide, en aluminium ou en bois (Benkhelil, 1992). Le cercle est formé de fil de fer rond de 0,3 à 0,4cm de section et de 30cm de diamètre (Figure 46). Cette méthode est utilisée pour réaliser l'inventaire de la faune auxiliaire qui se trouve dans chaque parcelle d'étude.

Benkhelil (1992) indique que c'est une méthode peu coûteuse. Par ailleurs, c'est une bonne technique de récolte qui permet de connaître la qualité des espèces qui vivent dans le milieu étudié. La technique de son maniement est facile et permet aisément la capture d'insectes aussi bien ailés au vol que ceux exposés sur la végétation basse.

Cependant, cette méthode ne permet de récolter que des insectes qui vivent à découvert. Le fauchage fournit des indications plutôt que des données précises qui varient selon l'utilisateur, l'activité des insectes ou les conditions atmosphériques. L'utilisation du filet fauchoir est à proscrire dans une végétation dense car les plantes font écran devant

l'ouverture du filet (les insectes recueillis se collent sur la toile et sont irrécupérables (Lamotte et Bourlier, 1969). De même, cette technique ne peut être utilisée en temps humide où la végétation est mouillée.

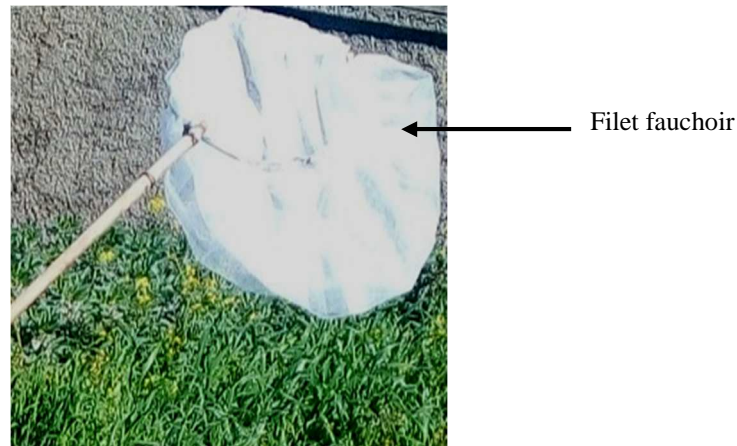


Figure 46 : Méthode de piégeage par le filet fauchoir (Originale, 2018).

2.1.2.2.2. Echantillonnage des parasitoïdes

Lors de l'échantillonnage visuel des pucerons aptères, nous avons également récolté les momies des pucerons parasités que nous avons mis dans des boîtes de pétri avec un peu de coton imbibé d'eau. La date et le lieu d'échantillonnage sont mentionnés (Fig. 47). Après émergence, les parasitoïdes sont conservés dans des tubes à essais remplis d'alcool à 70% jusqu'à leur identification par Dr Tahar Chaouche S. (Chercheur au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA) et Melle Ait Amar S. (Doctorante à l'U.M.M.T.O.).

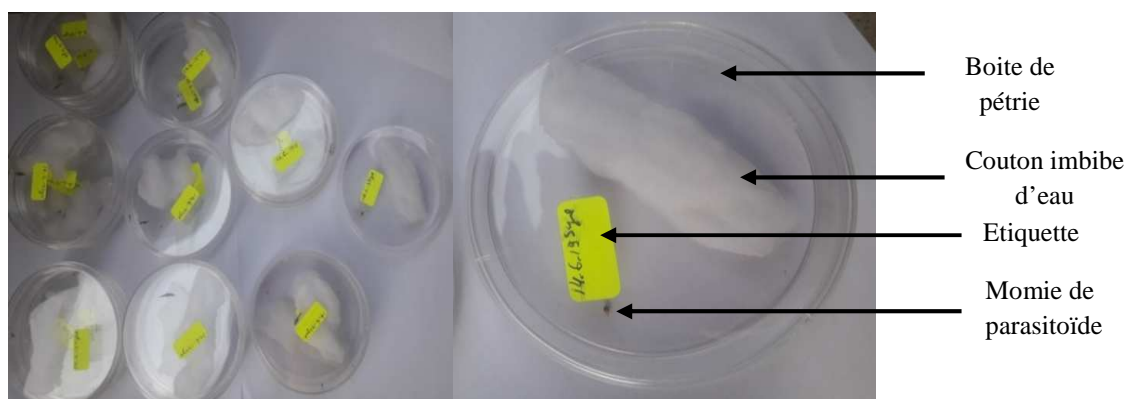


Figure 47 : Conservation des momies de pucerons parasités (Originale, 2018).

2.1.3. Echantillonnage des plantes adventives

Au moment de la floraison, nous avons recensé toutes les plantes adventives qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur des parcelles d'études. Les plantes recueillies sont étalées

dans du papier journal en vue de leur identification ultérieure (Fig. 48). L'identification des différentes espèces végétales est réalisée par Melle Bouabida (Doctorante à l'U.M.M.T.O.) et confirmée par Mr Benghanem A. (M.A.A. à l'ENSA d'Alger).



Figure 48 : Séchage des plantes adventices (Originale, 2018).

2.2. Au laboratoire

Dans cette partie, le tri des pucerons capturés par différentes méthodes d'échantillonnage, le dénombrement des pucerons aptères et leur identification ainsi que le dénombrement et l'identification des ennemis naturels sont effectués.

Les pucerons prélevés sur les plantes hôtes sont triés à la loupe binoculaire à l'aide d'une épingle fine puis un dénombrement est réalisé afin de mettre en évidence l'effectif des différents stades pré imaginaires 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. Les pucerons ailés récupérés dans les bassines jaunes sont également dénombrés et conservés dans l'éthanol en vue de leur identification (Fig. 49).

Les insectes auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes) récoltés sont classés en famille, genre et espèce.



Figure 49 : Dénombrement des pucerons aptères (Originale, 2018).

3. Etude de l'effet insecticide des extraits végétaux sur *Aphis fabae*

Des essais de lutte sont réalisés afin d'évaluer l'effet biocide par pulvérisation de huit extraits végétaux à l'égard du puceron noir de fève *A.fabae*.

3.1. Plante hôte: La fève *Vicia faba*

Les graines semées au laboratoire sont de la variété Histal originaires d'Espagne, disponibles sur le marché et âgés d'une année.

3.2. Puceron noir de la fève *Aphis fabae*

Les individus de pucerons (constitués de différents stades larvaires) utilisés lors de cette étude ont été prélevés dans une parcelle de fève au niveau de la région de Naciria située à une altitude de 158m et à 44Km de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

3.3. Mode opératoire

Le travail expérimental a commencé au laboratoire le 08/04/2018, par le semis des graines de fève, dans des pots en plastique remplis à un ¼ de gravier et ¾ de tourbe. Pour activer la germination, les graines de fève sont imbibées dans de l'eau pendant 24 heures. Le dispositif expérimental est constitué de trois pots témoins (traités avec de l'eau distillée) et de 246 pots traités par les huit extraits (Origan, romarin, thym, lavande, oranger, citronnier, pamplemoussier et clémentinier) par voie de contact à raison de 33 pots pour chaque extrait. Ces derniers sont divisés en blocs aléatoires, dont chacun correspond à une dose, avec trois répétitions pour chaque dose (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% et 100%).

3.4. Récolte des plantes

Quatre espèces végétales de la famille des Lamiacées sont récoltées. Il s'agit du romarin (*Rosmarinus officinalis*), du thym (*Thymus numidicus*), de l'origan (*Origanum vulgare*) et de la lavande (*Lavandula stoechas*). Le romarin et la lavande sont récoltés dans un jardin privé situé dans la région de Draâ El Mizan à une altitude de 432 m. Le thym provient des montagnes d'Ait Bouaddou (Ouadhias) à 828 m d'altitude et l'origan est récolté dans une parcelle privée située dans la région de Makouda à une altitude de 458 m. Les espèces de Rutacées sont récoltées dans deux régions de la wilaya de Boumerdes. Le clémentinier et l'oranger dans un jardin privé de Bordjmenail à une altitude 79 m, le pamplemoussier et le citronnier proviennent d'un jardin privé situé à Naciria cultivés à une altitude de 178 m.

3.5. Méthode d'obtention des extraits végétaux

Les extraits végétaux utilisés sont obtenus à partir des feuilles des huit plantes testées. Après la récolte des feuilles des plantes testées, ces dernières sont séchées à l'abri de la

lumière puis broyées (Fig. 50). Les poudres obtenues sont macérées à raison de 50g/litre d'eau distillée pour chaque plante pendant 24h. Les solutions obtenues sont stockées dans des flacons et gardées à l'obscurité (Fig. 51).



Figure 50 : Poudres des extraits végétaux utilisés (Originale, 2018).

3.6. Préparation des doses

A partir de la solution mère d'extrait brut, des dilutions à différentes concentrations sont réalisées comme suit (Fig. 52):

- La dose D0 correspond à la dose témoin 10 ml d'eau distillée
- La dose D1 (1%) correspond à 0,1 ml d'extrait de plante et 9,9 ml d'eau distillée.
- La dose D2 (2%) correspond à 0,2 ml d'extrait de plante et 9,8 ml d'eau distillée.
- La dose D3 (3%) correspond à 0,3 ml d'extrait de plante et 9,7 ml d'eau distillée.
- La dose D4 (4%) correspond à 0,4 ml d'extrait de plante et 9,6 ml d'eau distillée.
- La dose D5 (5%) correspond à 0,5 ml d'extrait de plante et 9,5 ml d'eau distillée.
- La dose D6 (10%) correspond à 1 ml d'extrait de plante et 9 ml d'eau distillée.
- La dose D7 (20%) correspond à 2 ml d'extrait de plante et 8 ml d'eau distillée.
- La dose D8 (30%) correspond à 3 ml d'extrait de plante et 7 ml d'eau distillée.
- La dose D9 (40%) correspond à 4 ml d'extrait de plante et 6 ml d'eau distillée.
- La dose D10 (50%) correspond à 5 ml d'extrait de plante et 5 ml d'eau distillée.
- La dose D11 (100%) correspond à 10 ml d'extrait de plante (Brut).

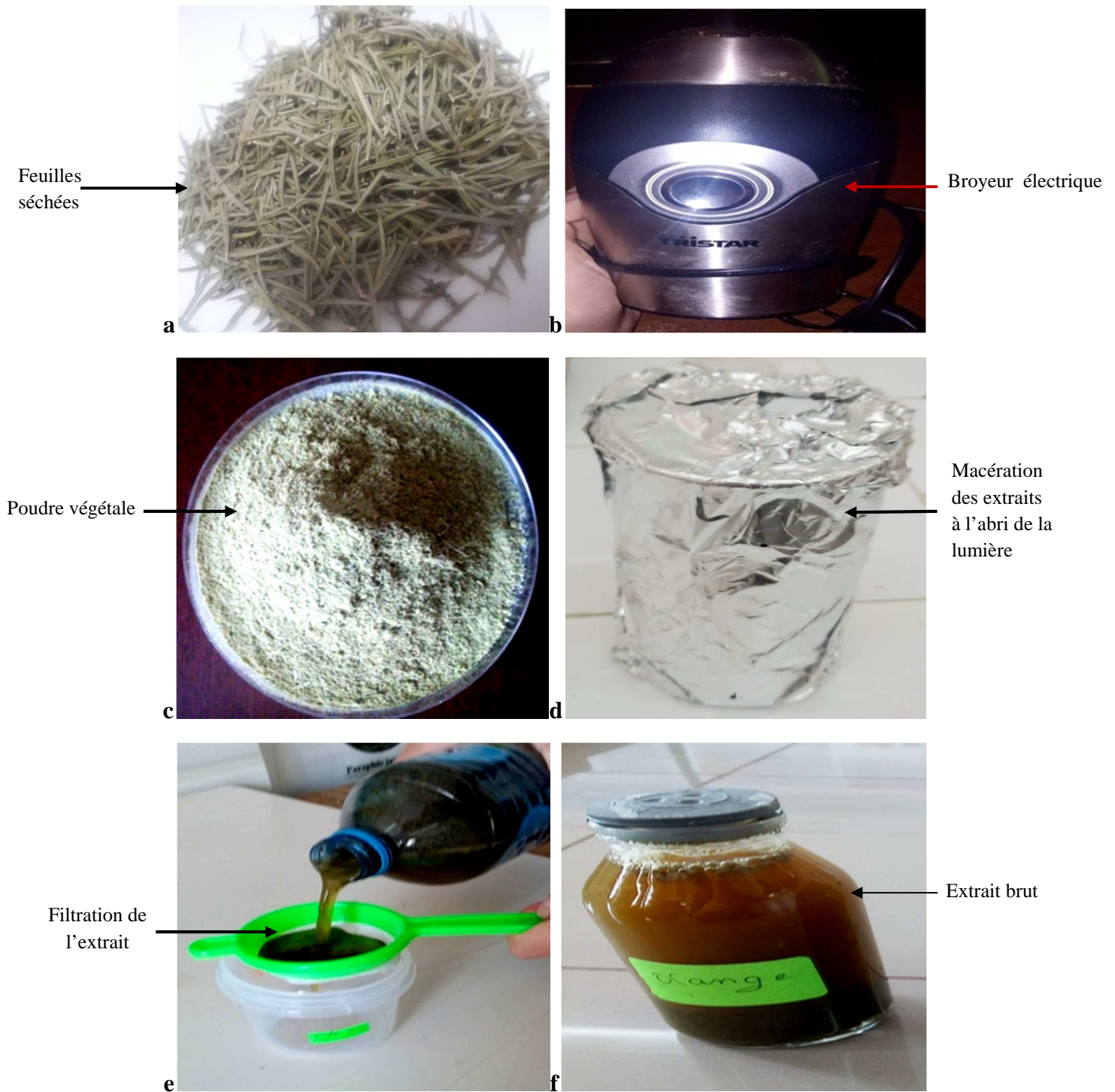


Figure 51 : Méthode d'obtention des extraits végétaux (Originale, 2018).

- a- Feuilles séchées
- b- Broyage des feuilles avec le broyeur électrique,
- c- poudre végétale,
- d- macération,
- e- filtration,
- f- Extrait brut

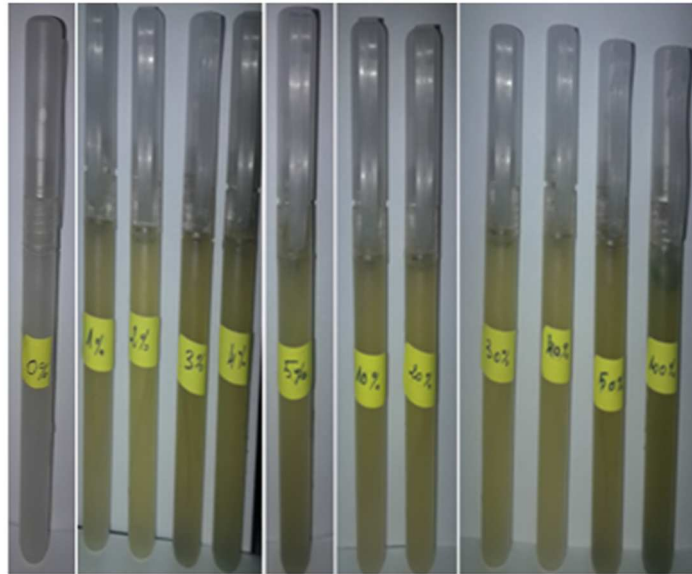


Figure 52 : Extraits dilués à différentes concentration (Originale, 2018).

3.7. Méthode d'infestation des plants de fève

L'infestation des plants de fève est réalisée le 19 /04/2018. A l'aide d'un pinceau, les pucerons sont déposés avec soin sur les jeunes plants de fève, à raison de 40 pucerons par pied (Fig. 53c). Chaque pot est recouvert avec du tulle pour éviter le déplacement des individus (Fig. 53d).

3.8. Application du traitement

Après trois jours d'infestation des plantes par les pucerons, le traitement par pulvérisation des extraits aqueux à différentes doses est effectué le 22/04/2018 (Fig. 53e).

3.9. Dénombrement de la population d'*A.fabae*

Après le traitement, nous avons effectué des observations quotidiennes pour le dénombrement des individus morts et vivants à l'aide d'une loupe manuelle (Fig. 53f).

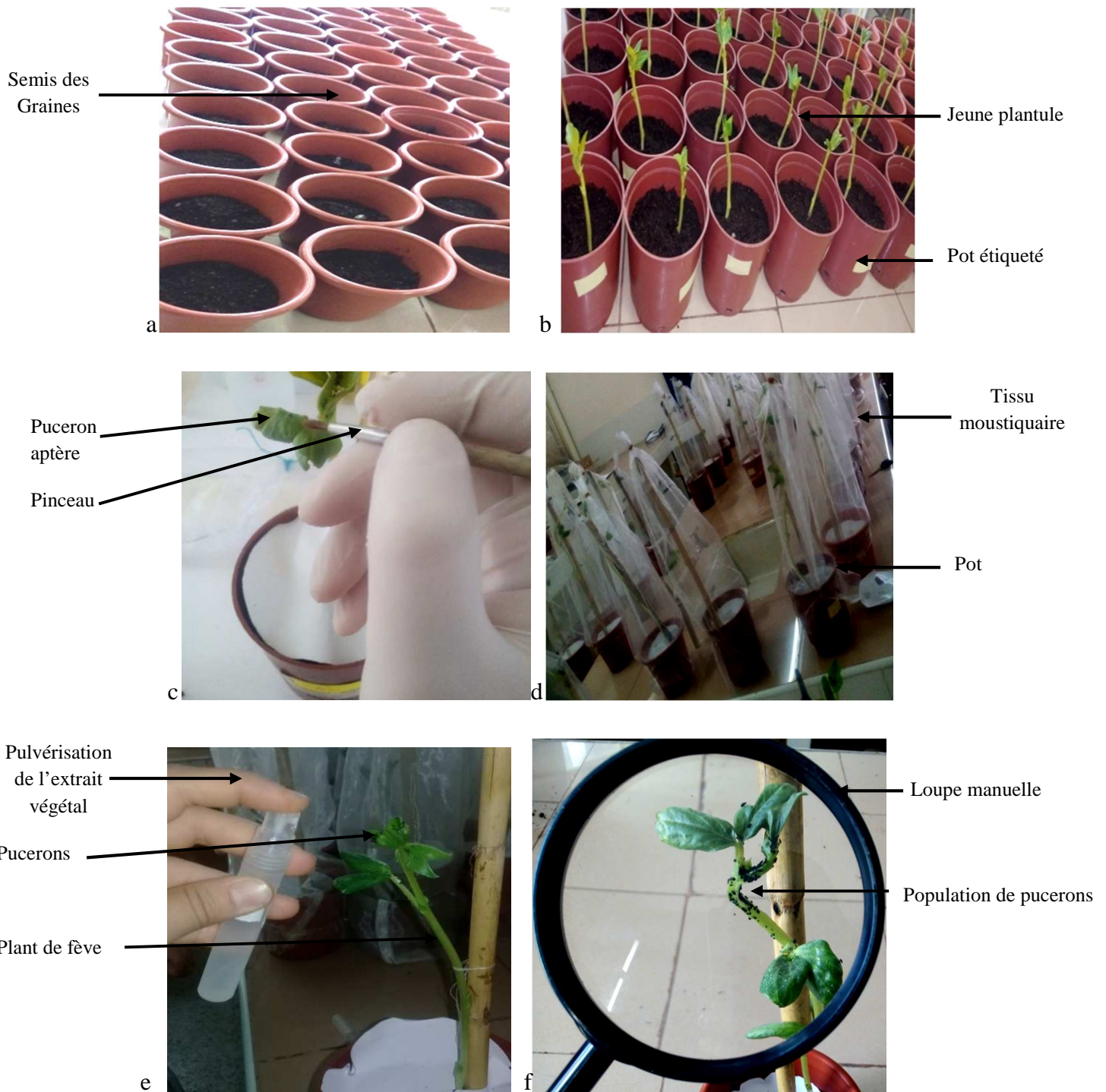


Figure 53 : Méthode d'infestation des plants de fève et de traitement (Originale, 2018).

- a- Semis
- b- Jeune plantule de fève,
- c- Infestation,
- d- Couverture des pots,
- e- Application du traitement,
- f- Dénombrement des populations

4. Analyses qualitative et quantitative de la composition chimique des extraits végétaux

Cette étude est complétée par un screening phytochimique, une extraction et un dosage des composés polyphénols.

La réalisation de cette partie a fait appel à un matériel composé d'un ensemble d'appareils, de réactifs de produits chimiques et de verreries.

4.1. Méthodes d'étude

Plusieurs méthodes sont utilisées pour extraire et caractériser les substances bioactives contenues dans les huit plantes testées au niveau du laboratoire.

Les différentes étapes de ce travail sont résumées comme suit :

4.1.1. Séchage

Cette étape est réalisée dans le but d'abaisser la teneur en eau des feuilles récoltées et d'empêcher ainsi les réactions d'altération qui peuvent se produire. Ceci limitera la prolifération des micro-organismes.

4.1.2. Broyage et conservation

Après la récolte, les feuilles séchées sont réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue est conservée à l'abri de l'air et de l'humidité, dans des bocaux en verre hermétiquement fermés. Le broyat va constituer la matière sèche.

4.2. Analyses qualitatives des extraits végétaux : screening phytochimique

La caractérisation des substances bioactives, appelée aussi screening phytochimique, est faite soit par précipitation soit par coloration. Pour cela, les tests, sont effectués soit sur la poudre, soit sur l'infusé à 5%. La méthode utilisée est celle adoptée par Tona *et al.* (1998) et Longaga *et al.* (2000). Cette étape a pour but de détecter les classes des composés existants dans les feuilles des plantes testées.

4.2.1. Préparation de l'infusé à 5%

L'infusé est préparé en mettant 5g de poudre végétale dans 100ml d'eau distillée. La solution est filtrée dans un erlenmeyer par un papier filtre. Le filtrat est ensuite ajusté avec de l'eau distillée à 100ml.

4.2.2. Identification des tannins totaux

Pour déterminer la présence des tannins totaux, à 5 ml de chaque infusé, sont ajoutées quelques gouttes d'une solution de FeCl_3 (chlorure ferrique) à 5%. L'apparition d'une coloration bleue noire indique une réaction positive.

4.2.3. Identification des tannins galliques

Dans un tube à essai, sont mis 5ml de l'infusé, 5g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl_3 . L'apparition d'une coloration bleue foncée indique une réaction positive.

4.2.4 .Identification des tannins catichiques

Dans un tube à essai, sont mélangés 15 ml de l'infusé avec 7ml de réactif de Stiansy. Une coloration rouge se développe en présence des tanins catichiques.

4.2.5 .Identification des flavonoïdes

La détection de la présence des flavonoïdes dans les extraits est faite par l'ajout à 5 ml de l'infusé, 5 ml d'HCl, un coupon de Zinc et 1 ml d'alcool iso amylique. L'apparition d'une coloration rouge orangée indique une réaction positive.

4.2.6 .Identification des anthocyanes

Dans un tube à essai, 5ml de l'infusé sont mis avec quelques gouttes d'HCl. L'apparition d'une coloration rouge indique une réaction positive.

4.2.7. Identification des polyphénols

On rajoute à 2 ml d'infusé une goutte de FeCl_3 a 2%. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre indique la présence des polyphénols.

4.2.8 .Identification des saponosides

Dans un tube à essai, nous rajoutons à 2 ml de l'infusé, quelques gouttes d'acétate de plomb. La formation d'un précipité blanc indique une réaction positive.

4.2.9 .Identification des glucosides

Concernant les glucosides, 2g de poudre végétale sont humectés avec quelques gouttes d'acide sulfurique (H_2SO_4). L'apparition d'une coloration rouge brique indique une réaction positive.

4.2.10. Identification des mucilages

Dans un tube à essai contenant 1 ml de l'infusé, sont rajoutés 5 ml d'éthanol absolue. La formation d'un précipité floconneux indique une réaction positive.

4.2.11. Identification des irridoïdes

Pour ce test, 2 ml de l'infusé et quelques gouttes d'HCl concentré sont chauffés pendant quelque minutes. L'apparition d'une coloration bleue indique une réaction positive.

4.2.12. Identification de l'amidon

Dans un erlenmeyer, sont mises 2g de poudre végétale et quelques gouttes d'iode. L'apparition d'une coloration bleue violette indique une réaction positive.

4.2.13. Identification des protéines

Dans un bécher, nous mélangeons 1g de poudre végétale avec 2ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 20%. Quelques gouttes de CuSO_4 à 2% sont ensuite rajoutées. La réaction donne une coloration violette avec une teinte rougeâtre en présence.

4.2.14. Identification des sucres réducteurs

Dans un tube à essai, sont mis 5ml d'infusé et 5ml de réactif de Fehling. L'ensemble est mis au bain marie pendant 3mn. L'apparition d'un précipité rouge brique indique une réaction positive.

4.2.15. Identification des caroténoïdes

Dans un tube à essai, sont rajoutés à 10ml d'infusé, 3 ml d'HCl et 3ml de H_2SO_4 . La présence de caroténoïdes se traduit par une coloration vert bleu.

5. Méthode d'analyse quantitative des extraits méthanoliques

Cette méthode a comme objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux dans les extraits testés.

5.1. Extraction et caractérisation des composés phénoliques

L'objectif de cette analyse est l'extraction et la détermination de la teneur en composés phénoliques dans les extraits testés.

5.1.1 Macération

Après avoir macérer 10g de poudre végétale pour chaque plante testée dans 100ml de méthanol, à l'abri de la lumière pendant 3 jours, nous avons filtré l'extrait avec du papier filtre puis procéder à l'évaporation sous le rotavapeur rotatif à une température de 45°C. Un extrait méthanolique est ensuite obtenu (Fig. 54).

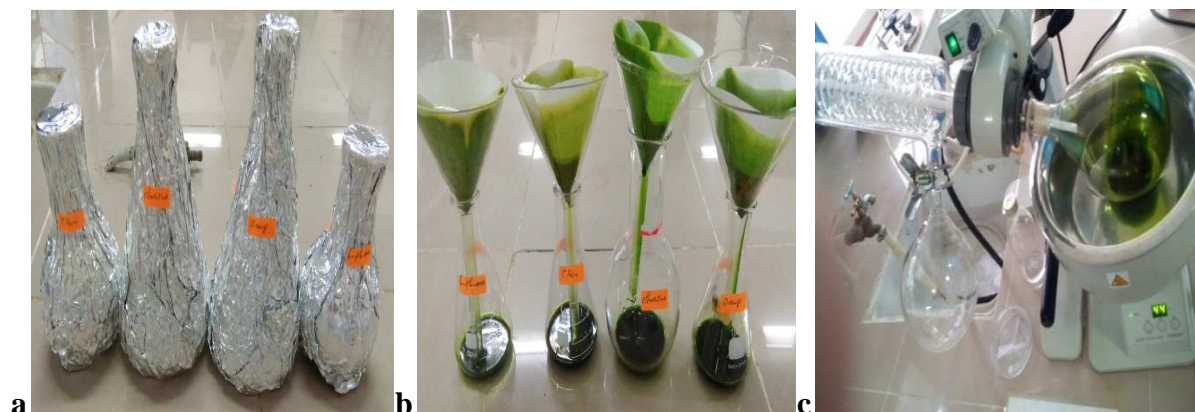


Figure 54 : Extraction des composés phénoliques au Rotavapeur rotatif (Originale, 2018)

a- Macération
b- Filtration
c- Evaporation

5.2. Dosage spectrale des polyphénols totaux

La concentration des polyphénols totaux des feuilles des plantes étudiées est réalisée selon la méthode de Folin-Ciocalteu.

5.2.1. Principe de la réaction

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif de Folin-ciocalteu (FCR) (Singleton et Rossi, 1999) qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols.

Le réactif FCR, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$), est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (MO_8O_{23}). La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en phénols totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm.

5.2.2. Mode expérimental

A 125µl de la solution d'extrait de plante, nous rajoutons 500µl d'eau distillée et 125µl de FCR. Après 3 mn, nous rajoutons 1250 µl de carbonate de sodium (Na_2CO_3) et 1 ml d'eau distillée. Nous mettons par la suite, le mélange à l'obscurité et nous attendons 90 mn. La lecture est effectuée à 760 nm.

6. Exploitation statistique des résultats

Différentes analyses sont réalisées sur les échantillons recensés sur le terrain, à savoir la qualité d'échantillonnage et les indices écologiques de composition (richesse totale, abondance relative et fréquence d'occurrence), ainsi que les indices écologiques de structures (indice de Shannon et d'équitabilité de Pielou). La toxicité des extraits aqueux à l'égard du

puçeron noir a été évaluée par le calcul de la DL50 et TL50. Un test non paramétrique à savoir le test de Kruskal-Wallis a été appliqué.

6.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces vues une seule fois au nombre total de relevés. Plus le rapport a/N est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande. Celle-ci est donnée par 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. Ici « a » correspond au nombre d'espèces observées une seule fois dans les pots Barber et les assiettes jaunes.

N : Nombre total de relevés.

6.2. Indices écologiques de composition

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

6.2.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. La richesse totale (S) d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984).

6.2.2. Abondance relative ou fréquence centésimale

L'abondance relative (AR%) est le pourcentage des nombres des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total des individus (N) (Faurie et al., 1980).

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

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

N est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

6.2.3. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence est le rapport (%) du nombre des relevés contenant l'espèce (P_i) prise en considération par rapport au nombre total des relevés (P) (Dajoz, 1982). D'après Faurie et al. (2003), elle est définie comme suit :

$$F.O. \% = (P_i \times 100) / P$$

F.O. % : Fréquence d'occurrence;

P_i : Nombre des relevés contenant l'espèce étudiée ;

P : Nombre total des relevés effectués.

Selon Dajoz (1971), en fonction de la valeur de F.O. (%), il est à distinguer les catégories ci-dessous, les espèces sont dites :

- Omniprésentes si F.O. = 100 %;
- Constances si $75 \% \leq \text{F.O.} < 100 \%$;
- Régulières si $50 \% \leq \text{F.O.} < 75 \%$;
- Accessoires si $25 \% \leq \text{F.O.} < 50 \%$;
- Accidentelles si $5 \% \leq \text{F.O.} < 25 \%$;
- Rares si F.O. < 5 %.

6.3. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure sont appliqués (Indice de diversité de Shannon, ainsi que l'équitabilité).

6.3.1. Indice de diversité de Shannon

D'après Barbault (2008), la diversité spécifique est mesurée par différents indices dont le plus utilisé est celui de Shannon et est calculé par la formule suivante :

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

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

q_i : Probabilité de rencontre de l'espèce, s'écrit $q_i = n_i/N$, où n_i est l'effectif de chaque espèce dans l'échantillon et N la somme des n_i toutes espèces confondues.

Log₂ : logarithme à base 2.

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité de chaque milieu pris en considération. Il varie à la fois en fonction du nombre des espèces présentes et en fonction de l'abondance de chacune d'elles (Barbault, 2008).

6.3.2. Indice d'équirépartition ou équitabilité de Pielou

L'indice d'équirépartition ou équitabilité de Pielou indique le rapport entre la diversité réelle et la diversité théorique maximale (Blondel, 1979). L'indice maximal de la diversité est calculé comme suit :

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

H' max = $\text{Log}_2 S$

S : est la richesse totale

H' max : est exprimé en bits

D'après Ramade (2003) l'Équitabilité varie entre 0 et 1. Lorsque E tend vers 0, cela veut dire que la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement. E tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

6.4. Test de Kruskal-Wallis

Il s'agit d'un test D'Anava à un facteur non paramétrique. Il est basé sur le classement par ordre croissant de l'ensemble des observations (Legras et Kohler, 2007). Il sert à déterminer l'efficacité des biopesticides utilisés, en comparant les différentes doses dans le temps.

6.5. Calcul de dose létale (DL50) et du temps létal (TL50)

Pour calculer la DL50, nous avons transformé les doses en logarithme et le pourcentage de mortalité corrigée en probit. Pour le TL50, nous avons transformé le temps en logarithme et le pourcentage de mortalité corrigée en probit. Nous avons obtenu une équation de régression linéaire : $Y = ax + b$.

Y : Probit de mortalité corrigée

X : logarithme de dose (DL50), logarithme de temps (TL50).

Chapitre V

Résultats

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats relatifs à la biocécologie des aphides des légumineuses alimentaires cultivées durant les deux années d'étude 2018 et 2019, ainsi que l'inventaire des différents ennemis naturels recensés, suivi par la partie portant sur l'évaluation de l'effet insecticide des extraits végétaux testés sur les populations du puceron noir de la fève.

1. Bioécologie des aphides des légumineuses alimentaires

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats de l'inventaire des aphides durant les deux années d'étude pour chacune des variétés de légumineuses alimentaires étudiées, l'analyse statistique des résultats, l'évolution de la population aphidienne ailée capturée ainsi que des populations aphidiennes aptères.

1.1. Inventaire global des aphides des légumineuses alimentaires

Les résultats de l'inventaire global des aphides recensés durant les deux années d'études 2018 et 2019 sur les différentes variétés de légumineuses alimentaires étudiées sont représentés dans le tableau 4.

Tableau 4: Liste des espèces aphidiennes inventoriées durant les deux années d'études 2018 et 2019 sur les différentes variétés des légumineuses alimentaires étudiées dans la région de Naciria (Boumerdes).

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces
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> Vander, Goot, 1912
			<i>A. nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841
			<i>A. spiraecola</i> Patch, 1914
			<i>A. verbasci</i> Schrank, 1801
			<i>Aphis</i> sp.
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H. pruni</i> Geoffroy, 1762
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. insertum</i> Walker, 1849
			<i>R. maidis</i> Geoffroy, 1762
			<i>R. padi</i> Linnaeus, 1758
			<i>R. rufiabdominalis</i> Sasaki, 1899
	<i>Shizaphis</i>	<i>S. eastopi</i> Van Harten et Ilharco, 1971	
		<i>S. gramineum</i> Rondani, 1852	
		<i>S. rotundiventris</i> Signoret, 1860	
		<i>Schizaphis</i> sp.	
	Macrosphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. bidentis</i> Eastop, 1953
			<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. 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.pastinaceae</i> Linnaeus, 1758
			<i>Cavariella</i> sp.
			<i>C.theobaldi</i> Gill.et Bragg, 1923
		<i>Capitophorus</i>	<i>Capitophorus</i> sp.
		<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i> Kurdjumov, 1913
		<i>Dysaphis</i>	<i>D.apitifolia</i> Theobald, 1923
			<i>D.foeniculus</i> Theobald, 1923
			<i>D.plantagineae</i> Passerini, 1860
			<i>D. tulipae</i> Boyer de Fons colombe, 1841
		<i>Hyadaphis</i>	<i>H.coriandri</i> B.Das,1918
			<i>H.foeniculi</i> Passerini, 1860
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H.lactucae</i> Linnaeus, 1758
			<i>H.picridis</i> Börner et Blunck, 1916
			<i>Hyperomyzus</i> sp.
		<i>Macrosiphoniella</i>	<i>M.artemisiae</i> Boyer de Fons colombe,1841
			<i>M.festucae</i> Theobald,1917
			<i>Macrosiphoniella</i> sp.
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M.euphorbiae</i> Thomas, 1878
			<i>M.rosae</i> Linnaeus,1758
		<i>Myzus</i>	<i>M.ascalonicus</i> Doncaster,1946
			<i>M.cymbalariae</i> Stroyan,1954
			<i>M. langei</i> Börner, 1933
			<i>M.persicae</i> Sulzer, 1776
			<i>Myzus</i> sp.
		<i>Nasonovia</i>	<i>N.ribisnigri</i> Mosley, 1841
		<i>Lipaphis</i>	<i>L.erysimi</i> Kaltenbach, 1843
		<i>Liosomaphis</i>	<i>L.berberidis</i> Kaltenbach,1843
		<i>Pleatrichophorus</i>	<i>P. glandulosus</i> Kaltenbach,1846
		<i>Rhodobium</i>	<i>R.porosum</i> Sanderson, 1900
		<i>Saltusaphis</i>	<i>S.Scipus</i> Theobald, 1915
		<i>Sitobion</i>	<i>S.avenae</i> Fabricius,1775
			<i>S.fragariae</i> Walker,1848
		<i>Tetraneura</i>	<i>T. nigriobdominalis</i> Sasaki,1899
		<i>Uroleucon</i>	<i>U.compositae</i> Theobald, 1915
			<i>Uroleucon</i> sp.
			<i>U.sonchi</i> Linnaeus, 1767
		<i>Wahlgreniella</i>	<i>W.nervata</i> Gillette,1908
Anoeciinae	Anoecini	<i>Anoecia</i>	<i>A.corni</i> Fabricius, 1775
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Chaitophorus</i>	<i>Chaitophorus</i> sp.
		<i>Sipha</i>	<i>S.maydis</i> Passerini,1860
Myzocallidinae	Fordini	<i>Smynthuroides</i>	<i>S.betae</i> Westwood,1849
	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.
4	6	32	68

L'analyse de la faune aphidienne dans les différentes cultures de légumineuses alimentaires durant les années 2018 et 2019 a permis de dresser une liste de 68 espèces aphidiennes réparties en quatre sous-familles, celles des Aphidinae, des Anoeciinae, des Chaitophorinae et des Myzocallidinae, en six tribus : Aphidini, Macrosiphini, Anoecini, Atheroidini, Fordini et Pemphigini et 32 genres.

1.1.1. Culture de fève (*Vicia faba*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons recensés dans les parcelles de fève sont présentés dans le tableau 5 :

Tableau 5: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les trois parcelles de fève à la région de Naciria(Boumerdes).

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	2018		2019	
				Féverole	Séville	Histal	
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.nerii</i>	+	+	+	
			<i>Aphis</i> sp.	+	-	+	
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R.maidis</i>	+	+	+	
			<i>R.padi</i>	+	+	+	
		Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A.bidentis</i>	-	+	-
	<i>A.pisum</i>			-	+	-	
	<i>Brachycaudus</i>		<i>B.cardui</i>	+	+	+	
			<i>B.helichrysi</i>	+	+	+	
	<i>Cavariella</i>		<i>C.pastinaceae</i>	-	+	-	
			<i>Cavariellasp.</i>	+	-	+	
	<i>Brevicoryne</i>		<i>B. brassicae</i>	-	+	-	
	<i>Dysaphis</i>		<i>D.apiiifolia</i>	-	+	-	
			<i>D.foeniculus</i>	+	-	+	
			<i>D.tulipae</i>	+	-	+	
	<i>Hyperomyzus</i>		<i>H.lactucae</i>	+	+	+	
	<i>Myzus</i>		<i>M. langei</i>	-	+	-	
			<i>M.persicae</i>	+	+	+	
	<i>Nasonovia</i>		<i>N.ribisnigri</i>	-	+	-	
	<i>Macrosiphum</i>		<i>M.rosae</i>	+	-	+	
	<i>Macrosiphoniella</i>		<i>M.artemisiae</i>	-	+	-	
	<i>Aulacorthum</i>		<i>A.solani</i>	+	+	+	
	<i>Lipaphis</i>		<i>L.erysimi</i>	+	+	+	
	<i>Uroleucon</i>	<i>U.compositae</i>	+	-	+		
		<i>U.sonchi</i>	-	+	-		
		02	15	29	20	21	20

+ : présence ; - : absence

L'échantillonnage est effectué en 15 sorties, avec un relevé par semaine. L'étude débute du 26/01/2018 jusqu'à la fin de la culture, le 25/05/2018, pour les deux cultures de fève variétés Séville et féverole et du 31/01/2019 au 19/05/2019 pour la variété Histal. L'analyse de la faune aphidienne, dans les trois parcelles étudiées a révélé l'existence de 29 espèces de pucerons durant les deux années d'étude. En 2018, 20 espèces sont recensées dans la variété féverole (*V.fabae minor*) et 21 espèces dans la variété Séville (*V.fabae major*). En 2019, 20 espèces sont notées dans la variété Histal (*V. fabae minor*). Ces espèces sont réparties en une seule sous famille, celle des Aphidinae, deux tribus : Aphidini, Macrosiphini et 15 genres.

1.1.1.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons ailés récoltés.

1.1.1.2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons ailés capturés dans les trois parcelles de fève durant les deux années 2018 et 2019 est notée dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les parcelles de fève.

Paramètres	2018		2019
	Séville	Féverole	Histal
a	12	9	1
N	15	15	16
a/N	0,8	0,6	0,06

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 de pucerons ailés recensées dans les parcelles de Séville et de la Féverole sont proches de 1, l'effort d'échantillonnage est donc insuffisant. Alors que dans la parcelle Histal, a/ N est proche de 0, l'échantillonnage est considéré comme bon.

1.1.1.3. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturées dans les trois parcelles de fève sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Richesse totale en espèces sur les trois cultures de fève.

Variétés	Nombre d'espèces
Séville	21
Féverole	20
Histal	20

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, est de 20 espèces pour la fève variété féverole et Histal et de 21 espèces pour la variété Séville.

1.1.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons capturés par la méthode des pièges jaunes et des pots Barber durant les deux années d'études sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les trois de fève.

Espèces	2018				2019	
	Féverole		Séville		Histal	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A.craccivora</i>	3	5,36	6	10	6	8
<i>A.fabae</i>	8	14,29	13	21,66	11	14,66
<i>A.gossypii</i>	6	10,71	12	20	8	10,66
<i>A.idaei</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
<i>A.solani</i>	1	1,79	2	3,33	4	5,33
<i>Aphis sp.</i>	1	1,79	0	0	1	1,33
<i>A.bidentis</i>	0	0	3	5	0	0
<i>A.pisum</i>	0	0	2	3,33	0	0
<i>A.nerii</i>	1	1,79	1	1,66	3	4
<i>A.coreopsidis</i>	1	1,79	1	1,66	2	2,66
<i>B.cardui</i>	2	3,57	2	3,33	2	2,66
<i>B.helichrysi</i>	3	5,36	1	1,66	5	6,66
<i>B.brassicae</i>	0	0	2	3,33	0	0
<i>Cavariella sp.</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
<i>C.pastinaceae</i>	0	0	1	1,66	0	0
<i>D.foeniculus</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
<i>D.tulipae</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
<i>H.lactucae</i>	5	8,93	2	3,33	3	4
<i>H.foeniculi</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
<i>M.persicae</i>	7	12,5	5	8,33	4	5,33
<i>M.langei</i>	0	0	1	1,66	0	0
<i>M.rosae</i>	1	1,79	0	0	3	4
<i>N.ribisnigri</i>	0	0	1	1,66	0	0
<i>R.padi</i>	5	8,93	0	0	5	6,66
<i>R.maidis</i>	5	8,93	2	3,33	2	2,66
<i>L.erysimi</i>	1	1,79	1	1,66	4	5,33
<i>M.artemisiae</i>	0	0	1	1,66	0	0
<i>U.sonchi</i>	0	0	1	1,66	0	0
<i>U.compositae</i>	1	1,79	0	0	2	2,66
Total	56	100	60	100	75	100

ni : nombre des individus de l'espèce prise en considération ;AR% : abondance relative

Pendant les deux campagnes de piégeage, 20 espèces de pucerons dans la parcelle Féverole, 21 espèces dans la parcelle de fève (variété Séville) et 20 espèces dans la parcelle de fève (variété Histal) sont capturées. Parmi eux *A.fabae* est l'espèce la plus abondante, avec 21,66%, 14,66% et 14,29% dans les cultures de Séville, Histal et féverole respectivement.

En deuxième position, nous notons la présence d'*A.gossypii* avec 20% et 10,66% dans les parcelles de Séville et Histal. Cette espèce est précédée par *M.persicae* (12,5%) dans la parcelle de féverole.

Les espèces *H.lactucae*, *R.maidis* et *R.padi* sont recensées avec des pourcentages plus modestes avec une abondance de 8,93% pour chacune d'elles au niveau de la parcelle Féverole. *M.persicae* est représentée avec une fréquence de 8,33% dans la parcelle de Séville.

Les espèces *A.craccivora*, *B.helichrysi* et *B. cardui* sont représentées avec des effectifs faibles (5,36% ; 5,36% et 3,57% respectivement) dans la parcelle Féverole.

Dans la parcelle Séville, ce sont les espèces *A.solani*, *A.pisum*, *B.cardui*, *B.brassicae*, *M.persicae* et *R.maidis* sont capturées avec une fréquence de 3,33%.

Dans la parcelle Histal, 14 espèces sont recensées avec des abondances relatives faibles, il s'agit de *A.idaei*, *A.solani*, *A.coreopsidis*, *B.cardui*, *B.helichrysi*, *Cavariella* sp., *D.foeniculis*, *D.tulipae*, *H.foeniculi*, *M.persicae*, *R.padi*, *R.maidis*, *L.erysimi* et *U.compositae*. Les autres espèces sont représentées avec une très faible densité comprise entre 1,66% et 1,79%.

1.1.1.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de fève sont reportées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les trois cultures de fève.

Espèces	2018				2019	
	Séville		Féverole		Histal	
	F.O.(%)	Classe de constance	F.O. (%)	Classe de constance	F.O. (%)	Classe de constance
<i>A.craccivora</i>	20	Acci	40	Acce	37,5	Acce
<i>A.fabae</i>	53,33	Rég	86,7	Cons	68,75	Rég
<i>A.gossypii</i>	40	Acce	80	Cons	50	Rég
<i>A.idaei</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci
<i>A.solani</i>	6,667	Acci	13,3	Acci	25	Acci
<i>Aphis</i> sp.	6,667	Acci	0	-	6,25	Acci
<i>A.bidentis</i>	0	-	20	Acci	0	-
<i>A.pisum</i>	0	-	13,3	Acci	0	-
<i>A.nerii</i>	6,667	Acci	6,67	Acci	18,75	Acci

<i>A.coreopsidis</i>	6,667	Acci	6,67	Acci	12,5	Acci
<i>B.cardui</i>	13,33	Acci	13,3	Acci	12,5	Acci
<i>B.helicherysi</i>	20	Acci	6,67	Acci	31,25	Acce
<i>B.brassicae</i>	0	-	13,3	Acci	0	-
<i>Cavariella sp.</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci
<i>C.pastinaceae</i>	0	-	6,67	Acci	0	-
<i>D.foeniculus</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci
<i>D.tulipae</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci
<i>H.lactucae</i>	33,33	Acce	13,3	Acci	18,75	Acci
<i>H.foeniculi</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci
<i>M.persicae</i>	46,67	Acce	33,3	Acce	25	Acci
<i>M.langei</i>	0	-	6,67	Acci	0	-
<i>M.rosae</i>	6,667	Acci	0	-	18,75	Acci
<i>N.ribisnigri</i>	0	-	6,67	Acci	0	-
<i>R.padi</i>	33,33	Acce	0	-	31,25	Acce
<i>R.maidis</i>	33,33	Acce	13,3	-	12,5	Acci
<i>L.erysimi</i>	6,667	Acci	6,67	Acci	25	Acci
<i>M.artemisiae</i>	0	-	6,67	Acci	0	-
<i>U.sonchi</i>	0	-	6,67	Acci	0	-
<i>U.compositae</i>	6,667	Acci	0	-	12,5	Acci

Omn: Omniprésente ; **Cons :** Constante ; **Acci :** Accidentelle ; **Acce :** Accessoire ; **Rég :** Régulière

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des trois parcelles de fève, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont : accidentelles, accessoires, régulières ou constantes. Les résultats obtenus montrent qu'en 2018, *A. fabae* (53,33%) est classée dans la catégorie régulière dans la parcelle Séville et constante (86,7%) dans la parcelle de Féverole. *A.gossypii* est considérée comme accessoire (40%) dans la parcelle Séville et constante (80%) dans la Féverole. En 2019, dans la parcelle de la variété Histal *A.fabae* (68,75%) et *A.gossypii* (50%) sont deux espèces appartenant à la catégorie régulière. La majorité des autres espèces est classée dans la catégorie accidentelle.

1.1.1.6.Indices de diversité de Shannon

La diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (H' max) et de l'indice de d'équitabilité (E_q) rassemblés dans le tableau 10.

Tableau 10 : 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 fève durant les deux années d'études (2018 et 2019).

	2018		2019
	Séville	Féverole	Histal
H'(bits):Diversité de Shannon	3,92	3,66	4,13
H'max (bits):Diversité maximale	4,39	4,32	4,39
Eq:Equitabilité	0,89	0,85	0,94

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant les deux années est de 3,92bits pour la variété Séville et 3,66 bits pour la féverole en 2018 et de 4,13 bits pour la variété Hital en 2019. En 2018, la diversité maximale (H' max) est de 4,39 et 4,32 bits pour la Séville et la Féverole respectivement. Pour l'année 2019, H' max est de 4,39 bits pour la variété Hital. Il est à remarquer que les valeurs de la diversité des espèces de pucerons ailés capturés sont élevées. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons.

1.1.1.7. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations des pucerons ailés capturés dans les trois cultures de fève pendant les deux années d'étude est présentée dans les figures 55, 56 et 57.

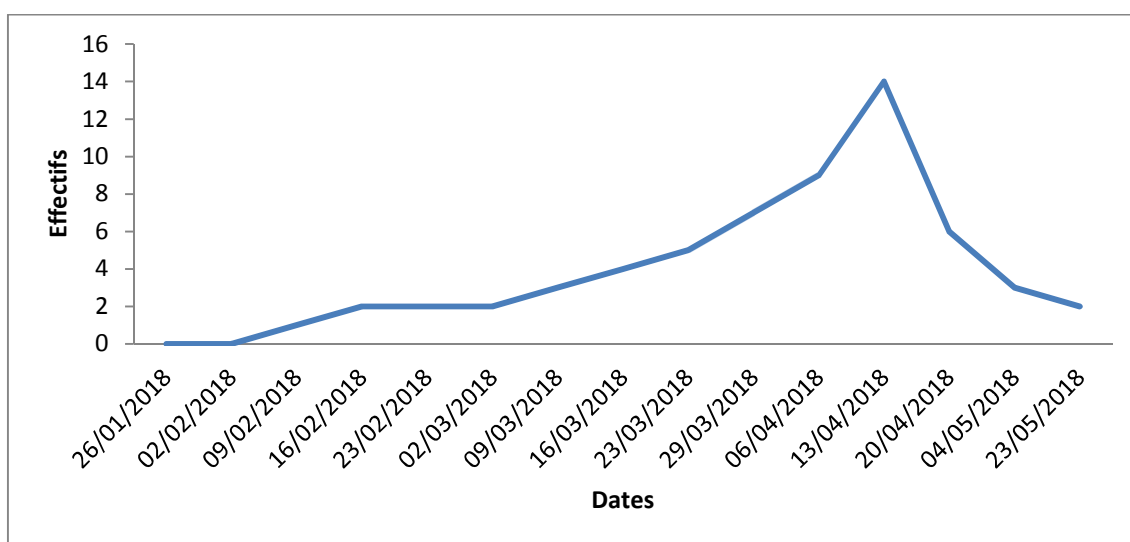


Figure 55: Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève de Féverole durant l'année 2018.

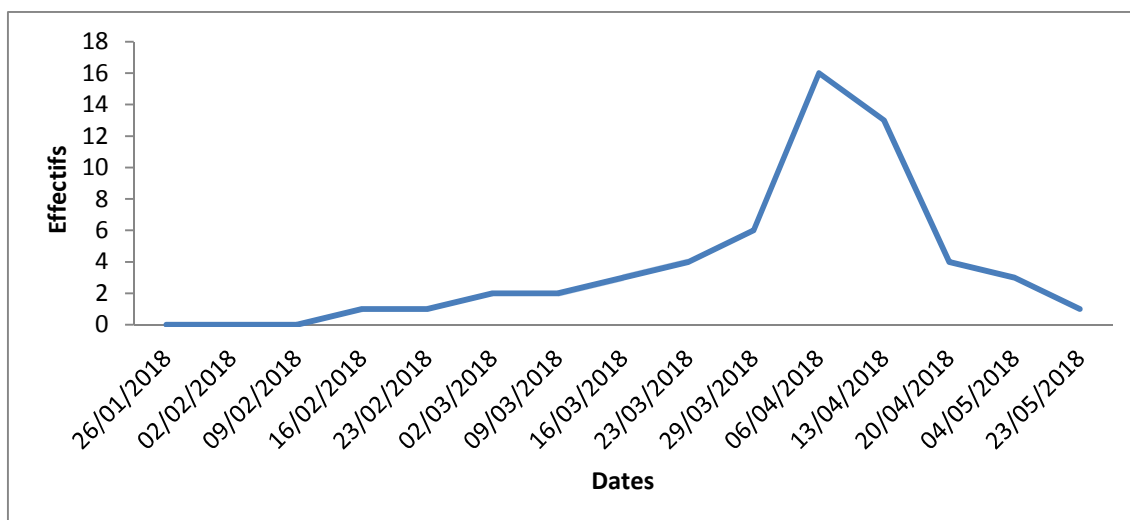


Figure 56 : Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève Séville durant l'année 2018.

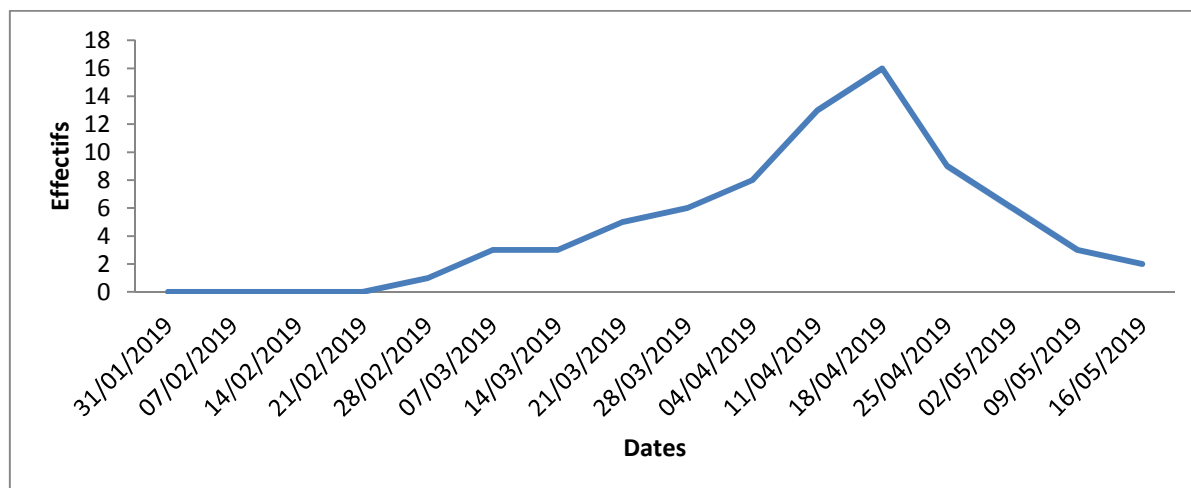


Figure 57 : Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de fève variété Histal durant l'année 2019.

Des résultats reportés dans les figures 55 et 56, il ressort que les premiers ailés sont piégés le 16 février 2018 au niveau des deux parcelles de féverole et Séville. Les effectifs augmentent par la suite jusqu'à atteindre un pic de 16 individus le 6 avril 2018 en culture de fève variété Séville et de 14 individus le 13 avril 2018 pour la féverole. Dans la parcelle de la variété Histal, les premiers individus sont capturés le 28 février 2019 (Fig. 57). Un pic de 16 individus est enregistré le 18 avril 2019. Les effectifs des pucerons diminuent à la fin du mois de mai pour les trois cultures et durant les deux années d'étude 2018 et 2019.

1.1.1.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de fève

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève dans la région de Naciria, durant les deux années d'étude 2018 et 2019 sont illustrés dans les figures 58, 59 et 60.

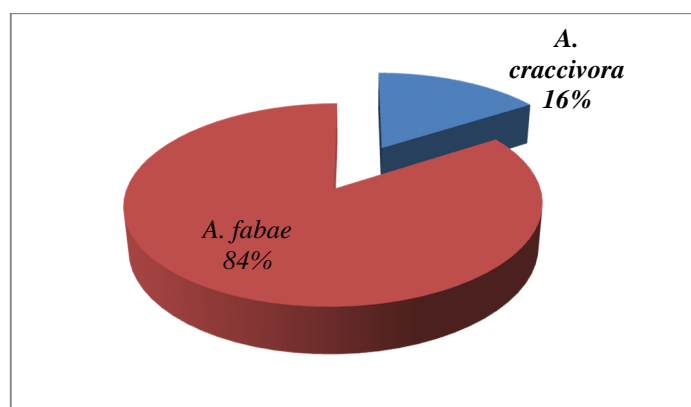


Figure 58: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété féverole dans la région de Naciria en 2018.

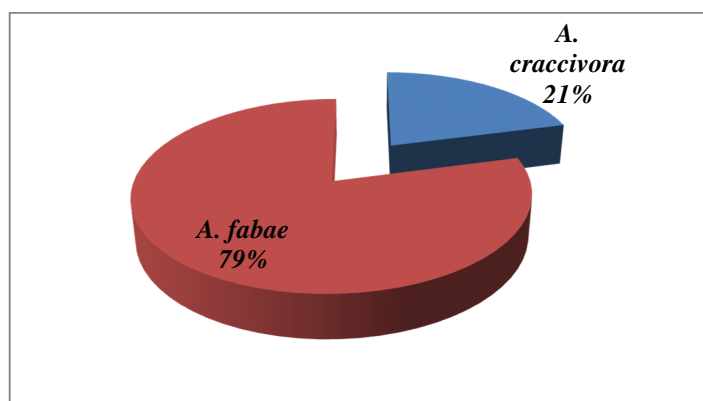


Figure 59: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété séville dans la région de Naciria en 2018.

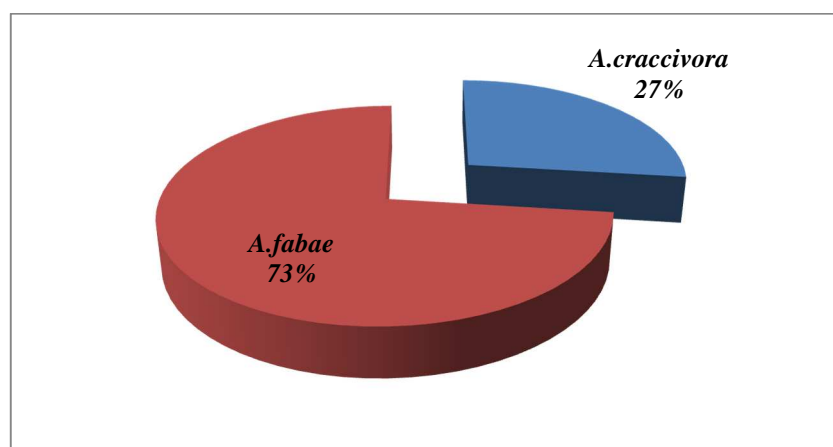


Figure 60 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de fève variété Histal dans la région de Naciria en 2019.

Deux espèces de pucerons sont recensées sous forme de colonies aptères sur les feuilles des trois variétés de fève. L'espèce la plus dominante durant les deux années d'étude est *A. fabae* avec une abondance relative de 84% en culture de féverole, 79% dans la culture de Séville en 2018 et 73% dans la parcelle de la variété Histal en 2019. La deuxième espèce, à savoir *A. craccivora* est représentée avec 16% dans la variété féverole, 21% dans la variété Séville et 27% dans la variété Histal.

1.1.1.9. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de fèves

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des trois variétés de fève en 2018 et 2019 est illustrée par les figures 61, 62 et 63.

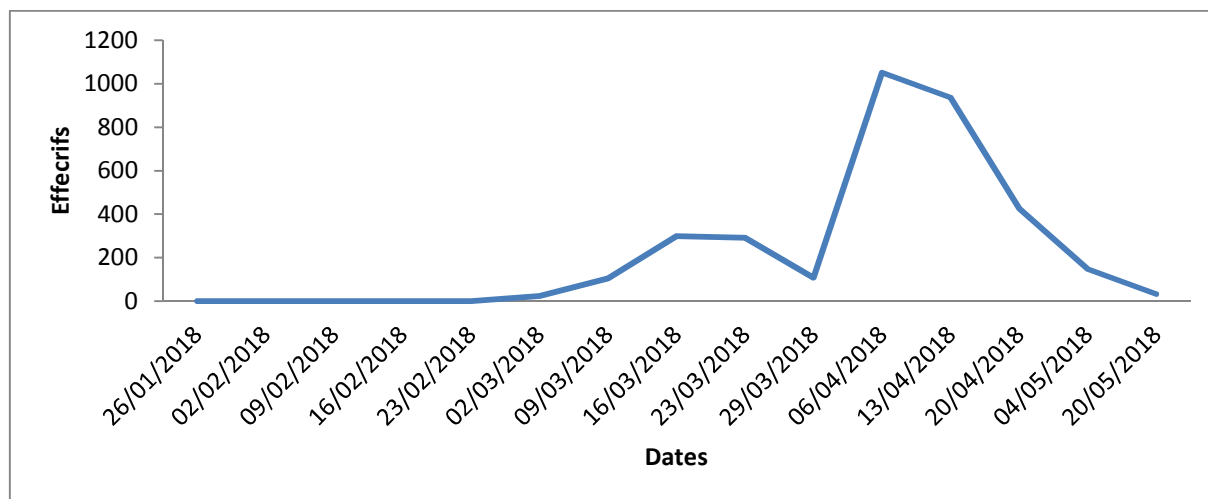


Figure 61 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de fève, variété Féverole, en 2018.

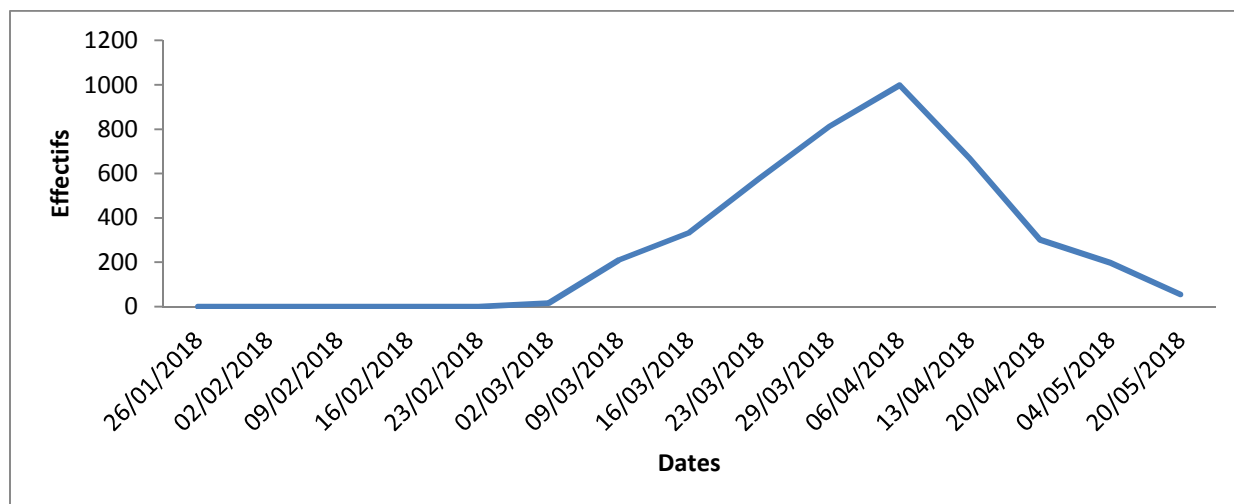


Figure 62: Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de fève, variété Séville, en 2018.

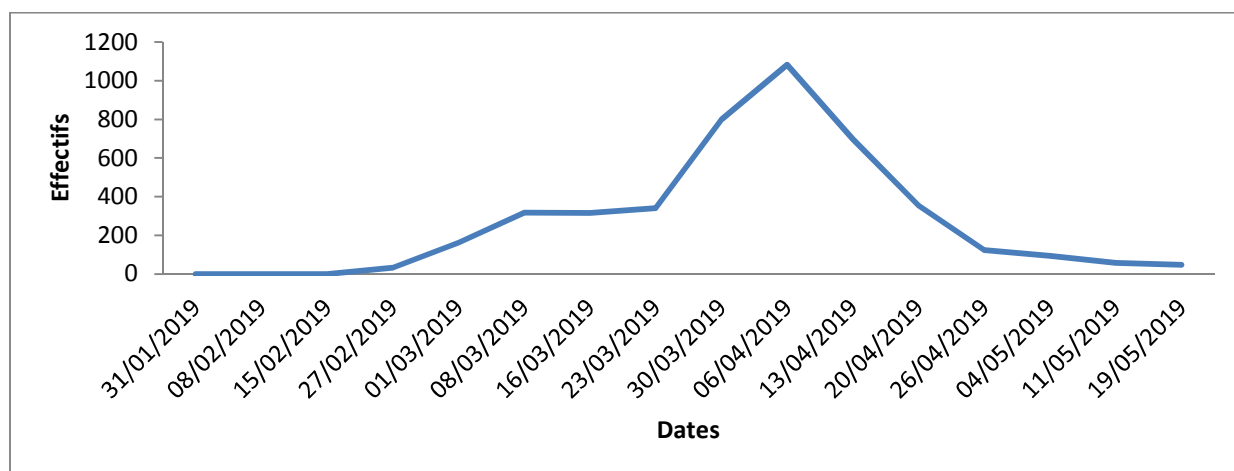


Figure 63 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de fève, variété Hïstal, en 2019.

Les premières infestations des pucerons sur les feuilles sont apparues au début du mois de mars pour les variétés féverole et Séville ; et au début du mois de février pour la variété Hstal. Les effectifs de pucerons augmentent jusqu'à atteindre un pic de 1052 individus le 14 avril 2018 pour la féverole et de 998 individus pour la Séville à la même date. Un pic de 1082 individus est enregistré le 6 avril 2019 pour la variété de fève Hstal. Nous observons par la suite une diminution progressive des effectifs de pucerons aptères jusqu'à s'annuler à la fin du mois de mai pour les trois cultures et durant les deux années d'étude.

1.1.2. Culture de petit pois (*Pisum sativum*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons capturés dans les parcelles de petit pois sont présentés dans le tableau suivant 11.

Tableau 11 : Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles de petit pois dans la région de Naciria (Boumerdes) durant les deux années 2018 et 2019.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	2018		2019	
				Kel	Utr	Rak	Onw
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A.citricola</i>	+	-	-	-
			<i>A.coreopsidis</i>	+	+	-	-
			<i>A.craccivora</i>	+	+	+	+
			<i>A.fabae</i>	+	+	+	+
			<i>A.gossypii</i>	+	+	+	+
			<i>A.idaei</i>	+	+	+	+
			<i>A.nerii</i>	-	+	-	+
			<i>A.verbasci</i>	+	+	-	+
			<i>Aphis sp.</i>	+	+	+	+
		<i>Melanaphis</i>	<i>M.sacchari</i>	-	+	-	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R.insertum</i> (<i>R. oxyacanthae</i>)	-	+	-	-
			<i>R. maidis</i>	+	+	+	+
			<i>R.padi</i>	+	+	+	+
			<i>R.rufiabdominalis</i>	-	-	+	-
			<i>Schizaphis</i>	<i>S.eastopi</i>	+	-	-
			<i>S.gramineum</i>	+	+	-	-
			<i>S.rotundiventris</i>	+	-	-	-
			<i>Schizaphis sp.</i>	+	-	-	+
		Macrosiphini	<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.theobaldi</i>	+	-	-	-
	<i>Diuraphis</i>		<i>D.noxia</i>	+	-	-	-
	<i>Dysaphis</i>		<i>D.apifolia</i>	+	+	-	+
			<i>D.foeniculus</i>	-	-	-	+
<i>D.plantaginea</i>			+	-	-	-	
<i>D.tulipae</i>		-	-	+	+		

		<i>Hyadaphis</i>	<i>H.coriandri</i>	-	-	-	+
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H.lactucae</i>	+	+	+	+
			<i>Hyperomyzussp.</i>	-	-	-	+
		<i>Lipaphis</i>	<i>L.erysimi</i>	-	-	+	+
		<i>Liosomaphis</i>	<i>L.berberidis</i>	-	+	-	+
		<i>Macrosiphoniella</i>	<i>M.festucae</i>	+	-	-	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M.euphorbiae</i>	+	+	+	+
			<i>M.rosae</i>	+	+	+	+
		<i>Myzus</i>	<i>M.ascalonicus</i>	-	+	-	-
			<i>M.cymbalariae</i>	-	+	-	-
			<i>M.persicae</i>	+	+	+	+
		<i>Nasonovia</i>	<i>N.ribisnigri</i>	+	-	-	-
		<i>Sitobion</i>	<i>S.fragariae</i>	-	+	-	-
		<i>Uroleucon</i>	<i>U.sonchi</i>	-	+	-	-
		<i>Pleotrichophorus</i>	<i>P.glandulosus</i>	-	-	+	-
1	2	21	44	27	28	16	25

+ : présence ; - : absence **KEL** : Merveille De kelvedone ; **UTR** : Utrillo; **RAK** : Rakaia ; **ONW** :Onward.

L'échantillonnage débute le 26/01/2018 jusqu'à la fin des cultures le 20/04/2018 pour les deux variétés Kelvedone et Utrilo. En 2019, pour les deux cultures de variété Rakaia et Onward, l'échantillonnage a débuté le 11/01/2019 jusqu'au 26/04/2019. L'analyse de la faune aphidienne dans les quatre parcelles étudiées a révélé l'existence de 44 espèces de pucerons. En 2018, 27 espèces sont recensées dans la culture de petit pois variété Merveille De Kelvedone et 28 espèces dans la parcelle Utrillo. En 2019, 16 espèces sont notées dans la variété Rakaia et 25 espèces dans la variété Onward. Ces espèces sont réparties en une seule sous famille, celle des Aphidina, deux tribus : Aphidini et Macrosiphini et 21 genres.

1.1.2.1 Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons ailés récoltés sur les quatre parcelles de petit pois.

1.1.2.2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces des pucerons ailés capturés dans les quatre parcelles de petit pois durant les deux années est notée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Valeurs de la qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés sur petit pois.

Paramètres	2018		2019	
	Merveille De Kelvedone	Utrillo	Rakaia	Onward
a	9	10	2	7
N	13	13	15	15
a/N	0,69	0,76	0,13	0,46

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 d'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensés est proche de 1 au niveau des parcelles des variétés Merveille De Kelvedone et Utrillo. Cela signifie que la qualité de l'échantillonnage n'est pas bonne. Pour les variétés Rakaia et Onward a/N se rapproche de 0. Ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est suffisant.

1.1.2.3. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturés dans les parcelles de petit pois sont présentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés dans les quatre parcelles de petit pois

Variétés	Nombre d'espèces
Merveille De Kelvedone	27
Utrillo	28
Rakaia	16
Onward	25

La richesse totale des espèces de pucerons ailés capturés en 2018, est de 27 espèces pour la culture de Merveille De Kelvedone et de 28 espèces pour la variété Utrillo. Cependant, en 2019 nous avons recensé 16 espèces pour la variété Rakaia et 25 espèces pour la variété Onward.

1.1.2.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons capturées par la méthode des pièges jaunes et pots Barber durant les deux années d'études sont mentionnés dans le tableau 14.

Tableau 14: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les quatre variétés de culture de petit pois.

Espèces	2018				2019			
	Merveille de Kelvedone		Utrillo		Rakaia		Onward	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. craccivora</i>	9	4,79	4	5,1	2	1,9	2	1,2
<i>A. fabae</i>	24	12,8	4	5,1	16	15	22	13,2
<i>A. gossypii</i>	41	21,8	11	14	4	3,7	10	5,99
<i>A. verbasci</i>	7	3,72	2	2,5	0	0	5	2,99
<i>A. spiraeicola</i>	3	1,59	0	0	0	0	0	0
<i>A. idaei</i>	1	0,53	1	1,3	2	1,9	5	2,99
<i>A. solani</i>	8	4,25	3	3,8	14	13	15	8,98
<i>Aphis sp.</i>	7	3,72	1	1,3	4	3,7	3	1,8
<i>M. ascolanicus</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0

<i>A.nerii</i>	0	0	3	3,8	0	0	1	0,6
<i>A.coreopsidis</i>	2	1,06	1	1,3	0	0	0	0
<i>B.cardui</i>	1	0,53	2	2,5	0	0	2	1,2
<i>B.helichrysi</i>	3	1,59	3	3,8	0	0	2	1,2
<i>B.rumexicolens</i>	0	0	2	2,5	0	0	0	0
<i>B.brassicae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>C.theobaldi</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>D.apiifolia</i>	4	2,13	3	3,8	0	0	2	1,2
<i>D.foeniculus</i>	0	0	0	0	0	0	2	1,2
<i>D.tulipae</i>	0	0	0	0	2	1,9	4	2,4
<i>D.plantaginea</i>	2	1,06	0	0	0	0	0	0
<i>D.noxia</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperomyzus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>H.lactucae</i>	11	5,85	8	10	9	8,4	4	2,4
<i>H.coriandri</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,6
<i>M.persicae</i>	29	15,4	9	11	23	22	30	18
<i>M.euphorbiae</i>	2	1,06	3	3,8	4	3,7	5	2,99
<i>M.rosae</i>	6	3,19	3	3,8	3	2,8	2	1,2
<i>M.festucae</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>M.sacchari</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>M.cymbalariae</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>N.ribisnigri</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>R.padi</i>	13	6,91	3	3,8	12	11	39	23,4
<i>R.maidis</i>	5	2,67	3	3,8	7	6,5	6	3,59
<i>R.rufiabdominalis</i>	0	0	0	0	1	0,9	0	0
<i>R.insertum</i>	0	0	3	3,8	0	0	0	0
<i>L.erysimi</i>	0	0	0	0	3	2,8	1	0,6
<i>L.berberidis</i>	0	0	1	1,3	0	0	1	0,6
<i>S.rotundiventris</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>Schizaphis sp.</i>	1	0,53	0	0	0	0	1	0,6
<i>S.eastopi</i>	1	0,53	0	0	0	0	0	0
<i>S.gramineum</i>	3	1,59	1	1,3	0	0	0	0
<i>S.fragariae</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>P.glandulosus</i>	0	0	0	0	1	0,9	0	0
<i>U.sonchi</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
Total	188	100	79	100	107	100	167	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative.

En 2018, dans la parcelle Merveille De Kelvedone, l'espèce la plus capturée est *A.gossypii* avec une fréquence relative de 21,8%, suivie par *M.persicae* avec une abondance relative de 15,4% et *Afabae* avec 12,8%. *A.spiraecola*, *B.helichrysi* et *S.gramineum* ne représentent que 1,59% des aphides capturés. Les espèces qui présentent une faible fréquence relative, de 0,53%, sont : *A.idaei*, *B.cardui*, *C.theobaldi*, *D.noxia*, *M.festucae*, *N.ribisnigri*, *S.rotundiventris*, *Schizaphis sp.* et *S.eastopi*.

Dans la culture d'Utrillo, et les espèces les plus abondantes *M.persicae* avec une fréquence de 11% et *H.lactucae* avec une abondance relative de 10%, les espèces les moins capturées avec une abondance relative de 1,3% respectivement sont : *A.idaei*, *Aphis* sp., *M.ascolanicus*, *A.coreopsidis*, *M.sacchari*, *M.cymbalariae*, *L.berberidis*, *S.gramineum*, *S.fragariae* et *U.sonchi*.

Pour l'année 2019, *R.padi* est l'espèce la plus représentée dans la culture d'Onward avec une abondance relative de 23,4% suivie par *M.persicae* et *A.fabae* avec des fréquences relatives de 18% et 13,2% respectivement. Les espèces les moins capturées avec une fréquence de 0,6% sont : *A.nerii*, *B.brassicae*, *Hyperomyzus* sp., *H.coriantri*, *L.erysimi* et *Schizaphis* sp.

Dans la culture Rakaia, les espèces les plus dominantes sont : *A.fabae* avec une fréquence relative de 15%, *A.solani* avec 13%. Les espèces qui présentent avec une faible fréquence de 0,9% sur cette variété sont : *R.rufiabdominalis* et *P.glandulosus*.

1.1.2.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures de petit pois sont reportées dans le tableau 15.

Tableau 15: Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les quatre cultures de petit pois.

Espèces	2018				2019			
	Kelvedone		Utrillo		Rakaia		Onward	
	F.O %	Classe de constance	F.O %	Classe de constance	F.O %	Classe de constance	F.O %	Classe de constance
<i>A.craccivora</i>	69,23	Rég	30,76	Acce	13,33	Acci	13,33	Acci
<i>A.fabae</i>	76,92	Cons	30,76	Acce	100	Omn	100	Omn
<i>A.gossypii</i>	61,54	Rég	84,61	Cons	26,66	Acce	66,67	Rég
<i>A.verbasci</i>	53,85	Rég	15,38	Acci	-	-	33,33	Acce
<i>A.spiraecola</i>	23,08	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>A.idaei</i>	7,69	Acci	7,69	Acci	13,33	Acci	33,33	Acce
<i>A.solani</i>	61,54	Rég	23,07	Acci	93,33	Cons	100	Omn
<i>Aphis</i> sp.	53,85	Rég	7,69	Acci	26,66	Acce	20	Acci
<i>M.ascolanicus</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>A.nerii</i>	-	-	23,07	Acci	-	-	6,66	Acci
<i>A.coreopsidis</i>	15,38	Acci	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>B.cardui</i>	7,69	Acci	15,38	Acci	-	-	13,33	Acci
<i>B.helichrysi</i>	23,08	Acci	23,07	Acci	-	-	13,33	Acci
<i>B.rumexicolens</i>	-	-	15,38	Acci	-	-	-	-
<i>B.brassicae</i>	-	-	-	-	-	-	6,66	Acci
<i>C.theobaldi</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>D.apuifolia</i>	30,77	Acce	23,07	Acci	-	-	13,33	Acci
<i>D.foeniculus</i>	-	-	-	-	-	-	13,33	Acci
<i>D.tulipae</i>	-	-	-	-	13,33	Acci	26,67	Acce
<i>D.plantaginea</i>	15,38	Acci	-	-	-	-	-	-

<i>D.noxia</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>Hyperomyzus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	6,66	Acci
<i>H.lactucae</i>	84,62	Cons	61,53	Rég	60	Rég	26,67	Acce
<i>H.coriandri</i>	-	-	-	-	-	-	6,66	Acci
<i>M.persicae</i>	84,62	Cons	69,23	Rég	100	Omn	100	Omn
<i>M.euphorbiae</i>	15,38	Acci	23,07	Acci	26,66	Acce	33,33	Acce
<i>M.rosae</i>	46,15	Acce	23,07	Acce	20	Acci	13,33	Acci
<i>M.festucae</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>M.sacchari</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>M.cymbalariae</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>N.ribisnigri</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>R.padi</i>	100	Omn	23,07	Acci	80	Cons	100	Omn
<i>R.maidis</i>	38,46	Acce	23,07	Acci	46,66	Acce	40	Acce
<i>R.rufiabdominalis</i>	-	-	-	-	6,66	Acci	-	-
<i>R.insertum</i>	-	-	23,07	Acci	-	-	-	-
<i>L.erysimi</i>	-	-	-	-	20	Acci	6,66	Acci
<i>L.berberidis</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	6,66	Acci
<i>S.rotundiventris</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>Schizaphis</i> sp.	7,69	Acci	-	-	-	-	6,66	Acci
<i>S.eastopi</i>	7,69	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>S.gramineum</i>	23,08	Acci	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>S.fragariae</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	-	-
<i>P.glandulosus</i>	-	-	-	-	6,66	Acci	-	-
<i>U.sonchi</i>	-	-	7,69	Acci	-	-	-	-

Omn: Omniprésente ; **Con** : Constante ; **Acci** : Accidentelle ; **Acce** : Accessoire ; **Rég** : Régulière

Dans les parcelles de petit pois en 2018, les espèces aphidiennes recensées font partie de différentes catégories : régulière, constance, accidentelle, omniprésente et accessoire. Au niveau de la variété Merveille De Kelvedone, l'espèce *R.padi* (100%) est classée comme espèce omniprésente. Les espèces *M.persicae* (84,62%), *H.lactucae* (84,62%) et *A.fabae* (76,92%) font partie de la catégorie constante. Les espèces *A.craccivora* (69,23%), *A.gossypii* (61,54%) et *A.verbasci* (53,85%) sont classées comme régulières. Pour la variété Utrillo, l'espèce *A.gossypii* (84,61%) est classée dans la catégorie constante et les espèces *H.lactucae* (61,53%) et *M.persicae* (69,23%) sont classées comme espèces régulières. En 2019, pour la variété Rakaia, les espèces *A.fabae* (100%), *M.persicae* (100%) et *R.padi* (100%) sont des espèces omniprésentes. Pour la variété Onward, les espèces *A.fabae* (100%), *A.solani* (100%) et *M.persicae* (100%) sont des espèces omniprésentes. *A.solani* (93,33%) et *R.padi* (80%) sont constantes. L'espèce qui fait partie de la catégorie régulière est *A.gossypii* (66,67%).

1.1.2.6. Indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (H'max) et l'indice de d'équitabilité (Eq) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les quatre parcelles de petit pois sont mentionnés dans le tableau 16.

Tableau 16 : 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 petit pois durant les deux années d'étude.

	2018		2019	
	Kelvedone	Utrillo	Rakaia	Onward
H'(bits):Diversité de Shannon	3,83	4,04	3,45	3,63
H'max(bits):Diversité maximale	4,75	4,64	4	4,58
Eq:Equitabilité	0,81	0,87	0,86	0,79

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant les deux années est compris entre 3,45bits et 4,04 bits. La diversité maximale (H' max) varie de 4 à 4,75 bits. Il est à remarquer que les valeurs sont élevées.Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1,elle traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

1.1.2.7. Evolutiontemporelle des populations des pucerons ailés

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les quatre cultures de petit pois pendant les deux années d'étude est illustrée dans les figures 64,65,66 et 67.

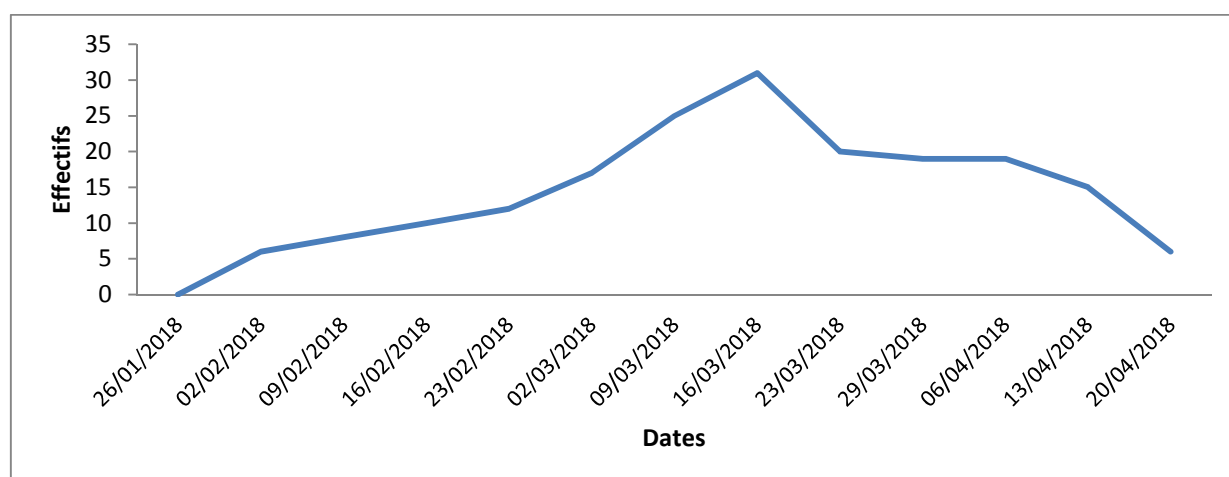


Figure 64: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Merveille De Kelvedone durant l'année 2018.

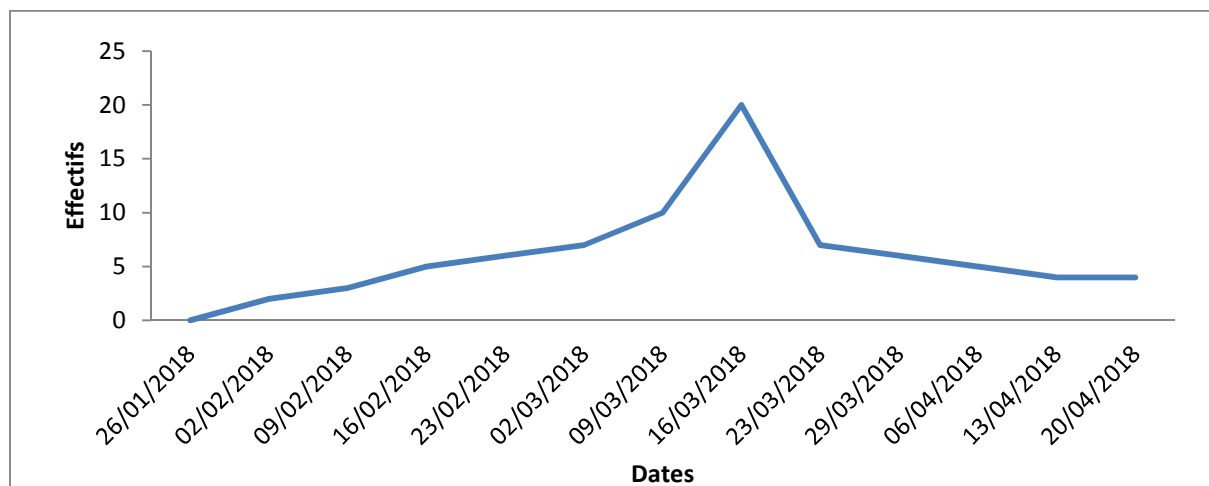


Figure 65: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Utrillo durant l’année 2018.

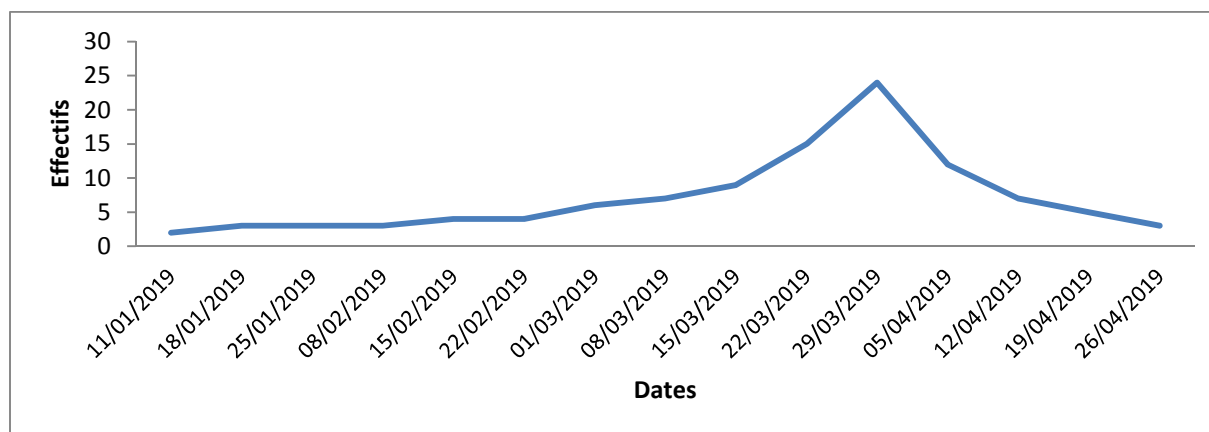


Figure 66: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Rakaia durant l’année 2019.

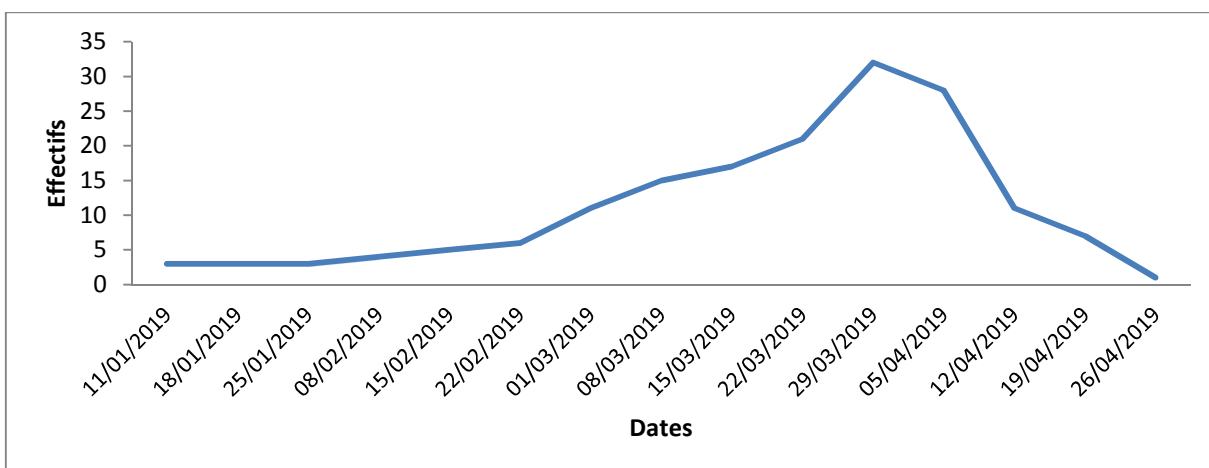


Figure 67: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de petit pois Onward durant l’année 2019.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les pucerons ailés font leur apparition au début du mois de mars (2018) pour les variétés Merveille de Kelvedone et Utrillo et à la première dizaine du mois de janvier (2019) pour les variétés Onward et Rakaia. L'effectif des pucerons ailés augmente pour atteindre le 16 mars 2018, un pic de 31 individus dans la parcelle de la variété Merveille De Kelvedone et de 20 individus pour la culture Utrillo. En 2019, ce pic est atteint le 29 mars, avec 24 individus capturés au niveau de la parcelle de Rakaia et 32 individus dans la variété Onward.

Les effectifs de pucerons diminuent par la suite jusqu'à être très faibles à la fin du mois d'avril pour les quatre variétés de petit pois et durant les deux années d'étude 2018 et 2019.

1.1.3. Culture d'haricot (*Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata*)

Les résultats de l'inventaire des pucerons capturés dans les parcelles de haricot *Phaseolus vulgaris* et *Vigna unguiculata* sont présentés dans le tableau 17.

Tableau 17: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les quatre parcelles d'haricot dans la région de Naciria (Boumerdes).

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	ZE	Dj	Ne	Nié
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A.citricola</i>	-	-	-	+
			<i>A.coreopsidis</i>	+	+	+	+
			<i>A.craccivora</i>	-	-	-	+
			<i>A.fabae</i>	+	+	+	+
			<i>A.gossypii</i>	+	+	+	+
			<i>A.nerii</i>	+	-	+	-
			<i>A.verbasco</i>	+	+	+	-
			<i>Aphis</i> sp.	+	+	-	-
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H.pruni</i>	-	+	+	-
		<i>Schizaphis</i>	<i>S.rotundiventris</i>	-	-	-	+
	Macrosiphini	<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. maidis</i>	+	+	+	+
			<i>R.padi</i>	+	+	+	+
		<i>Aulacorthum</i>	<i>A.solani</i>	+	-	-	+
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B.cardui</i>	-	+	+	+
			<i>B.helichrysi</i>	-	+	+	+
			<i>B.rumexicolens</i>	-	-	+	+
		<i>Diuraphis</i>	<i>D.noxia</i>	-	+	-	-
	<i>Dysaphis</i>	<i>D.apifolia</i>	-	-	+	+	
		<i>D.plantaginea</i>	-	+	-	-	
	<i>Hyadaphis</i>	<i>H.coriandri</i>	-	-	-	-	
		<i>H.foeniculi</i>	-	-	-	+	
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H.lactucae</i>	-	-	+	+
			<i>H.picridis</i>	-	-	-	+
<i>Lipaphis</i>		<i>L.erysimi</i>	+	+	-	-	
<i>Macrosiphoniella</i>		<i>Macrosiphoniellasp.</i>	+	-	-	-	
<i>Macrosiphum</i>		<i>M.euphorbiae</i>	+	+	+	+	
	<i>M.rosae</i>	+	+	+	+		

		<i>Megoura</i>	<i>M.viciae</i>	-	-	+	-
		<i>Myzus</i>	<i>M.persicae</i>	+	+	-	-
			<i>Myzus</i> sp.	-	+	-	-
		<i>Nasonovia</i>	<i>N.ribisnigri</i>	-	-	+	-
		<i>Saltusaphis</i>	<i>S.scipus</i>	+	-	-	-
		<i>Tetraneura</i>	<i>T.nigriobdominalis</i>	+	-	-	-
		<i>Uroleucon</i>	<i>U.compositae</i>	-	-	+	-
			<i>U.sonchi</i>	-	-	+	-
Anoeciinae	Anoecini	<i>Anoecia</i>	<i>A.corni</i>	-	-	+	+
Myzocallidinae	Myzocallidini	<i>Myzocallis</i>	<i>M.castanicola</i>	-	-	+	+
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.	+	+	-	-
4	4	22	38	17	18	21	20

+ : présence ; - : absence, ZE: ZEMA ; Dj: Djazera ; Ne: Nelson ; Nié: Niébé.

L'échantillonnage effectué dans les deux variétés d'haricot Zema et Djazera a débuté le 28/09/2018 et a pris fin à la fin des cultures le 01/12/2018. Pour le Niébé et la variété Nelson, l'échantillonnage est étalé du 30/05/2018 à la fin de culture le 27/07/2018. L'analyse de la faune aphidienne dans les quatre parcelles étudiées a révélé l'existence de 38 espèces de pucerons, 17 espèces dans la culture d'haricot variété Zema, 18 espèces dans la variété Djazera, 21 espèces pour la variété Nelson et 20 espèces pour Niébé. Ces espèces sont réparties en quatre sous familles, celle des Aphidinae, Anoeciinae, Myzocallidinae et Pemphiginae, quatre tribus: Aphidini, Macrosiphini, Myzocallidini et Pemphigini et 22 genres.

1.1.3.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces des pucerons ailés récoltées dans les parcelles d'haricot et Niébé.

1.1.3.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons ailés capturés dans les parcelles d'haricot et Niébé durant l'année 2018 est notée dans le tableau 18.

Tableau 18: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des ailés capturés dans les parcelles d'haricot et de Niébé.

Paramètres	2018			
	Zema	Djazera	Nelson	Niébé
a	4	9	7	3
N	11	11	10	10
a/N	0,36	0,82	0,7	0,3

a: Nombre des espèces des 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 d'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensés durant l'année 2018 est proche de 0 dans la parcelle Zema et le Niébé. L'échantillonnage est donc qualifié de bon. Par contre, pour les deux parcelles Djazera et Nelson, cette valeur est proche de 1, ce qui veut dire que l'effort d'échantillonnage est insuffisant.

1.1.3.1. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces de pucerons capturées dans les parcelles de d'haricot et Niébé sont présentés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Richesse totale en espèces aphidiennes dans les trois variétés d'haricot et Niébé.

Variétés	Nombre d'espèces
Zema	17
Djazera	18
Nelson	21
Niébé	20

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, est de 17 espèces pour la culture Zema, 18 espèces pour Djazera, 21 espèces pour Nelson et 20 espèces pour la culture de Niébé.

1.1.3.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons ailés capturés par la méthode de pièges jaunes et pots barber au niveau des trois parcelles d'haricot et le Niébé durant l'année d'étude 2018 sont mentionnés dans le tableau 20.

Tableau 20: Abondances relatives des espèces de pucerons ailés capturés dans les trois variétés d'haricot et la culture de Niébé en 2018.

Espèces	<i>Phaseolus vulgaris</i>						<i>Vigna unguiculata</i>	
	Zema		Djazera		Nelson		Niébé	
	ni	AR%	Ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A.coreopsidis</i>	3	3,9	1	1,3	1	0,97	2	1,48
<i>A.craccivora</i>	0	0	0	0	0	0	2	1,48
<i>A.citricola</i>	0	0	0	0	0	0	3	2,22
<i>A.fabae</i>	2	2,6	1	1,3	6	5,83	3	2,22
<i>A.gossypii</i>	4	5,19	6	7,5	5	4,85	12	8,88
<i>A.nerii</i>	1	1,3	0	0	0	0	0	0
<i>A.verbaschi</i>	1	1,3	1	1,3	8	7,77	0	0
<i>Aphis sp.</i>	3	3,9	2	2,5	0	0	0	0
<i>H.pruni</i>	0	0	1	1,3	1	0,97	0	0
<i>R. maidis</i>	2	2,6	1	1,3	5	4,85	6	4,44
<i>R.padi</i>	4	5,19	9	11	11	10,68	7	5,19
<i>A.solani</i>	2	2,6	0	0	0	0	14	10,37
<i>B.cardui</i>	0	0	3	3,8	3	2,91	2	1,48

<i>B.helichrysi</i>	0	0	2	2,5	4	3,88	12	8,88
<i>B.rumexicolens</i>	0	0	0	0	2	1,94	7	5,19
<i>D.noxia</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>D.plantaginea</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>D.apiiifolia</i>	0	0	0	0	4	3,88	1	0,74
<i>H.foeniculi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,74
<i>H.lactucae</i>	0	0	0	0	17	16,5	33	24,44
<i>H.picridis</i>	0	0	0	0	0	0	2	1,48
<i>L.erysimi</i>	7	9,09	10	13	0	0	0	0
<i>Macrosiphoniella sp.</i>	1	1,3	0	0	0	0	0	0
<i>M.rosae</i>	32	41,56	32	40	3	2,91	2	1,48
<i>M.euphorbiae</i>	4	5,19	2	2,5	19	18,45	13	9,63
<i>M.viciae</i>	0	0	0	0	1	0,97	0	0
<i>M.persicae</i>	4	5,19	1	1,3	2	1,94	3	2,22
<i>Myzus sp.</i>	0	0	1	1,3	0	0	0	0
<i>U.sonchi</i>	0	0	0	0	1	0,97	0	0
<i>U.compositae</i>	0	0	0	0	1	0,97	0	0
<i>N.ribisnigri</i>	0	0	0	0	1	0,97	0	0
<i>S.scipus</i>	4	5,19	0	0	0	0	0	0
<i>T.nigriobdominalis</i>	1	1,3	0	0	0	0	0	0
<i>A.corni</i>	0	0	0	0	7	6,79	9	6,67
<i>M.castanicola</i>	0	0	0	0	1	0,97	1	0,74
<i>Pemphigus sp.</i>	2	2,6	5	6,3	0	0	0	0
26	77	100	80	100	103	100	135	100

ni : Nombre des espèces;AR%: abondance relative

L'espèce la plus capturée dans les deux cultures Zema et Djazera est *M.rosae* avec une fréquence relative de 41,56% et 40% respectivement. Suivi par *L.erysimi* avec une fréquence de 13% pour la culture Djazera et 9,09% pour la culture Zema. Les espèces capturées avec des fréquences très faibles de 1,3% sont : *A.coreopsidis*, *A.fabae*, *A.nerii*, *D.noxia*, *D.plantagineae*, *Macrosiphoniella sp.*, *M.persicae*, *Myzus sp.* et *T.nigriobdominalis*. Les espèces les plus abondantes dans la culture de Nelson sont les espèces *M.euphorbiae*, *H.lactucae*, *R.padi*, *A.verbasci* avec des fréquences relatives de 18,45%, 16,5%, 10,68% et 7,77% respectivement. Les espèces qui montrent une fréquence de 0,97% sont : *A.coreopsidis*, *H.pruni*, *M.viciae*, *U.sonchi*, *U.compositae*, *N.ribisnigri* et *M.castanicola*. Dans la culture de Niébé, les espèces les plus capturées sont *H.lactucae*, *A.solani* et *A.gossypii* avec des abondances relatives de 24,44%, 10,37% et 8,88% respectivement. Les espèces les moins capturées ne représentent que 0,74% des pucerons ailés piégées comme *D.apiiifolia*, *H.foeniculi* et *M.castanicola*.

1.1.3.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les cultures d'haricot sont reportées dans le tableau 21.

Tableau 21 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées sur les trois cultures d'haricot et de Niébé.

Espèces	<i>Phaseolus vulgaris</i>						<i>Vigna unguiculata</i>	
	Zema		Djazera		Nelson		Niébé	
	F.O%	Classe de constance	F.O%	Classe de constance	F.O%	Classe de constance	F.O%	Classe de constance
<i>A.coreopsidis</i>	27,27	Acce	9,09	Acci	10	Acci	20	Acci
<i>A.craccivora</i>	-	-	-	-	-	-	20	Acci
<i>A.citricola</i>	-	-	-	-	-	-	30	Acce
<i>A.fabae</i>	18,18	Acci	9,09	Acci	60	Rég	30	Acce
<i>A.gossypii</i>	36,36	Acce	54,5	Rég	50	Rég	90	Cons
<i>A.nerii</i>	9,091	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>A.verbasci</i>	9,091	Acci	9,09	Acci	80	Cons	-	-
<i>Aphis sp.</i>	27,27	Acce	18,2	Acci	-	-	-	-
<i>H.pruni</i>	-	-	9,09	Acci	10	Acci	-	-
<i>R.maidis</i>	18,18	Acci	9,09	Acci	50	Rég	60	Rég
<i>R.padi</i>	36,36	Acce	81,8	Cons	90	Cons	70	Rég
<i>A.solani</i>	18,18	Acci	-	-	-	-	100	Omni
<i>B.cardui</i>	-	-	27,3	Acce	30	Acce	20	Acci
<i>B.helichrysi</i>	-	-	18,2	Acci	40	Acce	100	Omni
<i>B.rumexicolens</i>	-	-	-	-	20	Acci	70	Rég
<i>D.noxia</i>	-	-	9,09	Acci	-	-	-	-
<i>D.plantaginea</i>	-	-	9,09	Acci	-	-	-	-
<i>D.apiiifolia</i>	-	-	-	-	40	Acce	10	Acci
<i>H.foeniculi</i>	-	-	-	-	-	-	10	Acci
<i>H.lactucae</i>	-	-	-	-	100	Omni	100	
<i>H.picridis</i>	-	-	-	-	-	-	20	Acci
<i>L.erysimi</i>	63,64	Rég	90,9	Cons	-	-	-	-
<i>Macrosiphoniella sp.</i>	9,091	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>M.rosae</i>	100	Omni	100	Omni	30	Acce	20	Acci
<i>M.euphorbiae</i>	36,36	Acce	18,2	Acci	80	Cons	70	Rég
<i>M.viciae</i>	-	-	-	-	10	Acci	-	-
<i>M.persicae</i>	36,36	Acce	9,09	Acci	20	Acci	30	Acce
<i>Myzus sp.</i>	-	-	9,09	Acci	-	-	-	-
<i>U.sonchi</i>	-	-	-	-	10	Acci	-	-
<i>U.compositae</i>	-	-	-	-	10	Acci	-	-
<i>N.ribisnigri</i>	-	-	-	-	10	Acci	-	-
<i>S.scipus</i>	36,36	Acce	-	-	-	-	-	-
<i>T.nigriobdominalis</i>	9,091	Acci	-	-	-	-	-	-
<i>A.corni</i>	-	-	-	-	70	Rég	90	Cons
<i>M.castanicola</i>	-	-	-	-	10	Acci	10	Acci
<i>Pempphigus sp.</i>	18,18	Acci	45,5	Acce	-	-	-	-

Omni: Omniprésente ; Con : Constante ; Acci : Accidentelle ; Acce : Accessoire ; Rég : Régulière.

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des trois parcelles de l'haricot et du Niébé, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont : accessoires, régulières, constances, omniprésentes et accidentelles. L'espèce *M.rosae* (100%) est classée dans la catégorie omniprésente sur les deux variétés de l'haricot Zema et Djazera. L'espèce *H.lactucae* (100%) est omniprésente dans la parcelle Nelson et le Niébé. L'espèce *B.cardui* (100%), *B.helichrysi* (100%) sont omniprésentes dans la parcelle de Niébé. La majorité des espèces telle que *A.fabae*, *A.gossypii*, *A.nerii*, *A. verbasci*, *R.maidis*, *R.padi*, *B.rumexicolens*, *L.erysimi*, *M.euphorbiae* et *A.corni* sont des espèces qui varient entre les classes constance et régulière.

1.1.3.6. 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 (Eq) appliqués aux pucerons ailés capturés dans les trois parcelles d'haricot et de Niébé sont mentionnés dans le tableau 22.

Tableau 22: 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'haricot et la parcelle de Niébé durant l'année 2018.

	<i>Phaseolus vulgaris</i>			<i>Vigna unguiculata</i>
	Zema	Djazera	Nelson	Niébé
H'(bits): Diversité de Shannon	3,19	3,08	3,77	3,66
H'max(bits): Diversité maximale	4,09	4,17	4,39	4,32
Eq: Equitabilité	0,78	0,74	0,86	0,85

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude en 2018 est de 3,19 bits pour la variété Zema et 3,08 bits pour la variété Djazera, 3,77 bits pour la variété Nelson et 3,66 pour la culture de Niébé. La diversité maximale (H' max) varie entre 4,09 et 4,39 bits pour Zema, Djazera, Nelson et Niébé respectivement. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1 ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons capturés.

1.1.3.7. Evolution temporelle des populations des pucerons ailés capturés dans les trois cultures d'haricot et la culture de Niébé en 2018

L'évolution temporelle des populations des pucerons ailés capturés dans les trois cultures de l'haricot et la culture de Niébé en 2018 est présentée dans les figures 68, 69, 70 et 71.

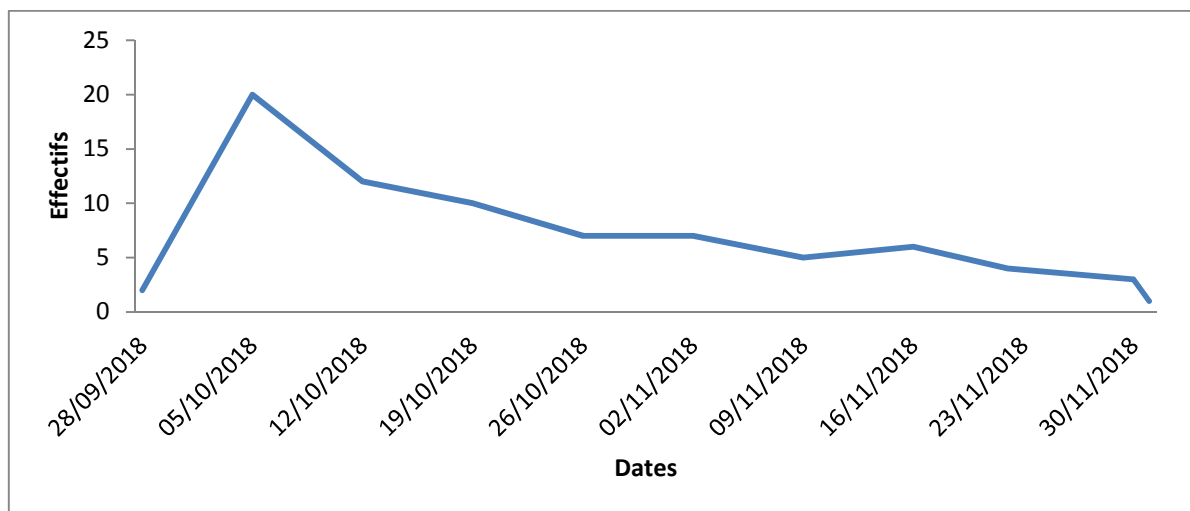


Figure 68: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans laparcelle d’haricot Zema durant l’année 2018.

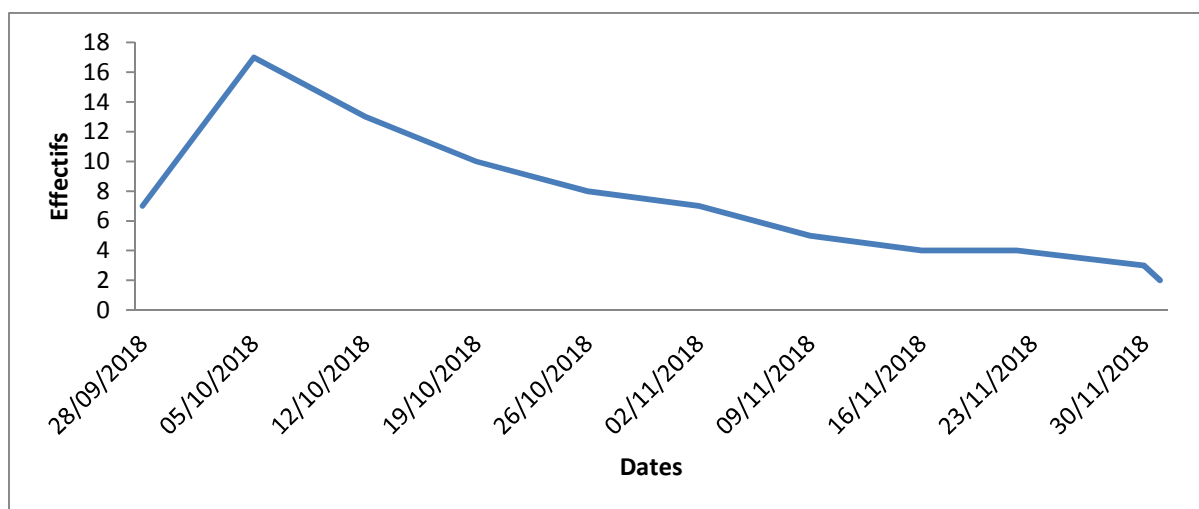


Figure 69 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle d’haricot Djazera durant l’année 2018.

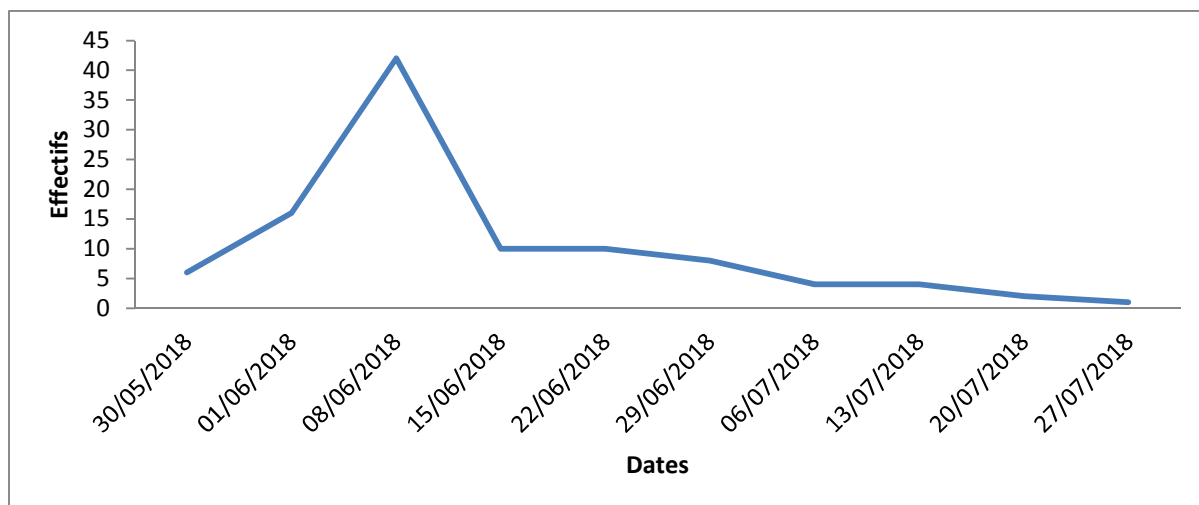


Figure 70: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle d’haricot Nelson durant l’année 2018.

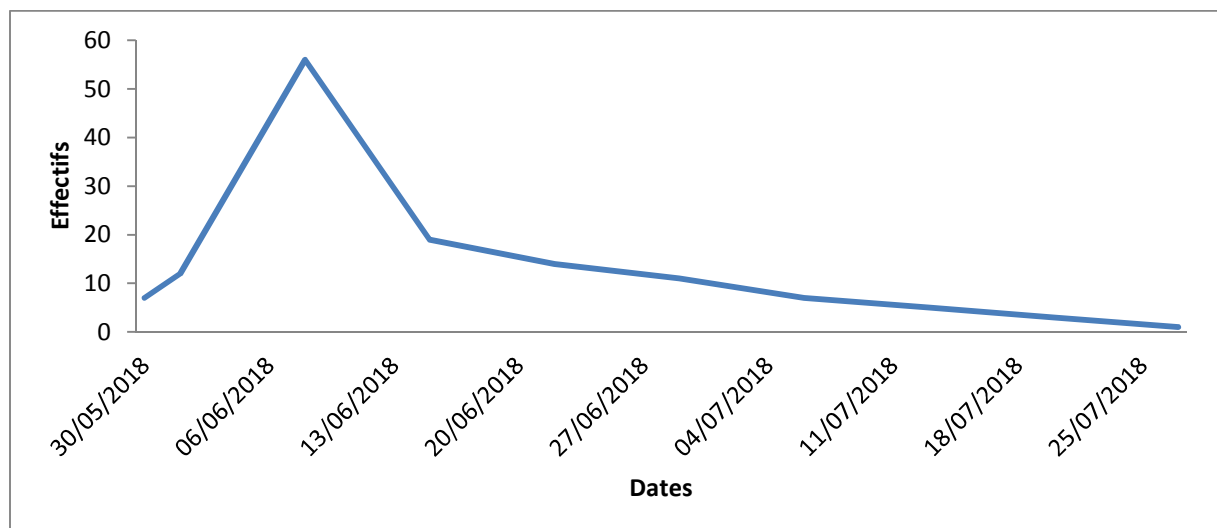


Figure 71: Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la variété Niébé durant l'année 2018.

Les résultats de la figure 68 montrent qu'au mois d'octobre les effectifs de pucerons ailés dans la culture de Zema présentent un pic de 20 individus. Pour la culture de Djazera, un nombre maximal de 17 individus est enregistré au mois d'octobre (Fig. 69). Ces effectifs commencent à diminuer progressivement. Les résultats de la figure 70 montrent qu'au mois de juin les effectifs de pucerons ailés dans la culture de l'haricot variété Nelson présentent un pic de 42 individus. Pour la culture de Niébé, un nombre maximal de 56 individus est enregistré au mois de juin (Fig. 71). Ces effectifs sur les deux cultures commencent à diminuer avec le temps.

1.1.3.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des deux cultures Nelson et Niébé

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de l'haricot variété Nelson et le Niébé dans la région de Naciria, en 2018 sont illustrés dans les figures 72 et 73.

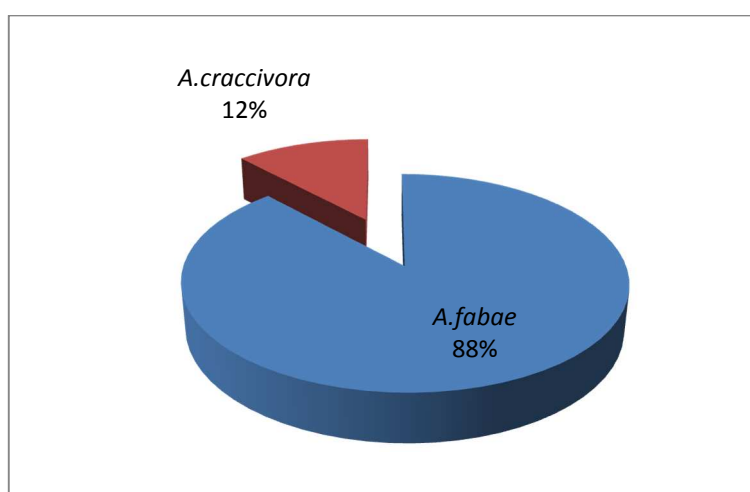


Figure 72: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de culture Nelson dans la région de Naciria en 2018.

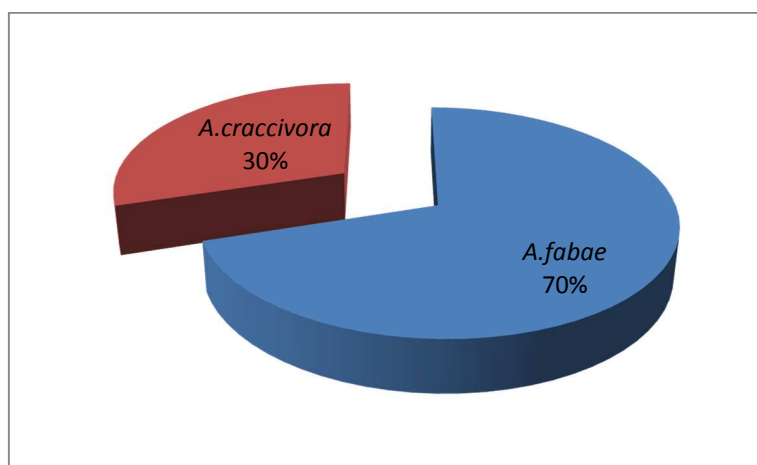


Figure 73 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de culture Niébé dans la région de Naciria en 2018.

Deux espèces de pucerons aptères sont présentes sur les deux cultures Nelson et Niébé sous forme de colonies. L'espèce la plus dominante est *A.fabae* avec une fréquence relative de 88% sur la culture Nelson (Fig.72) et 70% sur la culture Niébé (Fig.73). L'espèce *A.craccivora* présente une fréquence de 12% et 30% respectivement sur les deux cultures Nelson et Niébé.

1.1.3.9. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux cultures Nelson et Niébé

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles de l'haricot variété Nelson et le Niébé en 2018 est illustrée par les figures 74 et 75.

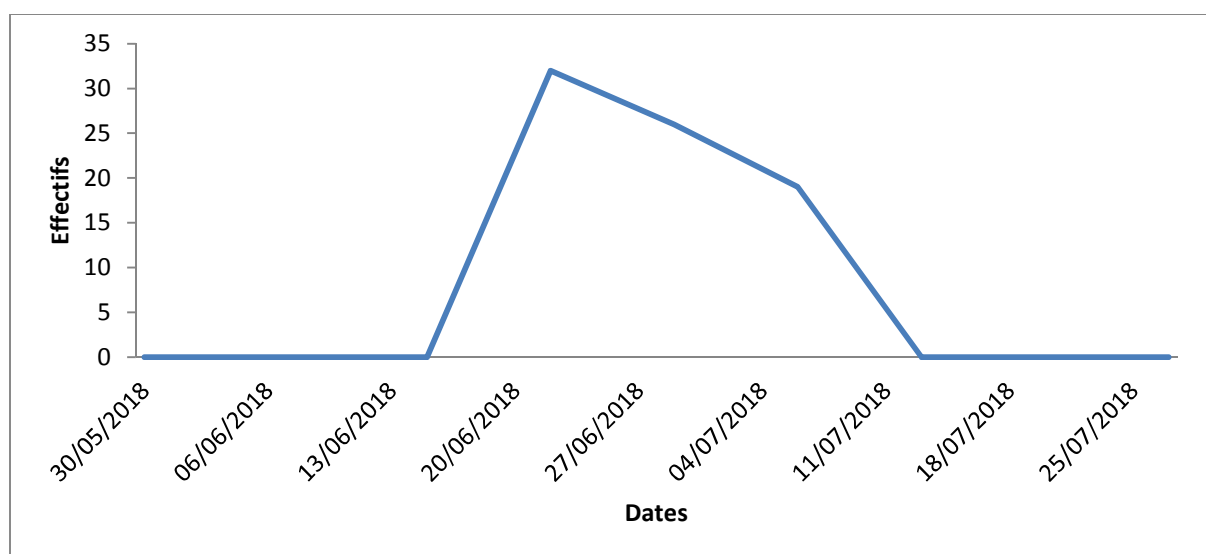


Figure 74: Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété Niébé.

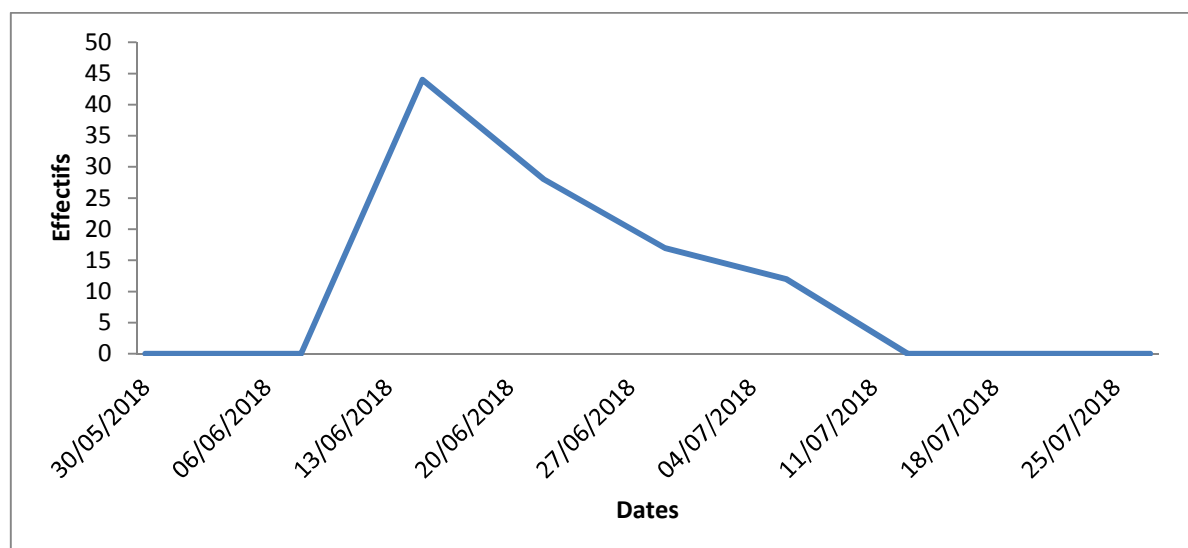


Figure 75 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de la variété de l'haricot variété Nelson.

D'après les résultats des figures 74 et 75, les premières infestations des deux cultures de Nelson et Niébé par les populations de pucerons aptères sont enregistrées au mois de juin, les effectifs de pucerons augmentent jusqu'à atteindre un pic de 44 individus au mois de juin pour la culture Nelson (Fig.75) et 32 individus pour la culture de Niébé (Fig.74). Au mois de juillet, nous observons une diminution progressive des effectifs de pucerons aptères jusqu'à leur disparition sur les deux cultures.

1.1.4. Culture de pois chiche (*Cicer arietinum*)

Les résultats des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de pois chiche durant l'année d'étude 2019, dans la région de Naciria sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 23: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de pois chiche dans la région de Naciria durant l'année 2019.

Sous-Famille	Tribus	Genres	Espèces	Mexicaine	Flip93/93
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A.coreopsidis</i>	+	-
			<i>A.craccivora</i>	+	-
			<i>A.fabae</i>	+	+
			<i>A.gossypii</i>	+	+
			<i>A.verbasci</i>	+	+
		<i>Hyalopterus</i>	<i>H.pruni</i>	+	-
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R.maidis</i>	+	+
			<i>R.padi</i>	+	+
		<i>Shizaphis</i>	<i>S.rotundiventris</i>	+	-
		Macrosphini	<i>Aulacorthum</i>	<i>A.solani</i>	+
	<i>Acyrtosiphon</i>		<i>A.malvae</i>	+	-
			<i>A.pisum</i>	+	+
	<i>Brachycaudus</i>		<i>B.cardui</i>	+	+

			<i>B.helichrysi</i>	+	+
			<i>B.rumexicolens</i>	+	+
		<i>Hydaphis</i>	<i>H.foeniculi</i>	+	+
		<i>Diuraphis</i>	<i>D.noxia</i>	+	+
		<i>Dysaphis</i>	<i>D.apitifolia</i>	-	+
			<i>D.plantagineae</i>	-	+
			<i>D.tulipae</i>	+	+
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>H.picridis</i>	+	+
		<i>Lipaphis</i>	<i>L.erysimi</i>	+	-
		<i>Liosomaphis</i>	<i>L.berberidis</i>	+	-
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M.euphorbiae</i>	+	+
			<i>M.rosae</i>	+	+
		<i>Nasonovia</i>	<i>N.ribisnigri</i>	+	-
		<i>Sitobion</i>	<i>S.avenae</i>	+	-
		<i>Myzus</i>	<i>M.persicae</i>	+	+
			<i>Myzus.sp.</i>	+	-
Anoeciinae	Anoecini	<i>Anoecia</i>	<i>A.corni</i>	+	-
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Chaitophorus</i>	<i>Chaitophorus</i> sp.	+	-
		<i>Saltusphis</i>	<i>S.scipus</i>	+	-
Myzocallidinae	Myzocallidini	<i>Myzocallis</i>	<i>M.castanicola</i>	-	+
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.	-	+
5	6	22	34	30	21

+ : présence ; - : absence

L'échantillonnage est effectué dans les parcelles des deux variétés de pois chiche Flip 93/93 et Mexicaine durant la période allant du 03/05/2019 au 05/07/2019. L'analyse de la faune aphidienne dans les deux parcelles étudiées a révélé l'existence de 34 espèces de pucerons durant l'année d'étude, 21 espèces dans la culture Flip 93/93 et 30 espèces dans la culture Mexicaine. Ces espèces sont réparties en cinq sous familles, celle des Aphidinae, Anoeciinae, Chaitophorinae, Myzocallidinae et Pemphiginae distribués en 6 tribus et 22 genres.

1.1.4.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces des pucerons ailés récoltés dans les deux parcelles de pois chiche.

1.1.4.2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces des pucerons ailés capturés dans les deux parcelles de pois chiche durant l'année 2019 est notée dans le tableau 24.

Tableau 24 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des ailés capturés sur le pois chiche.

Paramètres	2019	
	Flip93/93	Mexicaine
a	3	9
N	10	10
a/N	0,3	0,9

a : Nombre des espèces des aphids 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 d'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensés est proche de 1 au niveau de la parcelle de variété Mexicaine. Cela signifie que la qualité de l'échantillonnage n'est pas bonne Pour la variété Flip 93/93, cette valeur se rapproche de 0. L'effort d'échantillonnage est suffisant.

1.1.4.3. Richesse totale

Les valeurs de la richesse totale des pucerons des deux variétés de pois chiche sont mentionnées dans le tableau 25.

Tableau 25: Richesse totale en espèces culture de pois chiche.

Variétés	Nombred'espèces
Flip 93/93	21
Mexicaine	30

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, est de 21 espèces pour la culture Flip 93/93 et 30 espèces pour la Mexicaine.

1.1.4.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons ailés capturés par la méthode de pièges jaunes et pot barber dans les deux parcelles de pois chiche durant les l'année d'étude 2019 sont mentionnés dans le tableau 26.

Tableau 26: Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les deux variétés de pois chiche en 2019.

Espèces	Flip93/93		Mexicaine	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>A.craccivora</i>	0	0	27	7,941
<i>A.fabae</i>	19	9	24	7,059
<i>A.gossypii</i>	7	3,3	56	16,47
<i>A.verbasci</i>	1	0,5	6	1,765
<i>A.coreopsidis</i>	0	0	6	1,765
<i>H.pruni</i>	0	0	2	0,588
<i>R.maidis</i>	33	16	13	3,824
<i>R.padi</i>	32	15	90	26,47
<i>S.rotundiventris</i>	0	0	1	0,294
<i>A.solani</i>	2	0,9	17	5
<i>A.malvae</i>	0	0	2	0,588
<i>B.cardui</i>	4	1,9	3	0,882
<i>B.helichrysi</i>	6	2,8	11	3,235
<i>B.rumexicolens</i>	8	3,8	2	0,588
<i>H.foeniculi</i>	3	1,4	1	0,294
<i>D.noxia</i>	5	2,4	2	0,588
<i>D.tulipae</i>	5	2,4	1	0,294
<i>D.apüifolia</i>	2	0,9	0	0

<i>D.plantagina</i>	1	0,5	1	0,294
<i>A.pisum</i>	21	9,9	37	10,88
<i>H.picridis</i>	22	10	1	0,294
<i>L.erysimi</i>	0	0	1	0,294
<i>L.berberidis</i>	0	0	2	0,588
<i>M.euphorbiae</i>	22	10	10	2,941
<i>M.rosae</i>	9	4,2	10	2,941
<i>N.ribisnigri</i>	0	0	2	0,588
<i>S.avenae</i>	0	0	2	0,588
<i>M.persicae</i>	7	3,3	5	1,471
<i>Mizus sp.</i>	0	0	1	0,294
<i>A.corni</i>	0	0	1	0,294
<i>Chaitophorus sp.</i>	0	0	1	0,294
<i>S.scipus</i>	0	0	2	0,588
<i>M.castanicola</i>	1	0,5	0	0
<i>Pemphigus sp.</i>	2	0,9	0	0
21	212	100	340	100

ni : Nombre des espèces;AR%: abondance relative

En 2019, les espèces les plus capturées dans les deux cultures sont *R.maidis*, *R.padi*, *A.pisum* et *A.fabae* avec des fréquences relatives de 16%, 15%, 9,9% et 9% respectivement pour la culture Flip 93/93. Pour la variété Mexicaine ces fréquences sont de 16,47 % pour *R.padi*, 16,47% pour *A.gossypii* et 10,88% pour *A.pisum*. Les espèces qui présentent des abondances relatives plus faibles de 0,5% sur la culture de Flip93/93 sont : *A.verbaschi*, *D.plantagineae* et *M.castanicola*. Sur la culture Mexicaine, les espèces qui présentent des fréquences de 0,29% sont *S.rotundiventris*, *H.foeniculi*, *D.tulipae*, *D.plantagineae*, *H.picridis*, *L.erysimi*, *Myzus sp.*, *A.corni* et *Chaitophorus sp.*

1.1.4.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les deux cultures de pois chiche sont reportées dans le tableau 27

Tableau 27 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées sur les deux cultures de pois chiche.

Espèces	Flip93/93		Mexicaine	
	F.O%	Classe de constance	F.O%	Classe de constance
<i>A.craccivora</i>	-	-	100	Omniprésente
<i>A.fabae</i>	100	Omniprésente	90	Constante
<i>A.gossypii</i>	70	Régulière	60	Régulière
<i>A.verbaschi</i>	10	Accidentelle	90	Constante
<i>A.coreopsidis</i>	-	-	60	Régulière
<i>H.pruni</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>R.maidis</i>	90	Constante	80	Constante

<i>R.padi</i>	80	Constante	100	Omniprésente
<i>S.rotundiventris</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>A.solani</i>	20	Accidentelle	60	Régulière
<i>A.malvae</i>	-		20	Accidentelle
<i>B.cardui</i>	40	Accessoire	30	Accessoire
<i>B.helichrysi</i>	60	Régulière	50	Régulière
<i>B.rumexicolens</i>	80	Constante	20	Accidentelle
<i>H.foeniculi</i>	30	Accessoire	10	Accidentelle
<i>D.noxia</i>	50	Régulière	20	Accidentelle
<i>D.tulipae</i>	50	Régulière	10	Accidentelle
<i>D.apiiifolia</i>	20	Accidentelle	0	
<i>D.plantagineae</i>	10	Accidentelle	10	Accidentelle
<i>A.pisum</i>	70	Régulière	100	Omniprésente
<i>H.picridis</i>	70	Régulière	10	Accidentelle
<i>L.erysimi</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>L.berberidis</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>M.euphorbiae</i>	80	Constante	100	Omniprésente
<i>M.rosae</i>	90	Constante	100	Omniprésente
<i>N.ribisnigri</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>S.avenae</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>M.persicae</i>	70	Régulière	50	Régulière
<i>Mizus sp.</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>A.corni</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>Chaitophorus sp.</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>S.scipus</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>M.castanicola</i>	10	Accidentelle	-	-
<i>Pemphigus sp.</i>	20	Accidentelle	-	-

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des deux parcelles de pois chiche, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont : omniprésentes, constantes, régulières, accidentelles et accessoires.

En 2019, sur les cultures de pois chiche, l'espèce *A.fabae* (100%) est classée dans la catégorie omniprésente sur la variété Flip 93/93, sur cette culture les espèces de la catégorie constante sont : *R.maidis*(90%), *R.padi*(80%), *B.rumexicolens*(80%), *M.euphorbiae*(80%), *M.rosae*(90%). Pour la variété Mexicaine, 5 espèces sont classées comme omniprésentes : *A.craccivora*(100%),*R.padi*(100%), *A.pisum*(100%), *M.euphorbiae*(100%) et *M.rosae*(100%). Les espèces constantes sont : *A.fabae*(90%),*A.verbasici*(90%) et *R.maidis*(80%).

1.1.4.6. Indices écologiques de structure

Les résultats 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 pois chiche durant l'année d'étude 2019 sont présentés dans le tableau 28.

Tableau 28: 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 depuis chiche durant l'année 2019.

	Flip93/93	Mexicaine
H'(bits):Diversité de Shannon	3,74	3,63
H'max(bits):Diversité maximale	4,39	4,96
Eq:Equitabilité	0,85	0,75

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude 2019, est de 4,74 bits pour la variété Flip 93/93 et 3,63 bits pour la variété Mexicaine. La diversité maximale (H'_{max}) est de 4,39 et 4,96 bits pour les variétés Flip 93/93 et Mexicaine respectivement. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

1.1.4.7. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les deux cultures de pois chiche

Les résultats de l'évolution temporelle de populations des pucerons ailés capturés dans les deux cultures de pois chiche en 2019 sont présentés dans les figures 76 et 77.

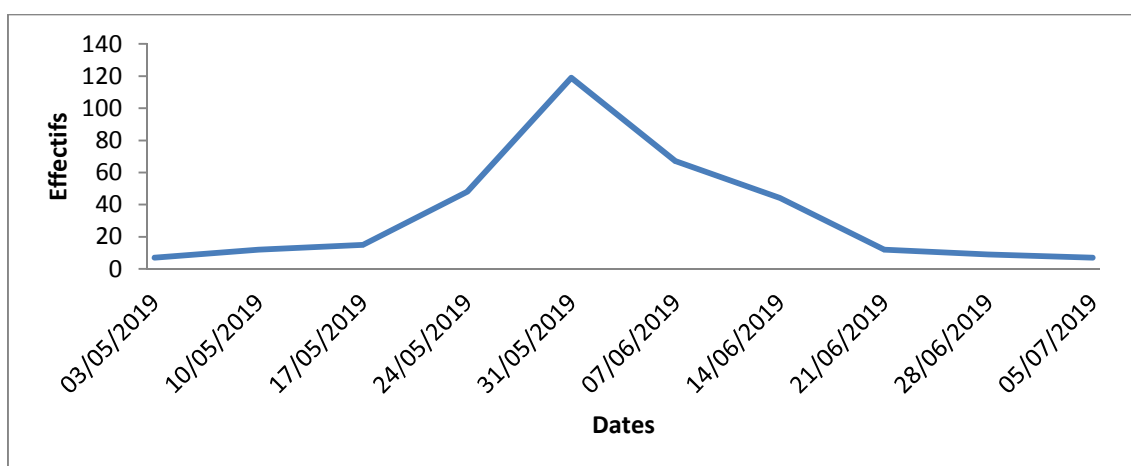


Figure 76: Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de pois chiche variété Mexicaine durant l'année 2019.

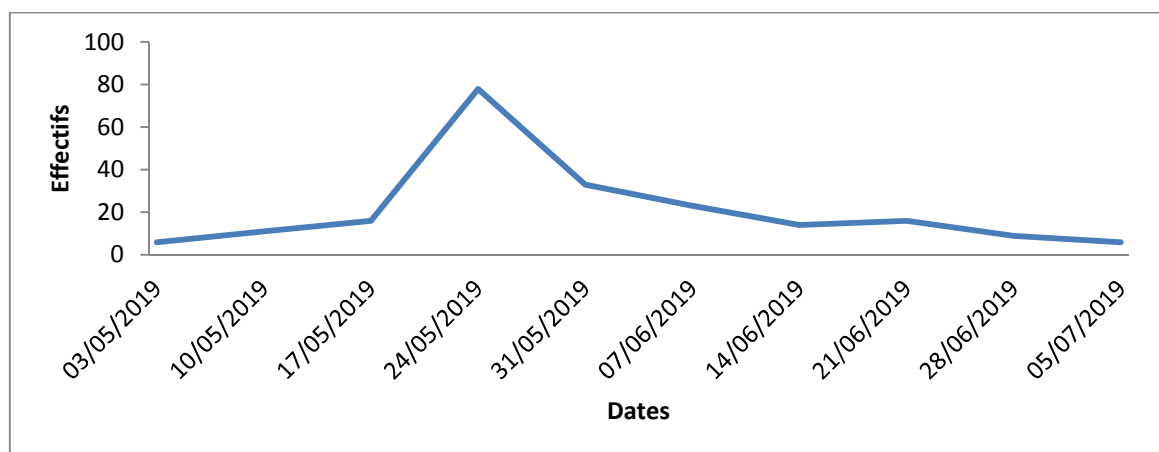


Figure 77: Courbe de vol des pucerons ailés piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de pois chiche variété Flip 93/93 durant l'année 2019.

D'après les résultats des figures 76 et 77, nous constatons que l'effectif des pucerons ailés augmente du début du mois de mai jusqu'à atteindre un pic de 119 individus le 31/05/2019, pour la culture de Mexicaine (Fig. 76) et un pic de 78 individus le 24/05/2019 pour la culture Flip93/93 (Fig. 77). A partir du début du mois de juin jusqu'au mois de juillet nous constatons une chute dans le nombre des individus de pucerons.

1.1.4.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de pois chiche étudiées

Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces des pucerons installées sur les feuilles de pois chiche dans la région de Naciria (Boumerdes) durant l'année d'étude 2019 sont illustrés dans les figures 78 et 79.

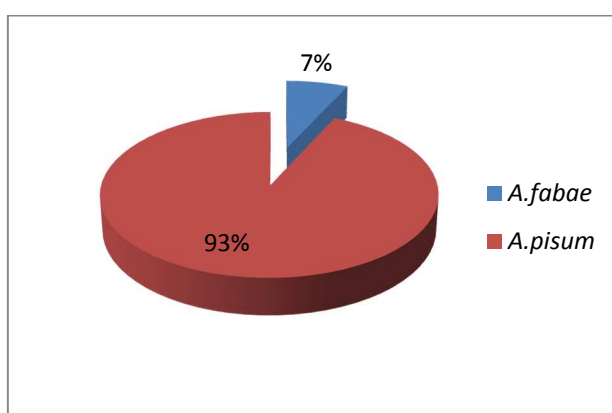


Figure 78 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pois chiche variété Mexicaine dans la région de Naciria en 2019.

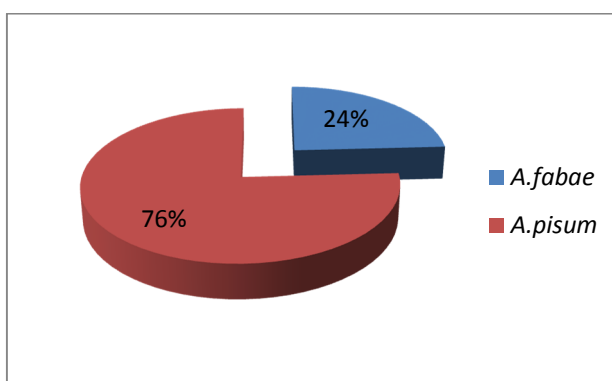


Figure 79 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de pois chiche variété Flip93/93 dans la région de Naciria en 2019.

Durant l'année 2019, deux espèces de pucerons aptères sont recensées sur les feuilles des deux variétés de pois chiche. L'espèce la plus fréquente sur les deux cultures est *A. pisum* avec des fréquences de 93% pour la variété Mexicaine et 76% (Fig. 78) pour la variété Flip 93/93 (Fig. 79). La moins dominante est l'espèce *A. fabae* avec des abondances relatives de 7% pour la culture Mexicaine et 24% pour la variété Flip 93/93.

1.1.4.9. Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux variétés de pois chiche durant l'année 2019.

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux variétés de pois chiche en 2019 est illustrée par les figures 80 et 81.

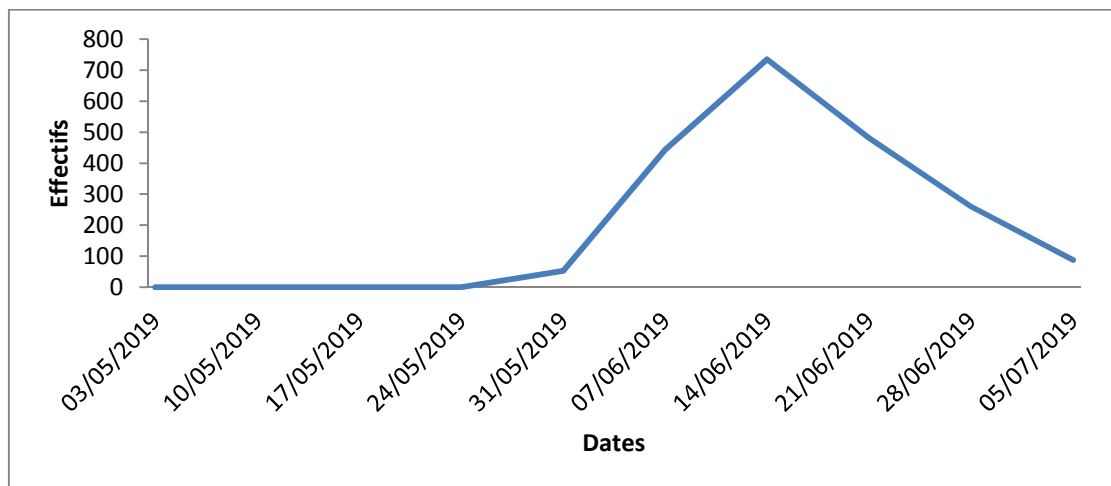


Figure 80: Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de pois chiche variété Mexicaine en 2019.

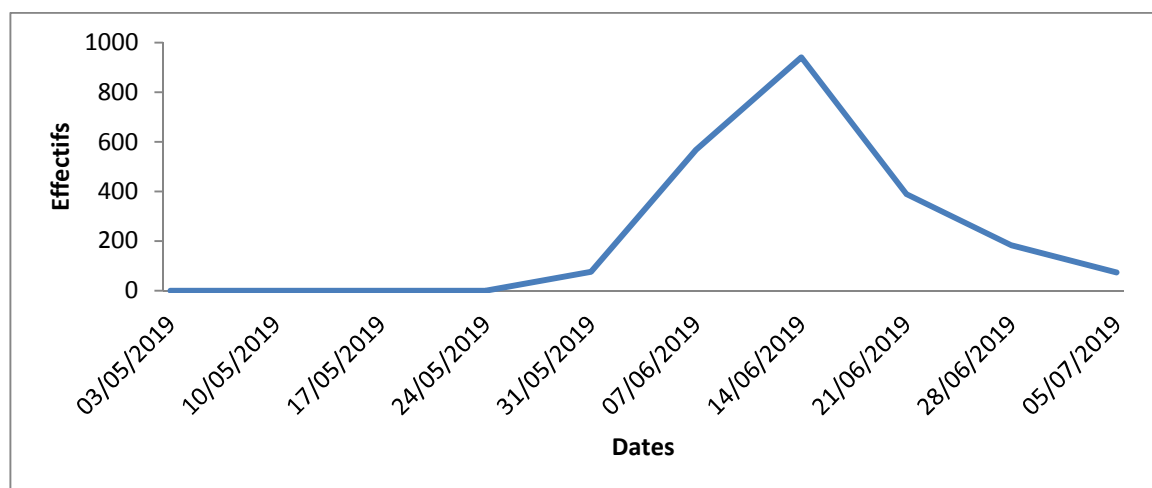


Figure 81: Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de pois chiche variété Flip 93/93 en 2019.

D'après les résultats présentés dans les figures 80 et 81, nous observons que les premières infestations des deux cultures de pois chiche par les pucerons aptères est notée à la fin du mois de Mai 2019, les effectifs de pucerons augmentent jusqu'à atteindre un pic de 940 individus le 14 juin 2019 sur la culture de Flip93/93 (Fig. 81) et de 735 individus sur la culture Mexicaine (Fig. 80), puis une diminution progressive dans le nombre des pucerons aptères est observée.

1.1.5. Culture de lentille (*Lens culinaris*)

Les résultats de l'inventaire des espèces aphidiennes capturées dans les deux parcelles de lentille sont présentés dans le tableau 29.

Tableau29: Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de lentille dans la région de Naciria(Boumerdes).

Sous-Familles	Tribus	Genres	Especies	Syrie	Corail	
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>Aphis</i> sp.	+	+	
			<i>A.fabae</i>	+	+	
			<i>A.gossypii</i>	+	+	
			<i>A.coreopsidis</i>	+	+	
			<i>A.craccivora</i>	+	+	
			<i>A.citricola</i>	+	-	
			<i>A.verbasci</i>	+	-	
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R.padi</i>	+	+	
			<i>R.maidis</i>	+	+	
		<i>Schizaphis</i>	<i>S.gramineum</i>	+	+	
		<i>Melanaphis</i>	<i>M.sacchhari</i>	+	+	
		Macrosphini	<i>Brachycaudus</i>	<i>B.rumexicolens</i>	+	+
				<i>B.cardui</i>	+	-
				<i>B.helichrysi</i>	+	+
	<i>Brevicoryne</i>		<i>B.brassicae</i>	-	+	
	<i>Acyrtosiphon</i>		<i>A.pisum</i>	+	-	
	<i>Capitophorus</i>		<i>Capitophorus</i> sp.	-	+	
	<i>Hyperomyzus</i>		<i>H.lactucae</i>	+	+	
			<i>H.picridis</i>	+	+	
			<i>Hyperomyzus</i> sp.	-	+	
	<i>Hydaphis</i>		<i>H.foeniculi</i>	+	+	
	<i>Cavariella</i>		<i>Cavariella</i> sp.	-	+	
			<i>C.aegopodii</i>	-	+	
	<i>Dysaphis</i>		<i>D.plantaginae</i>	+	+	
	<i>Diuraphis</i>		<i>D.noxia</i>	+	+	
	<i>Sitobion</i>		<i>S.avenae</i>	-	+	
	<i>Saltusaphis</i>		<i>S.scipus</i>	+	-	
	<i>Nasonovia</i>		<i>N.ribisnigri</i>	-	+	
	<i>Myzus</i>		<i>M.persicae</i>	+	+	
			<i>Myzus</i> sp.	+	-	
			<i>M.ascolanicus</i>	-	+	
	<i>Macrosiphum</i>	<i>M.euphorbiae</i>	+	+		
		<i>M.rosae</i>	-	+		
<i>Uroleucon</i>	<i>Uroleucon</i> sp.	-	+			
	<i>U.compositae</i>	+	+			
<i>Wahlgreniella</i>	<i>W.nervata</i>	+	+			
<i>Rhodobium</i>	<i>R.porosum</i>	-	+			
Chaitophorinae	Atheroidini	<i>Sipha</i>	<i>S.maydis</i>	+	+	
Pemphiginae	Fordini	<i>Smynthurodes</i>	<i>S.betae</i>	+	-	
	Pemphigini	<i>Pemphigus</i>	<i>Pemphigus</i> sp.	+	+	
3	5	24	40	29	33	

+ : présence ; - : absence

L'échantillonnage effectué dans les deux variétés de lentille en 2019a débuté le 03/05/2019 et a pris fin le 05/07/2019. L'analyse de la faune aphidienne dans les deux parcelles étudiées a révélé l'existence de 40 espèces de pucerons, 29 espèces dans la variété Syrie et 33 espèces dans la variété Corail. Ces espèces sont réparties en trois sous familles, celles des Aphidinae, des Chaitophorinae et des Pemphiginae, distribués en 5 tribus et 24 genres.

1.1.5.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons ailés récoltés.

1.1.5.2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces des pucerons ailés capturés dans les parcelles de lentille durant l'année 2019, est notée dans le tableau 30.

Tableau 30: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons ailés capturés dans les deux variétés de lentille.

Paramètres	2019	
	Syrie	Corail
a	3	1
N	10	10
a/N	0,3	0,1

a : Nombre des espèces des aphids 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 d'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces de pucerons ailés recensées durant l'année 2019 est proche de 0, l'effort d'échantillonnage est donc bon.

1.1.5.3. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces capturées sur les variétés de lentille sont présentés dans le tableau 31.

Tableau 31 : Richesse totale en espèces aphidiennes capturées dans les deux cultures de lentille.

Variétés	Nombre d'espèces
Syrie	29
Corail	33

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, est de 29 espèces pour la culture de lentille variété Syrie et de 33 espèces pour la variété Corail.

1.1.5.4. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les effectifs et les fréquences relatives des espèces de pucerons capturés par la méthode de pièges jaunes et pot Barber durant l'année d'étude 2019, sont mentionnés dans le tableau 32.

Tableau 32 : Abondances relatives des espèces des pucerons ailés capturés dans les deux variétés de lentille.

Espèces	Syrie		Corail	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>Aphis</i> sp.	8	2,48	23	8,17
<i>A.fabae</i>	19	5,90	42	14,89
<i>A.gossypii</i>	13	4,04	24	8,51
<i>A.coreopsidis</i>	6	1,86	7	2,48
<i>A.craccivora</i>	11	3,42	14	4,96
<i>A.spiraecola</i>	1	0,31	0	0
<i>A.verbasci</i>	1	0,31	0	0
<i>R.padi</i>	56	17,39	31	10,99
<i>R.maidis</i>	29	9,01	30	10,64
<i>S.gramineum</i>	1	0,31	1	0,35
<i>M.sacchari</i>	2	0,62	0	0
<i>B.rumexicolens</i>	1	0,310	7	2,48
<i>B.cardui</i>	1	0,31	0	0
<i>B.helichrysi</i>	7	2,17	14	4,96
<i>B.brassicae</i>	0	0	2	0,71
<i>A.pisum</i>	53	16,46	0	0
<i>Capitophorus</i> .sp.	0	0	1	0,35
<i>H.lactucae</i>	14	4,35	18	6,38
<i>H.picridis</i>	3	0,93	2	0,71
<i>Hyperomyzus</i> sp.	0	0	2	0,71
<i>H.foeniculi</i>	1	0,31	1	0,35
<i>Cavariella</i> sp.	0	0	2	0,71
<i>C.aegopodii</i>	0	0	1	0,35
<i>D.plantagineae</i>	1	0,310	4	1,42
<i>D.noxia</i>	1	0,31	5	1,77
<i>S.avenae</i>	0	0	1	0,35
<i>S.scipus</i>	3	0,93	0	0
<i>N.ribisnigri</i>	0	0	1	0,35
<i>M.persicae</i>	4	1,24	15	5,32
<i>Myzus</i> sp.	2	0,62	0	0
<i>M.ascolanicus</i>	0	0	1	0,35
<i>M.euphorbiae</i>	78	24,22	23	8,16
<i>M.rosae</i>	0	0	2	0,71
<i>Uroleuco</i> sp.	0	0	1	0,35
<i>U.compositae</i>	1	0,31	1	0,35
<i>W.nervata</i>	1	0,31	2	0,71
<i>R.porosum</i>	0	0	1	0,35
<i>S.maydis</i>	2	0,62	1	0,35
<i>S.betae</i>	1	0,31	0	0
<i>Pemphigus</i> sp.	1	0,31	2	0,71
30	322	100	282	100

ni : Nombre des espèces;AR%: abondance relative

En 2019, dans la culture Syrie les espèces *M.euphorbiae* et *A.pisum* représentent 24,22% et 16,46% respectivement des espèces de pucerons ailés capturées. Les espèces qui montrent des fréquences très faibles de 0,31% sont : *A.citricola*, *A.verbasici*, *S.gramineum*, *B.rumexicolens*, *H.picridis*, *H.foeniculi*, *D.plantagineae*, *D.noxia*, *U.compositae*, *W.nervata*, *S.betae* et *Pemphigus* sp.

Dans la culture Corail, les espèces *A.fabae*, *R.maidis*, *M.euphorbiae* et *Aphis* sp. présentent des fréquences de 14,89%, 8,16 %, 8,17% et 8,17% respectivement. Les espèces qui ont des faibles fréquences de 0,35% sont : *S.gramineum*, *Capitophorus* sp., *H.foeniculi*, *C.aegopodii*, *S.avena*, *N.ribisnigri*, *M.ascolanicus*, *Uroleucon* sp, *U.compositae*, *R.porosum* et *S.maidis*.

1.1.5.5. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées dans les deux cultures de lentille sont reportés dans le tableau 33.

Tableau 33 : Fréquences d'occurrences des espèces aphidiennes capturées sur les deux cultures de lentille.

Espèces	Syrie		Corail	
	F.O%	Classe de constance	F.O %	Classe de constance
<i>Aphis</i> sp.	80	Constante	40	Accessoire
<i>A.fabae</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>A.gossypii</i>	80	Constante	70	Régulière
<i>A.coreopsidis</i>	60	Régulière	70	Régulière
<i>A.craccivora</i>	70	Régulière	80	Constante
<i>A.spiraecola</i>	10	Accidentelle	-	-
<i>A.verbasici</i>	10	Accidentelle	-	-
<i>R.padi</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>R.maidis</i>	90	Constante	90	Constante
<i>S.gramineum</i>	10	Accidentelle	10	Accidentelle
<i>M.sacchhari</i>	20	Accidentelle	-	-
<i>B.rumexicolens</i>	10	Accidentelle	70	Régulière
<i>B.cardui</i>	10	Accidentelle	-	-
<i>B.helichrysi</i>	70	Régulière	70	Régulière
<i>B.brassicae</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>A.pisum</i>	100	Omniprésente	-	-
<i>Capitophorus</i> sp.	-	-	10	Accidentelle
<i>H.lactucae</i>	70	Régulière	70	Régulière
<i>H.picridis</i>	30	Accessoire	20	Accidentelle
<i>Hyperomyzus</i> sp.	-	-	20	Accidentelle
<i>H.foeniculi</i>	10	Accidentelle	10	Accidentelle
<i>Cavariella</i> sp.	-	-	20	Accidentelle
<i>C.aegopodii</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>D.plantagineae</i>	10	Accidentelle	40	Accessoire
<i>D.noxia</i>	10	Accidentelle	50	Régulière

<i>S.avenae</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>S.scipus</i>	30	Accessoire	-	-
<i>N.ribisnigri</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>M.persicae</i>	40	Accessoire	80	Constante
<i>Myzus</i> sp.	20	Accidentelle	0	-
<i>M.ascolanicus</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>M.euphorbiae</i>	100	Omniprésente	100	Omniprésente
<i>M.rosae</i>	-	-	20	Accidentelle
<i>Uroleucosp.</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>U.compositae</i>	10	Accidentelle	10	Accidentelle
<i>W.nervata</i>	10	Accidentelle	20	Accidentelle
<i>R.porosum</i>	-	-	10	Accidentelle
<i>S.maydis</i>	20	Accidentelle	10	Accidentelle
<i>S.betae</i>	10	Accidentelle	-	-
<i>Pemphigus</i> sp.	10	Accidentelle	20	Accidentelle

Dans les cultures de lentille, en 2019, les espèces aphidiennes sont réparties en 5 catégories : omniprésentes, constantes, régulières, accidentelles et accessoires. Trois espèces sont classées comme omniprésentes sur les deux variétés de lentille Syrie et Corail à savoir : *A.fabae* (100%), *R.padi*(100%) et *M.euphorbiae*(100%). Les espèces qui varient entre constantes et régulières sur les deux variétés sont : *A.gossypii*, *A.craccivora*, *R.maidis*, *B.rumexicolens*, *H.lactucae* et *M.persicae*

1.1.5.6. Indices écologiques de structure

Les résultats des indices écologiques de structures des espèces de pucerons capturés dans les deux parcelles de lentille durant l'année d'étude sont présentés dans le tableau 34.

Tableau 34: 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 lentille durant l'année 2019.

	Syrie	Corail
H'(bits):Diversité de Shannon	3,50	3,29
H'max(bits):Diversité maximale	4,91	5
Eq:Équitabilité	0,71	0,66

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé durant l'année d'étude est de 3,50 bits pour la variété Syrie et 3,29 bits pour la variété Corail. La diversité maximale (H'max) est de 4,91 et 5 bits pour la variété Syrie et Corail respectivement. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, elle traduit donc un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

1.1.5.7. Evolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les deux cultures de lentille

L'évolution temporelle des populations de pucerons ailés capturés dans les deux cultures de lentille en 2019 est présentée dans les figures 82 et 83.

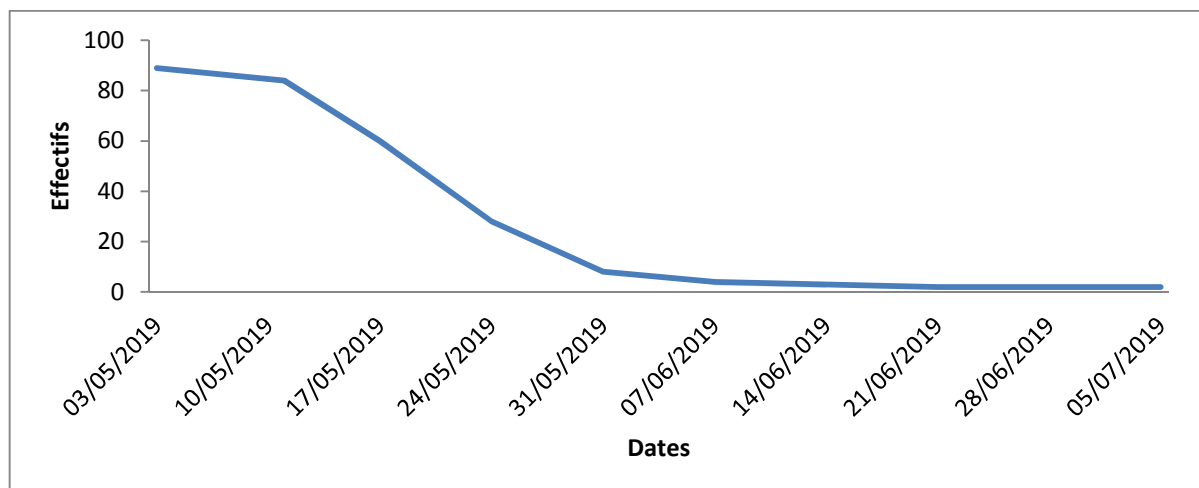


Figure 82 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de lentille variété Corail en 2019.

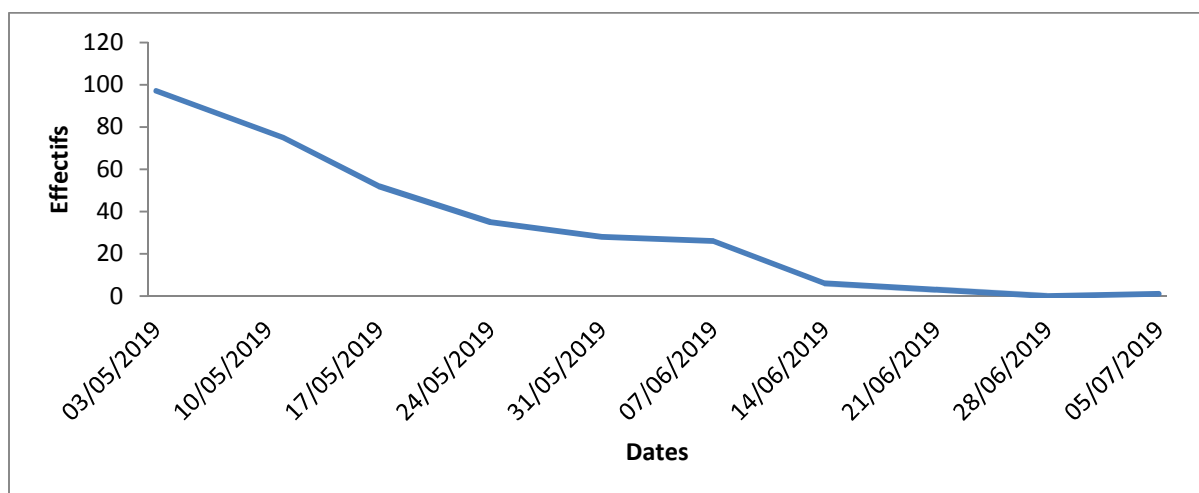


Figure 83 : Courbe de vol des pucerons piégés par les pièges jaunes et pots barber dans la parcelle de lentille variété Syrie en 2019.

Selon les résultats des figures 82 et 83, le nombre des pucerons ailés est d'une valeur maximale au début du mois de Mai qui est de 89 individus pour la culture de Corail et de 97 individus pour la culture de Syrie. Puis nous constatons une diminution progressive du nombre de pucerons ailés jusqu'à atteindre 0 en juillet.

1.1.5.8. Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles des cultures de lentille étudiées

Les résultats de dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de lentille dans la région de Naciria (Boumerdes), durant l'année d'étude 2019 sont illustrés dans les figures 84 et 85.

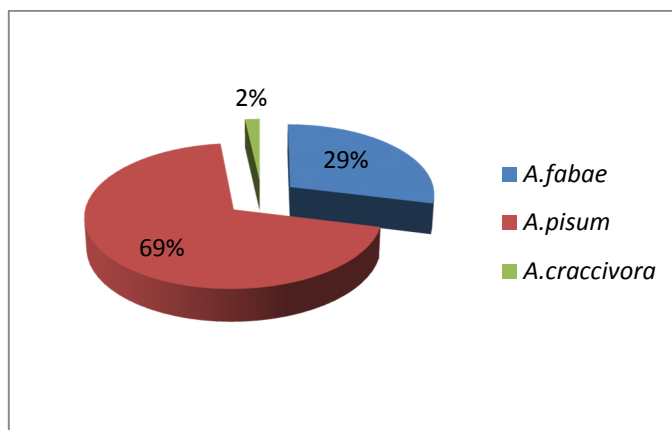


Figure 84: Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de lentille variété Corail dans la région de Naciria en 2019.

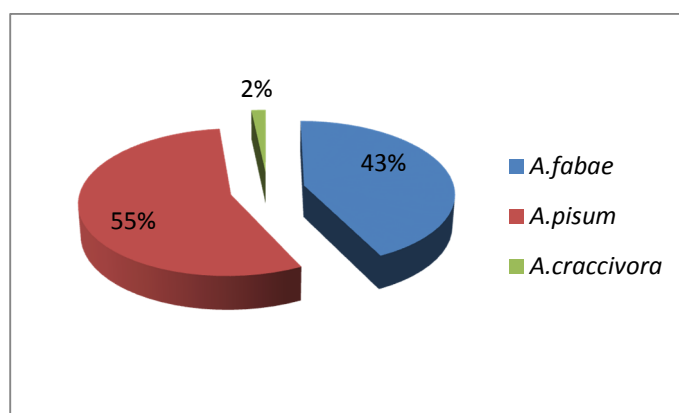


Figure 85 : Abondance relative des espèces de pucerons installées sur les feuilles de lentille variété Syrie dans la région de Naciria en 2019.

Durant l'année 2019, trois espèces de pucerons aptères sont capturées sous forme de colonies sur les feuilles des deux variétés de lentille Corail et Syrie. L'espèce la plus dominante sur les deux cultures est *A.pisum* avec une abondance relative de 69% pour la culture Corail (Fig.84) et 55% pour la Syrie (Fig.85), suivi par l'espèce *A.fabae* avec une fréquence de 29% sur la variété Corail et 43% sur la variété Syrie. L'espèce *A.craccivora* présente des fréquences plus faibles de 2% au niveau des deux cultures.

1.1.5.8. Evolution temporelle de population globale des pucerons aptères installés sur les feuilles des deux variétés de lentille durant l'année 2019.

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

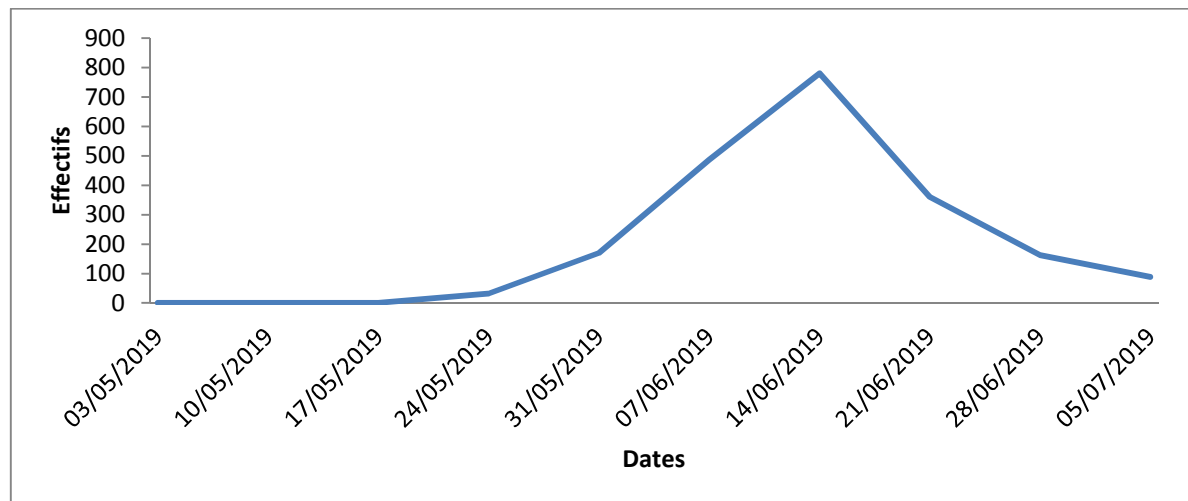


Figure 86 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de variété Corail en 2019.

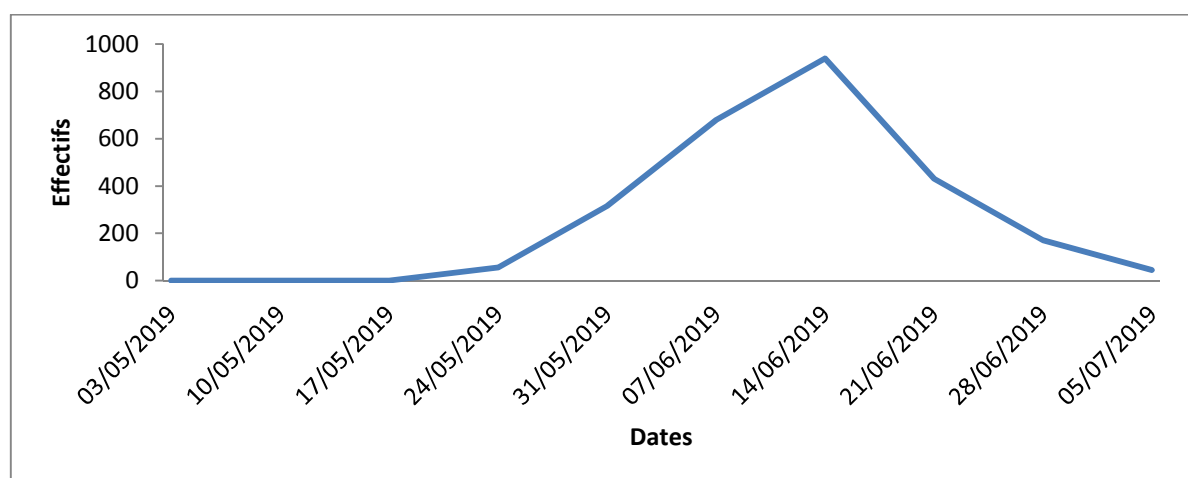


Figure 87 : Evolution temporelle des pucerons aptères présents sur les plants de variété Syrie en 2019.

D'après les résultats des figures 87 et 88, nous constatons que les premières infestations par les pucerons aptères sur les deux cultures de lentille sont apparues au mois de Mai 2019. Le nombre des aptères sur les deux cultures augmentent jusqu'à atteindre un pic de 940 individus sur la culture Syrie (Fig. 87) et de 780 individus sur la culture de Corail (Fig. 86).

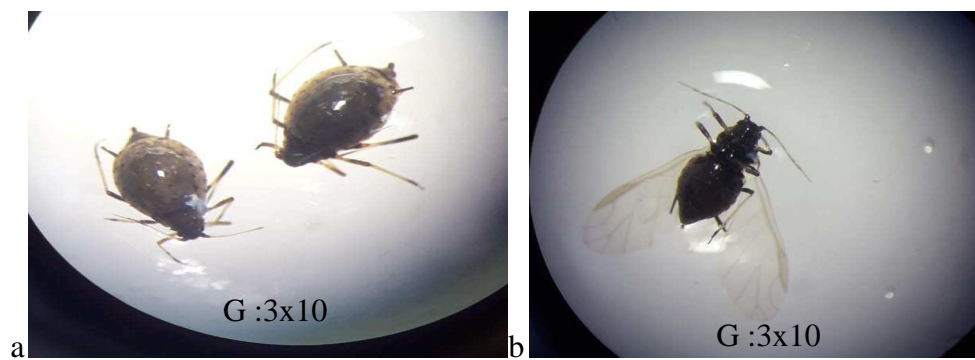


Figure88: Morphologie des aphides :*Aphis fabae*(Originale, 2019).

- a- Forme aptère
- b- Forme ailée

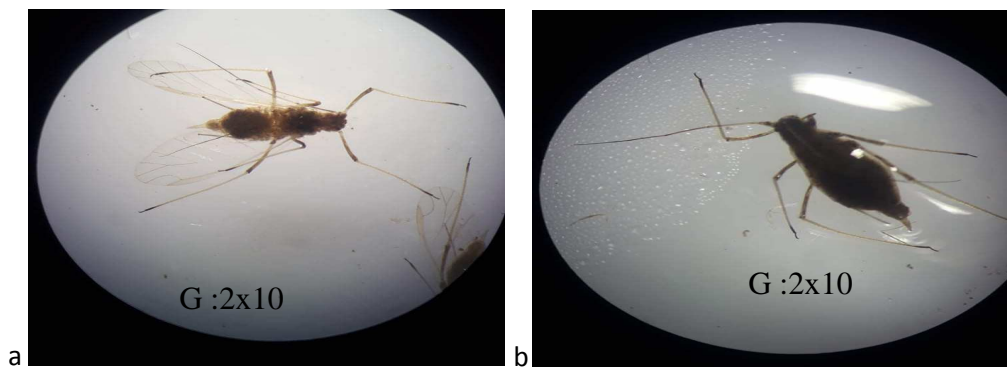


Figure89 : Morphologie des aphides:*Acyrthosiphon pisum* (Originale, 2019).

- a- Forme ailée
- b- Forme aptère



Figure 90 : Morphologie des aphides:*Aphis craccivora* (Originale, 2019).

- a- Forme ailée
- b- Forme aptère

2. Inventaire de la faune auxiliaire dans les différentes légumineuses alimentaires

Les résultats des auxiliaires récoltés par les trois méthodes de capture au niveau des légumineuses alimentaires durant les deux années d'étude sont mentionnés dans le tableau 35.

Tableau 35 : Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les légumineuses alimentaires durant les deux années 2018 et 2019.

2019				
Ordres	Familles	Genres	Espèces	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>A. bipunctata</i> , Linnaeus, 1758	
		<i>Coccinella</i>	<i>C.algerica, algerica</i> , Kovar, 1977	
		<i>Harmonia</i>	<i>H.axyridis</i> , Pallas, 1773	
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i> , Goeze, 1777	
	Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	<i>Cantharis</i> sp., Latreille, 1792
			<i>C.rufa</i> , Linnaeus, 1758	
			<i>C.rustica</i> , Fallén, 1807	
			<i>C.livida</i> , Linnaeus, 1758	
	Carabidae	<i>Harpalus</i>	<i>Harpalus</i> sp.	<i>Harpalus</i> sp., Latreille, 1802
			<i>Carabus</i>	<i>C.auratus</i> , Linnaeus, 1761
	Staphylinidae	<i>Staphilin</i>	<i>Staphilin</i> sp.	<i>Staphilin</i> sp., Linnaeus, 1758
<i>Staphylinus olens</i> , O.F.Muller, 1764				
<i>Staphylinus ceasreus</i> , Cederhjelm, 1798				
<i>Ocypus</i>			<i>Ocypusolens</i> , O.F.Muller, 1764	
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus</i>	<i>S.ribesii</i> , Linnaeus, 1758	
		<i>Episyrphus</i>	<i>E.balteatus</i> , De Geer, 1776	
		<i>Sphaerophoria</i>	<i>S.scripta</i> , Linnaeus, 1758	
Hemiptera	Reduviidae	<i>Reduvius</i>	<i>Reduvius</i> sp., Fabricius, 1775	
	Miridae	<i>Deraeocoris</i>	<i>D.ruber</i> , Linnaeus, 1758	
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C.carnae</i> , Stephens, 1836	
4	8	15	20	

Durant les deux années, l'échantillonnage des prédateurs a permis de dresser une liste de 20 espèces prédatrices réparties en 4 ordres, les Coleoptera, Diptera, Hemiptera, et Neuroptera, subdivisés en 8 familles à savoir : Coccinellidae, Cantharidae, Carabidae, Staphylinidae, Syrphidae, Reduviidae, Miridae et Chrysopidae, réparties en 15 genres ce sont : *Adalia*, *Coccinella*, *Harmonia*, *Hippodomia*, *Cantharis*, *Harpalus*, *Carabus*, *Staphilin*, *Sphaerophoria*, *Reduvius*, *Deraeocoris* et *Chrysoperla*.

2.1. Culture de fève (*Vicia faba*)

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices recensées dans les trois parcelles de fève durant les deux années d'études 2018 et 2019, sont présentés dans le tableau 36.

Tableau 36 : Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les trois cultures de fève.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	2018		2019
				Féverole	Séville	Histal
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>A. bipunctata</i>	+	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C.algerica</i>	+	+	+
		<i>Harmonia</i>	<i>H.axyridis</i>	+	+	-
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i>	+	+	+
	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i>	<i>Staphilinus</i> sp.	+	+	+
			<i>S. olens</i>	+	-	+
Carabidae	<i>Harpalus</i>	<i>Harpalus</i> sp.	+	-	+	
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus</i>	<i>S.ribesii</i>	+	+	+
		<i>Episyrphus</i>	<i>E.balteatus</i>	+	+	+
2	4	8	9	9	7	8

+ : Présence ; - : Absence

L'inventaire réalisé sur les trois cultures de fève révèle l'existence de 9 espèces prédatrices, réparties en 8 genres, subdivisées en 4 familles (Coccinellidae, Staphylinidae, Syrphidae et Carabidae) en 2018. Par contre en 2019, 8 espèces réparties en 7 genres et 4 familles sont recensées.

2.1.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les résultats de la liste des espèces prédatrices récoltées.

2.1.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculé pour les espèces de prédateurs capturés dans les parcelles de fève durant les deux années est notée dans le tableau 37.

Tableau 37: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de fève.

Paramètres	2018		2019
	Féverole	Séville	Histal
a	0	0	0
N	15	15	16
a/N	0	0	0

a : Nombre des espèces de prédateurs 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 d'échantillonnage

La valeur de la qualité d'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant les campagnes agricoles 2018 et 2019 est de 0, ce qui dénote une bonne qualité d'échantillonnage.

2.1.1.2. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles de fève sont présentés dans le tableau 38.

Tableau 38: Richesse totale des espèces prédatrices capturées pendant les deux années d'études dans les trois parcelles de fève.

	2018		2019
	Féverole	Séville	Histal
Richesse totale	9	7	8

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de fève est de 9 espèces pour la variété Féverole et 7 pour la variété Séville en 2018 et 8 espèces pour la variété Histal en 2019.

2.1.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées dans les trois parcelles de fève

Les résultats de l'abondance relative appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études 2018 et 2019 sur les trois parcelles de fève (Séville, Féverole et Histal) sont rassemblées dans le tableau 39.

Tableau 39 : Abondances relatives des espèces prédatrices inventoriées sur les trois parcelles de fève.

Espèces	2018				2019	
	Féverole		Séville		Histal	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. bipunctata</i>	28	20	30	17,05	8	9,20
<i>C.algerica</i>	33	23,57	42	23,86	24	27,59
<i>H.axyridis</i>	11	7,86	6	3,41	0	0
<i>H.variegata</i>	7	5	22	12,5	25	28,74
<i>Staphilinus sp.</i>	2	1,43	10	5,68	2	2,30
<i>S. olens</i>	7	5	0	0	6	6,90
<i>Harpalus sp.</i>	7	5	0	0	2	2,30
<i>S.ribesii</i>	34	24,3	48	27,27	7	8,05
<i>E.balteatus</i>	11	7,86	18	10,23	13	14,94
9	140	100	176	100	87	100

ni : Nombre des espèces, **AR%** : Abondance relative

Durant les deux années d'échantillonnage, 316 et 87 individus de prédateurs sont recensés en 2018 et 2019 respectivement. En 2018, les espèces les plus dominantes sont *S.ribesii* avec une abondance relative de 24,3% sur la féverole et 27,27% sur la variété Séville. *C.algerica* a été recensée avec une abondance relative de 23,57% pour la féverole et 23,86% pour la variété Séville, suivi par *A.bipunctata* avec une abondance qui est de 20% sur la féverole et 17,05% sur la Séville. En 2019, les espèces *H.variegata* et *C.algerica* sont les plus recensées avec des abondances relatives de 28,74%, et 27,59% respectivement. *E.balteatus* est capturé avec une fréquence de 14,94%.

2.1.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de fève sont reportées dans le tableau 40.

Tableau 40 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les trois variétés de fève.

Espèces	2018				2019	
	Féverole		Séville		Histal	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A. bipunctata</i>	73,333	Régulière	60	Régulière	50	Régulière
<i>C.algerica</i>	80	Constante	80	Constante	68,75	Régulière
<i>H.axyridis</i>	46,68	Accessoire	40	Accessoire	-	-
<i>H.variegata</i>	33,33	Accessoire	53,33	Régulière	81,25	Constante
<i>Staphilinus sp.</i>	13,33	Accessoire	46,67	Accessoire	12,5	Accidentelle
<i>S.olens</i>	33,33	Accessoire	-	-	25	Accessoire
<i>Harpalus sp.</i>	26,68	Accessoire	-	-	12,5	Accidentelle
<i>S.ribesii</i>	86,68	Constante	73,33	Régulière	43,75	Accessoire
<i>E.balteatus</i>	57,14	Régulière	53,33	Régulière	56,25	Régulière

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices de pucerons au niveau des trois parcelles de fève, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables durant les deux années 2018 et 2019. Elles sont : régulières, accessoires, accidentelles et constantes.

En 2018, l'espèce *S.ribesii* (86,68%) est dite constante sur la variété féverole. *C.algerica* est classée comme espèce constante sur les deux variétés Féverole et Séville avec des fréquences d'occurrence de 80%. *A.bipunctata* et *E. balteatus* sont classées comme régulières sur les deux variétés Féverole et Séville, *H.variegata* (53,33%) et *S.ribesii* (73,33%) comme espèces

régulières sur la variété Séville. Les autres espèces comme *H.axyridis*, *Staphilinus* sp., *S.olens* et *Harpalus* sp., varient entre classe accessoires et accidentelles.

2.1.1.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études 2018 et 2019 dans les trois parcelles de fève sont rassemblés dans le tableau 41.

Tableau 41: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles de fève.

Paramètre	2018		2019
	Féverole	Séville	Histal
H'(Bits) : Diversité de Shannon	2,76	2,55	2,56
H'max (Bits) : Diversité maximale	3,17	2,81	3
E : Equitabilité	0,87	0,90	0,85

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour les prédateurs durant l'année 2018, indique que la diversité de Shannon-Weaver est de 2,76 bits et 2,55bits pour les deux variétés de féverole et Séville respectivement et de 2,56 bits pour l'année 2019 sur la variété Histal. En 2018, la diversité maximale (H'max) est de 3,17 bits pour la féverole, 2,81 bits pour Séville et 3 bits sur la variété Histal en 2019. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

2.1.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes recensés dans les trois parcelles de fève sont reportées dans le tableau 42.

Tableau 42: Espèces des parasitoïdes de pucerons recensées dans les trois cultures de fève dans la région de Naciria.

Ordre	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	Fr	Sé	Hi
Hymenoptera	Braconidae	Aphidini	<i>Lysiphlebus</i>	<i>L.confusus</i> , Tremblay et Eady, 1978	+	+	+
				<i>L.testaceipes</i> , Cresson, 1880	+	+	+

+ : Présence ; - : Absence. **Fr** : Féverole ; **Sé** : Séville ; **Hi** : Histal

L'inventaire de la parasitoïde montre l'existence de 2 espèces. Ces espèces sont réparties en une seule famille, une seule Sous-famille et un seul genre. Ces espèces sont *Lysiphlebus confusus* et *L.testaceipes*.

2.2. Culture de petit pois (*Pisum sativum*)

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices recensées dans les quatre parcelles de petit pois durant les deux années d'études 2018 et 2019, sont présentés dans le tableau 43.

Tableau 43 : Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les quatre parcelles de petit pois.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	2018		2019	
				Merveille De Kelvedone	Utrillo	Onward	Rakaia
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>A .bipunctata</i>	+	-	+	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C.algerica</i>	+	+	+	+
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i>	+	+	+	+
	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i>	<i>Staphilinus</i> sp.	+	+	+	+
			<i>S.ceasreus</i>	-	+	-	-
Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	+	-	+	+	
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus</i>	<i>S.ribesii</i>	+	+	+	+
		<i>Episyrphus</i>	<i>E.balteatus</i>	+	+	+	+
2	4	7	8	7	6	7	7

+ : Présence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire des prédateurs recensés dans les quatre parcelles de petit pois, montrent l'existence de 8 espèces prédatrices, réparties en 7 genres, subdivisées en 4 familles (Coccinellidae, Staphylinidae, Syrphidae et Cantharidae). 7 espèces sont recensées dans les parcelles de Merveille De Kelvedone, Onward et Rakaia, contre 6 espèces dans la parcelle d'Utrillo.

2.2.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces prédatrices récoltées.

2.2.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés dans les parcelles de petit pois durant les deux années est notée dans le tableau 44.

Tableau 44 : Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les quatre parcelles de petit pois.

Paramètres	2018		2019	
	Merveille De Kelvedone	Utrillo	Onward	Rakaia
a	0	0	0	0
N	13	13	15	15
a/N	0	0	0	0

a : Nombre des espèces de prédateurs 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 d'échantillonnage.

La valeur de la qualité d'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant les campagnes agricoles 2018 et 2019 est de 0 donc l'échantillonnage est bon.

2.2.1.2. Richesse totale

Les résultats de la richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles de petit pois sont présentés dans le tableau 45.

Tableau 45: Richesse totale des espèces prédatrices capturées pendant les deux années d'études sur les quatre parcelles de petit pois.

	2018		2019	
	Merveille De Kelvedone	Utrillo	Onward	Rakaia
Richesse totale	7	6	7	7

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les quatre parcelles de petit pois est de 8 espèces pour l'année 2018 et 7 espèces pour l'année 2019.

2.2.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées dans les parcelles de petit pois

Les résultats de l'abondance relative calculée pour les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études sur les parcelles de petit pois sont rassemblés dans le tableau 46.

Tableau 46: Abondance relative des espèces prédatrices inventoriées sur les quatre parcelles de petit pois.

Espèces	2018				2019			
	Merveille De Kelvedone		Utrillo		Onward		Rakaia	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. bipunctat</i>	21	15,67	0	0	17	14	11	10,9
<i>C.algerica</i>	23	17,16	20	24,09	21	17	24	23,8
<i>H.variegata</i>	22	16,4	17	20,48	20	16	16	15,8
<i>Staphilinus sp.</i>	15	11,19	15	18,07	13	11	15	14,9
<i>S.ceasreus</i>	0	0	11	13,25	0	0	0	0
<i>Cantharis sp.</i>	20	14,9	0	0	22	18	12	11,9
<i>S.ribesii</i>	6	4,48	6	7,22	4	3,3	7	6,93
<i>E.balteatus</i>	17	12,68	14	16,86	25	20	16	15,8
7	124	100	72	100	122	100	101	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative

En 2018, 214 individus d'espèces prédatrices sont inventoriées alors que en 2019, 223 individus sont capturés. L'espèce la plus dominante durant les deux années est *C.algerica* avec une abondance relative de 20,09% en 2018 et 20,18% en 2019, suivi par les espèces

Staphylinus sp., *H.variegata* et *E.balteatus* avec des abondances relatives de 18,69%, 18,22% et 14,49% respectivement en 2018, par contre en 2019 *E. balteatus* est classée en deuxième position après *C.algerica* avec une fréquence relative de 18,39% puis *H.variegata* avec 16,14%, *Cantharis* sp., avec 15,25% et *Staphilinus* sp. avec 12,56%.

L'espèce qui montre une faible fréquence est *S. ribesii* avec une fréquence de 4,48% pour la variété Merveille De Kelvedone, 7,22% pour Utrillo, 3,3% pour Onward et 6,93% pour Rakaia.

2.2.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les quatre parcelles de petit pois sont reportés dans le tableau 47.

Tableau 47 : Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les quatre variétés de petit pois.

Espèces	2018				2019			
	Merveille De Kelvedone		Utrillo		Onward		Rakaia	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A .bipunctata</i>	61,5	Rég	-	-	53,3	-	66,7	Rég
<i>C.algerica</i>	53,8	Rég	69,2	Rég	53,3	Rég	53,3	Rég
<i>H.variegata</i>	69,2	Rég	53,8		60	Rég	60	Rég
<i>Staphilinus</i> sp.	38,5	Acce	30,8	Acce	40	Acce	33,3	Acce
<i>S.ceasreus</i>	-	-	38,5	Acce	-	-	-	-
<i>Cantharis</i> sp.	46,2	Acce	-	-	46,7	Acce	33,3	Acce
<i>S.ribesii</i>	46,2	Acce	46,2	Acce	26,7	Acce	46,7	Acce
<i>E.balteatus</i>	53,8	Rég	53,8	Rég	60	Rég	46,7	Acce

Rég : Régulière ; Acce : Accessoire

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices étudiées au niveau des quatre parcelles de petit pois, montrent que ces espèces sont classées dans deux catégories à savoir : régulière et accessoire, durant les deux années 2018 et 2019.

En 2018 et 2019, sur les 4 variétés : Merveille De Kelvedone, Utrillo, Onward et Rakaia, les espèces *A.bipunctata* et *E.balteatus* sont classées dans la catégorie régulière. Les autres espèces *Staphilinus* sp., *S.ceasreus*, *Cantharis* sp. et *S.ribesii* sont classées dans la catégorie accessoire.

2.2.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études dans les quatre parcelles de petit pois sont rassemblés dans le tableau 48.

Tableau 48: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées.

Paramètre	2018		2019	
	Merveille De Kelvedone	Utrillo	Onward	Rakaia
H'(Bits) : diversité de Shannon	2,62	2,23	2,68	2,72
H'max (Bits) : diversité maximale	2,81	2,58	2,81	2,81
E : Equitabilité	0,93	0,86	0,95	0,97

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour les prédateurs durant les deux années est de 2,62 bits et 2,23 bits, pour les variétés Merveille De Kelvedone et Utrillo en 2018 et de 2,72 bits et 2,68 bits pour Rakaia et Onward en 2019. En 2018, la diversité maximale (H'max) est de 2,81 bits et 2,58 bits pour Merveille De Kelvedone et Utrillo respectivement et de 2,81bits et 2,81 bits pour Onward et Rakaia respectivement durant l'année 2019. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces prédatrices.

2.3. Culture d'haricot (*Phaseolus vulgaris*) et *Vigna unguiculata*.

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices recensées dans les trois parcelles d'haricot et de Niébé durant l'année d'étude 2018 sont présentés dans le tableau 49.

Tableau 49: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par différentes méthodes de piégeage dans les parcelles d'haricot et de Niébé.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	Niébé	Nelson	Zema	Djazera
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>A.bipunctata</i>	+	+	-	+
		<i>Coccinella</i>	<i>C.algerica</i>	+	+	+	+
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i>	+	+	+	+
	Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	-	-	+	-
			<i>C.livida</i>	+	+	+	+
	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i>	<i>Staphilinus</i> sp.	+	+	-	+
<i>Ocybus</i>		<i>O.olens</i>	-	-	-	+	
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphus</i>	<i>S.ribesii</i>	+	+	+	+
		<i>Episyrphus</i>	<i>E.balteatus</i>	+	+	+	+
Hemiptera	Miridae	<i>Deraeocoris</i>	<i>D.ruber</i>	+	+	-	-
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C.carnea</i>	+	+	+	+
4	6	10	11	9	9	7	9

+ : Présence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire des ennemis naturels réalisé dans les parcelles d'haricot et de Niébé montrent qu'il existe 11 espèces prédatrices, réparties en 10 genres et en 6 familles (Coccinellidae, Staphylinidae, Syrphidae, Cantharidae, Miridae et Chrysopidae). 9 espèces sont recensées dans les parcelles de variété Djazera, Nelson et Niébé et 7 espèces dans la parcelle de la variété Zema.

2.3.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les résultats relatifs aux espèces prédatrices récoltées.

2.3.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés dans les parcelles d'haricot et de Niébé durant l'année agricole est notée dans le tableau 50.

Tableau 50: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les parcelles d'haricot et de Niébé.

Paramètres	2018			
	Niébé	Nelson	Zema	Djazera
a	0	0	0	0
N	10	10	11	11
a/N	0	0	0	0

a : Nombre des espèces de prédateurs 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 d'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant l'année agricole 2017/2018 est de 0, l'échantillonnage est donc qualifié de bon.

2.3.1.2. Richesse totale

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles d'haricot et de Niébé est représentée dans le tableau 51.

Tableau 51 : Richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les parcelles d'haricot et de Niébé.

Paramètres	2018			
	Niébé	Nelson	Zema	Djazera
Richesse totale	9	9	7	9

La richesse totale des ennemis naturels capturés dans les trois parcelles d'haricot et de Niébé sont de 9 espèces pour les variétés Niébé, Nelson et Djazera et de 7 espèces pour la variété Zema.

2.3.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées sur les parcelles d'haricot et de Niébé.

Les résultats de l'abondance relative appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant l'année d'étude 2018, sur les trois parcelles d'haricot et la parcelle de Niébé sont rassemblés dans le tableau 52.

Tableau 52 : Abondance relative des espèces prédatrices inventoriées sur les trois parcelles d'haricot et la parcelle de Niébé.

Espèces	2018							
	Niébé		Nelson		Zema		Djazera	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A .bipunctata</i>	25	15,06	12	6,12	11	15,9	10	7,46
<i>C.algerica</i>	32	19,28	27	13,8	10	14,5	24	17,91
<i>H.variegata</i>	27	16,27	37	18,9	14	20,3	36	26,87
<i>Cantharis sp.</i>	0	0	0	0	2	2,9	0	0
<i>C.livida</i>	9	5,42	15	7,65	7	10,1	16	11,94
<i>Staphilinus sp.</i>	10	6,02	6	3,06	0	0	11	8,21
<i>O.olens</i>	0	0	0	0	0	0	7	5,22
<i>S.ribesii</i>	13	7,83	28	14,3	5	7,25	4	2,99
<i>E.balteatus</i>	12	7,23	24	12,2	13	18,8	15	11,19
<i>D.ruber</i>	25	15,06	32	16,3	0	0	0	0
<i>C.carnea</i>	13	7,83	15	7,65	7	10,1	11	8,21
9	166	100	196	100	69	100	134	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative

Durant l'année 2018, les espèces prédatrices les plus abondantes sur la parcelle de Niébé sont *C.algerica* avec une abondance relative de 19,28% suivie par *H.variegata* avec 16,27%, *bipunctata* et *D.ruber* avec une fréquence de 15,06% pour chacune respectivement. *H. variégata* et *D.ruber* sont les plus présentes sur la variété Nelson avec des fréquences de 18,9% et 16,3% respectivement. Sur la variété Zema *H.variegata* semble la plus capturée avec 20,3% suivie par *E.balteatus* avec une abondance de 18,8%, pour la variété Djazera *H.variegata* montre une fréquence de 26,87% et 17,91% pour *C.algerica*.

Les espèces qui montrent une faible fréquence sont *C.livida* avec une fréquence de 5,42% sur la culture Niébé, *Staphilinus sp.* avec une fréquence de 3,06% et 2,9% sur la parcelle Nelson et Zema respectivement et *O.olens* avec une fréquence de 5,22% sur la variété Djazera

2.3.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'haricot et le Niébé sont reportées dans le tableau 53.

Tableau 53: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les trois variétés d'haricot et le Niébé.

Espèces	Niébé		Nelson		Zema		Djazera	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A .bipunctata</i>	70	Régulière	50	Régulière	54,5	Régulière	82	Constante
<i>C.algerica</i>	90	Constante	70	Régulière	81,8	Constante	73	Régulière
<i>H.variegata</i>	80	Constante	90	Constante	72,7	Régulière	82	Régulière
<i>Cantharis sp.</i>	-	-	-	-	18,2	Accidentelle	-	-
<i>C.livida</i>	50	Régulière	60	Régulière	45,5	Accessoire	36	Accessoire
<i>Staphilinus sp.</i>	60	Régulière	60	Régulière	-	-	45	Accessoire
<i>O.olens</i>	-	-	-	-	-	-	64	Régulière
<i>S.ribesii</i>	60	Régulière	70	Régulière	36,4	Accessoire	36	Accessoire
<i>E.balteatus</i>	70	Régulière	60	Régulière	63,6	Régulière	64	Régulière
<i>D.ruber</i>	70	Régulière	80	Constante	-	-	-	-
<i>C.carnea</i>	60	Régulière	60	Régulière	45,5	Accessoire	55	Régulière

En 2018, les espèces des ennemis naturels sont classées en quatre catégories : constantes, régulières, accessoires et accidentelles. Les trois espèces de coccinelle à savoir *C.algerica*, *A.bipunctata* et *H.variegata* varient entre deux classes constantes et régulières sur les quatre variétés d'haricot. *E.balteatus* est classée comme espèce régulière sur les quatre variétés. *S.ribesii* est classée comme espèce régulière sur les deux variétés Niébé et Nelson avec des fréquences de 60% et 70% respectivement et comme accessoire sur les deux variétés Zema et Djazera avec des abondances relatives de 36,4% et 36%. Une seule espèce qui présente la classe accidentelle est *Cantharis sp.*, sur la culture Zema avec 18,2% des espèces capturées.

2.3.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant l'année d'étude 2018 dans les trois parcelles d'haricot et la parcelle de Niébé sont rassemblés dans le tableau 54.

Tableau 54: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les trois parcelles d'haricot et la parcelle de Niébé.

	2018			
	Niébé	Nelson	Zema	Djazera
H'(Bits) : diversité de Shannon	3,02	3,02	2,84	2,92
H'max (Bits) : diversité maximale	3,17	3,32	3	1,04
E : Equitabilité	0,96	0,91	0,95	2,80

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour les prédateurs durant l'année d'étude 2018 est de 3,02bits pour la variété Niébé et Nelson respectivement et de 2,84 bits et 2,92 bits pour les variétés Zema et Djazera. Pour la diversité maximale (H'max), elle est de 3,17bits, 3,32bits, 3bits et 1,04 bits pour le Niébé, Nelson, Zema et Djazera respectivement. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

2.3.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes effectué dans les deux parcelles Nelson et Niébé durant l'année d'étude 2018 sont reportées dans le tableau 55.

Tableau 55 : Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans les deux cultures de Nelson et Niébé dans la région de Naciria.

Ordres	Familles	Sous-Familles	Genres	Espèces	Nb	Ne	Ze	Dja
Hymenoptera	Braconidae	Aphidini	<i>Lysiphlebus</i>	<i>L.testaceipes</i>	+	+	-	-

+ :Présence ; - : Absence ; **Nb** :Niébé ; **Ne** : Nelson ; **Ze** : Zema ; **Dja** : Djazera

L'échantillonnage des parasitoïdes sur la culture d'haricot variété Nelson et la culture Niébé montre l'existence d'une seule espèce de parasitoïdes qui est *L.testaceipes*.

2.4. Culture de pois chiche (*Cicer arietinum*)

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices recensées dans les deux parcelles de pois chiche durant l'année d'étude (2019), sont présentés dans le tableau 56.

Tableau 56: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les deux cultures pois chiche.

				2019	
	Familles	Genres	Espèces	Flip93/93	Mexicaine
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella</i>	<i>C.algerica</i>	+	+
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i>	+	+
	Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>Cantharis</i> sp.	+	+
			<i>C.rustica</i>	+	+
	Carabidae	<i>Carabus</i>	<i>C.auratus</i>	+	+
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E.balteatus</i>	+	+
		<i>Shaerophoria</i>	<i>S.scripta</i>	+	+
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C.carnea</i>	+	+
3	5	7	8	8	8

+ : Presence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire réalisé dans les deux parcelles de pois chiche, montrent qu'il existe 8 espèces prédatrices, réparties en 7 genres, subdivisées en 5 familles (Coccinellidae, Syrphidae, Cantharidae, Carabidae et Chrysopidae) et 3 ordres.

2.4.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces prédatrices récoltées.

2.4.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés dans les parcelles de pois chiche est notée dans le tableau 57.

Tableau 57: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de pois chiche.

Paramètres	2019	
	Flip93/93	Mexicaine
a	0	0
N	10	10
a/N	0	0

a : Nombre des espèces de prédateurs 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 d'échantillonnage

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant l'année agricole 2019 est de 0, donc l'échantillonnage est bon.

2.4.1.2. Richesse totale

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux cultures de pois chiche durant l'année 2019 sont représenté dans le tableau 58.

Tableau 58 : Richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux cultures de pois chiche.

	2019	
	Flip93/93	Mexicaine
Richesse totale	8	8

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de pois chiche est de 8 espèces pour les variétés Flip 93/93 et Mexicaine respectivement.

2.4.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées sur les parcelles de pois chiche

Les résultats de l'abondance relative appliquée sur les espèces prédatrices recensées dans les deux parcelles de pois chiche sont rassemblés dans le tableau 59.

Tableau 59 : Abondance relative des espèces prédatrices inventoriées sur les deux parcelles de pois chiche.

Espèces	Flip93/93		Mexicaine	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>C.algerica</i>	31	22,63	25	20,83
<i>H.variegata</i>	32	23,36	21	17,5
<i>Catharis sp.</i>	15	10,95	12	10
<i>C.rustica</i>	9	6,57	19	15,83
<i>E.balteatus</i>	22	16,06	21	17,5
<i>S.scripta</i>	11	8,03	5	4,167
<i>C.auratus</i>	6	4,38	4	3,33
<i>C.carnea</i>	11	8,03	13	10,83
8	137	100	120	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative

D'après les résultats du tableau 56, les espèces prédatrices les plus dominantes dans les deux parcelles de pois chiche durant l'année 2019 sont *H.variegata*, *C.algerica*, et *E.balteatus* avec 23,36%, 22,63% et 16,06% respectivement sur la variété Flip 93/93. Pour la variété Mexicaine 20,83% pour l'espèce *C.algerica* et 17,5% pour *H.variegata* et *E.balteatus* respectivement, suivie par l'espèce *C.rustica* avec 15,83% des espèces capturées.

Les espèces qui présentent une faible fréquence relative sont *C.rustica* avec une fréquence de 6,57% sur la variété Flip 93/93 et *C.auratus* avec des fréquences de 4,38% et 3,33% respectivement sur la variété Flip 93/93 et Mexicaine.

2.4.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de pois chiche sont reportées dans le tableau 60.

Tableau 60: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux variétés de pois chiche.

Espèces	Flip 93/93		Mexicaine	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>C.algerica</i>	80	Constante	80	Constante
<i>H.variegata</i>	90	Constante	70	Régulière
<i>Catharis sp.</i>	50	Régulière	40	Accessoire
<i>C.rustica</i>	40	Accessoire	40	Accessoire
<i>E.balteatus</i>	70	Régulière	70	Régulière
<i>S.scripta</i>	60	Régulière	50	Régulière
<i>C.auratus</i>	30	Accessoire	20	Accidentelle
<i>C.carnea</i>	70	Régulière	60	Régulière

En 2019, les espèces prédatrices sont classées en quatre catégories : constantes, régulières, accessoires et accidentelles

Les espèces classées dans la catégorie constante pour la variété Flip 93/93 sont *H.variegata* (90%), *C.algerica* (80%). 4 espèces sont classées dans la catégorie régulière *Cantharis sp.* (50%), *E.balteatus* (70%), *S.scripta* (60%) et *C.carnea* (70%). Les espèces de la catégorie accessoire sont *C.rustica* et *C.auratus* avec des fréquences de 40% et 30% respectivement. Sur la variété Mexicaine, *C.algériica* (80%) est la seule espèce classée comme constante, et 5 espèces sont régulières à savoir: *H.variegata* (70%), *E.balteatus* (70%), *S.scripta* (50%) et *C.carnea* (60%). Une espèce marquée comme accidentelle (*C.auratus* (20%) et deux espèces accessoires (*Cantharis sp.* (40%) et *C.rustica* (40%)).

2.4.1.5. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études dans les deux parcelles de pois chiche sont rassemblés dans le tableau 61.

Tableau 61: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H'max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de pois chiche.

Paramètre	2018	
	Flip 93/93	Mexicaine
H'(Bits) : Diversité de Shannon	2,79	2,81
H'max (Bits) : Diversité maximale	3	3
E : Equitabilité	0,93	0,94

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour l'année d'étude 2019 est de 2,79 bits pour la variété Flip 93/93 et de 2,81bits pour la variété Mexicaine. La diversité maximale (H'max) est de 3 bits, pour chacune des deux variétés et l'équitabilité (E), tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

2.4.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes effectué dans les deux parcelles de lentille durant les deux années d'étude sont reportés dans le tableau 62.

Tableau 62 : Espèces des parasitoïdes de pucerons recensées dans les deux cultures de pois chiche dans la région de Naciria.

Ordre	Famille	Sous-famille	Genre	Espèce	Flip	Mex
Hymenoptera	Braconidae	Aphidinae	<i>Lysiphlebus</i>	<i>L.testaceipes</i>	+	+

Flip : Flip 93/93 ; Mex : Mexicaine

L'inventaire des parasitoïdes montre l'existence d'une seule espèce de parasitoïdes appartenant à une Sous-famille celle des Aphidinae et un seul genre *Lysiphlebus* sur les deux variétés de pois chiche.

2.5. Cultures de lentille (*Lens culinaris*)

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices recensées dans les deux parcelles de lentille durant l'année d'étude 2019, sont présentés dans le tableau 63.

Tableau 63: Principales espèces prédatrices de pucerons recensées par les différentes méthodes de piégeage dans les deux parcelles de lentille.

Ordres	Familles	Genres	Espèces	Syrie	Corail
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia</i>	<i>A.bipunctata</i>	+	+
		<i>Coccinellini</i>	<i>C.algerica</i>	+	+
		<i>Hippodomia</i>	<i>H.variegata</i>	+	+
	Cantharidae	<i>Cantharis</i>	<i>C.rufa</i>	+	+
Hemiptera	Reduviidae	<i>Reduvius</i>	<i>Reduvius</i> sp.	+	+
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>	+	+
		<i>Shaerophoria</i>	<i>S.scripta</i>	+	+
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i>	<i>C.carnea</i>	+	+
4	5	8	8	8	8

+ : Présence ; - : Absence

Les résultats de l'inventaire montrent qu'il existe 8 espèces prédatrices sur les parcelles de lentille, réparties en 8 genres, subdivisées en 5 familles (Coccinellidae, Syrphidae, Cantharidae, Reduvidae et Chrysopidae) et 4 ordres.

2.5.1. Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage, la richesse totale et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces prédatrices récoltées.

2.5.1.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés dans les parcelles de lentille durant l'année agricole est notée dans le Tableau 64.

Tableau 64: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés dans les parcelles de lentille.

Paramètres	Syrie	Corail
a	0	0
N	10	10
a/N	0	0

a : Nombre des espèces de prédateurs 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 d'échantillonnage.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant l'année agricole 2018/2019 est de 0. L'échantillonnage est ainsi qualifié de bon.

2.5.1.2. Richesse totale

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille durant l'année 2019 est représenté dans le tableau 65.

Tableau 65 : Richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille.

	Syrie	Corail
Richesse totale	8	8

La richesse totale des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille est de 8 espèces pour les variétés Syrie et Corail respectivement.

2.5.1.3. Abondance relative (AR%) des espèces prédatrices inventoriées dans les parcelles de lentille

Les résultats de l'abondance relative appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant l'année d'étude dans les deux parcelles de lentille sont rassemblés dans le tableau 66.

Tableau 66 : Abondance relative des espèces prédatrices inventoriées sur les deux parcelles de lentille.

Espèces	Syrie		Corail	
	ni	AR%	ni	AR%
<i>A.bipunctata</i>	22	11,06	22	11,58
<i>C.algerica</i>	39	19,60	34	17,89
<i>H.variegata</i>	37	18,59	38	20
<i>C. rufa</i>	25	12,56	22	11,58
<i>E.balteatus</i>	22	11,05	21	11,05
<i>S.scripta</i>	4	2,01	3	1,58
<i>Reduvius sp.</i>	23	11,56	25	13,18
<i>C.carnea</i>	27	13,57	25	13,16
8	199	100	190	100

ni : Nombre des espèces, AR% : Abondance relative

Les résultats du tableau 66 montrent que sur la variété Syrie, *C.algerica* et *H.variegata* sont les espèces les plus capturées avec des fréquences de 19,60% et 18,59% respectivement, suivi par les espèces *C.carnea* et *C.rufa* avec des fréquences de 13,57% et 12,56% respectivement. Dans la variété Corail, *C.algerica* semble la plus présente avec une fréquence de 17,89% suivi par les espèces *C.carnea* (13,16%), *Reduvius sp.* (13,18%), *A.bipunctata* (11,58%) et *C.rufa* (11,58%).

L'espèce qui montre une faible fréquence est *S.scripta* avec une fréquence de 2,01% et 1,58% sur la variété Syrie et Corail respectivement.

2.5.1.4. Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats des données concernant les fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille sont reportés dans le tableau 67.

Tableau 67: Fréquences d'occurrences des espèces prédatrices capturées sur les deux variétés de lentille.

Espèces	Syrie		Corail	
	FO%	Classe de constance	FO%	Classe de constance
<i>A.bipunctata</i>	50	Régulière	50	Régulière
<i>C.algerica</i>	80	Constante	80	Constante
<i>H.variegata</i>	80	Constante	90	Constante
<i>C.rufa</i>	50	Régulière	40	Accessoire
<i>E.balteatus</i>	40	Accessoire	50	Régulière
<i>S.scripta</i>	40	Accessoire	30	Accessoire
<i>Reduvius sp.</i>	40	Accessoire	50	Régulière
<i>C.carnea</i>	60	Régulière	60	Régulière

Dans les deux variétés de lentille, il existe 3 catégories d'espèces : constantes, régulières et accessoires. Les deux espèces *C.algerica* et *H.variegata* sont classées comme constante sur les deux variétés avec des fréquences de 80% respectivement pour Syrie et de 80% et 90% pour Corail respectivement. Les autres espèces varient entre la classe accessoire et régulière comme *A.bipunctata*, *C.rufa*, *E.balteatus*, *S.scripta*, *Reduvius* sp. et *C.carnea*.

2.5.1.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les résultats de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces prédatrices recensées durant les deux années d'études dans les deux parcelles de lentille sont rassemblés dans le tableau 68.

Tableau 68: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices capturées dans les deux parcelles de lentille.

Paramètres	Syrie	Corail
H'(Bits) : Diversité de Shannon	2,85	2,84
H'max (Bits) : Diversité maximale	3	3
E : Equitabilité	0,95	0,95

L'indice de diversité de Shannon (H') calculé pour la variété Syrie est de 2,85 bits et 2,84bits pour la variété Corail. La diversité maximale (H' max) est de 3 bits pour chacune des deux variétés. Pour l'équitabilité (E), elle tend vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces prédatrices.

2.5.1.6. Inventaire global des parasitoïdes recensés

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes recensés dans les deux parcelles de lentille sont reportés dans le tableau 69.

Tableau 69 : Espèces des parasitoïdes de pucerons recensées dans les deux cultures de lentille dans la région de Naciria.

Ordres	Familles	Sous-familles	Genres	Espèces	S	C
Hymenoptera	Pteromalidae		<i>Asaphes</i>	<i>A. suspensus</i> , Nees, 1834	+	+
			<i>Pachyneuron</i>	<i>P.aphidis</i> , Bouché, 1834	+	+
	Braconidae	Aphidiinae	<i>Lysiphlebus</i>	<i>L.testaceipes</i> , Cresson, 1880	+	+

+ : Présence ; - : Absence ; S : Syrie ; C : Corail

L'inventaire des parasitoïdes sur les deux variétés de lentille montre l'existence de 3 espèces de parasitoïdes réparties en deux familles et trois genres. Ce sont *A.suspensus*, *P.aphidis* et *L.testaceipes* (Fig.91b)



Figure 91 : Espèces de parasitoïdes recensées sur les cultures étudiées (Originale, 2019).

- a**: *Lysiphlebus confusus*,
b : *Lysiphlebu stestaceipes*

3. Effet bioinsecticide des extraits végétaux sur *Aphis fabae*

Dans cette partie, nous exposons les résultats obtenus sur l'effet de la dose, du temps et de la nature des 8 extraits aqueux des plantes testées sur les populations d'*A.fabae*.

3.1. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*A.fabae*

Les résultats de l'effet de la dose des 8 extraits testés : le romarin, l'origan, le thym, la lavande, le citronnier, le pamplemoussier, l'oranger et le clémentinier sont notés, ainsi que la DL50 pour chaque extrait.

3.1.1. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats relatifs à l'effet de la dose de l'extrait d'origan sont présentés dans les figures 92, 93 et 94.

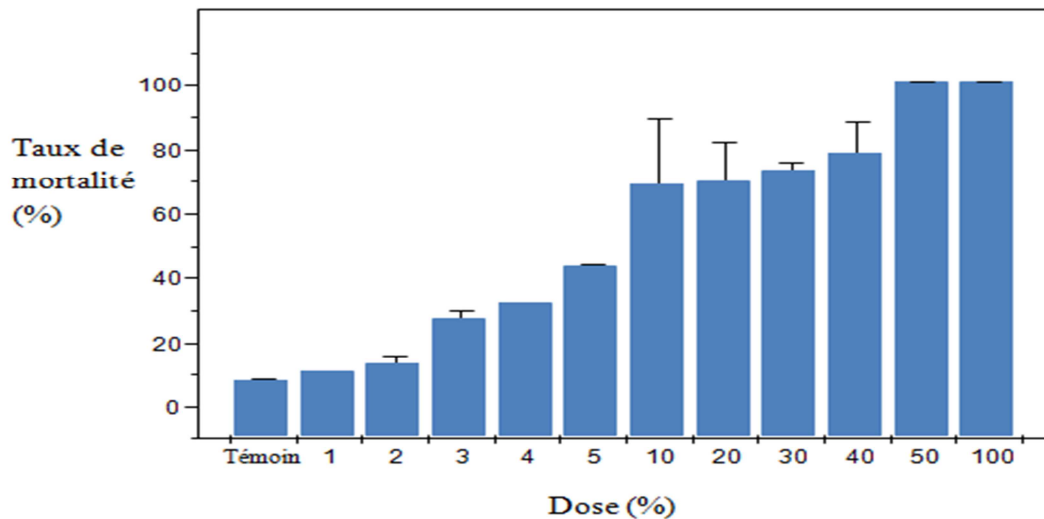


Figure 92 : Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait d'origan par voie de contact.

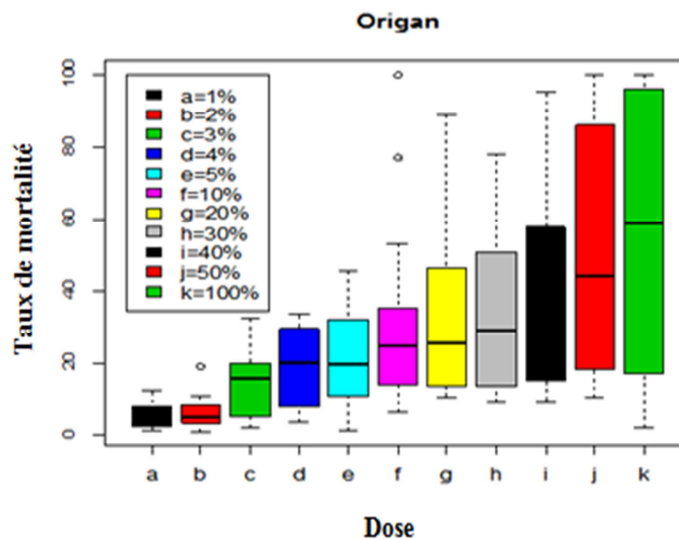


Figure 93: Boxplot Mortalité-Dose pour l'extrait d'origan.

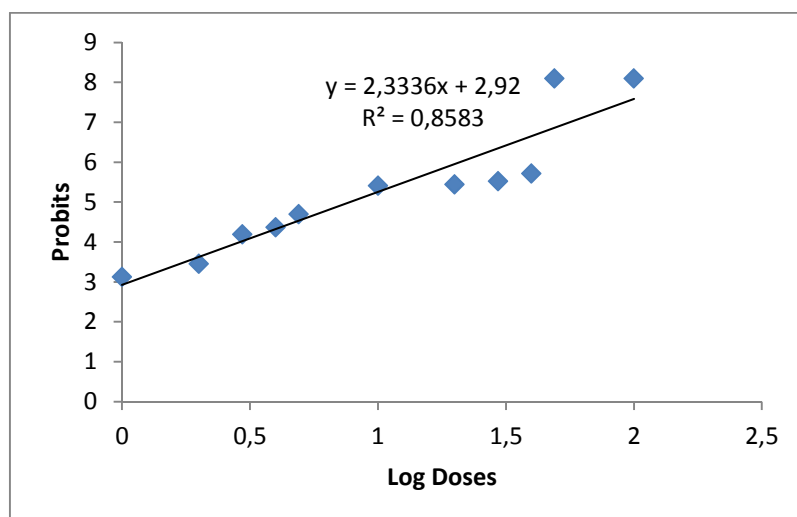


Figure 94 : Représentation de la DL50 pour l'extrait d'origan.

Des résultats obtenus, il apparaît que l'extrait d'*O. floribundum* montre l'effet toxique le plus élevé aux doses de 50% et 100% (Fig. 92). D'après le test de Kruskal Wallis (P -value = $3.891e-16 < 0.05$), on peut dire qu'il y a un effet très significatif de la dose sur le taux de mortalité (Fig. 93). La DL50 calculée pour cet extrait est égale à 7,76% (Fig.94).

3.1.2. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de thym sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet de la dose de l'extrait de thym *T.numidicus* sont représentés dans les figures 95, 96 et 97.

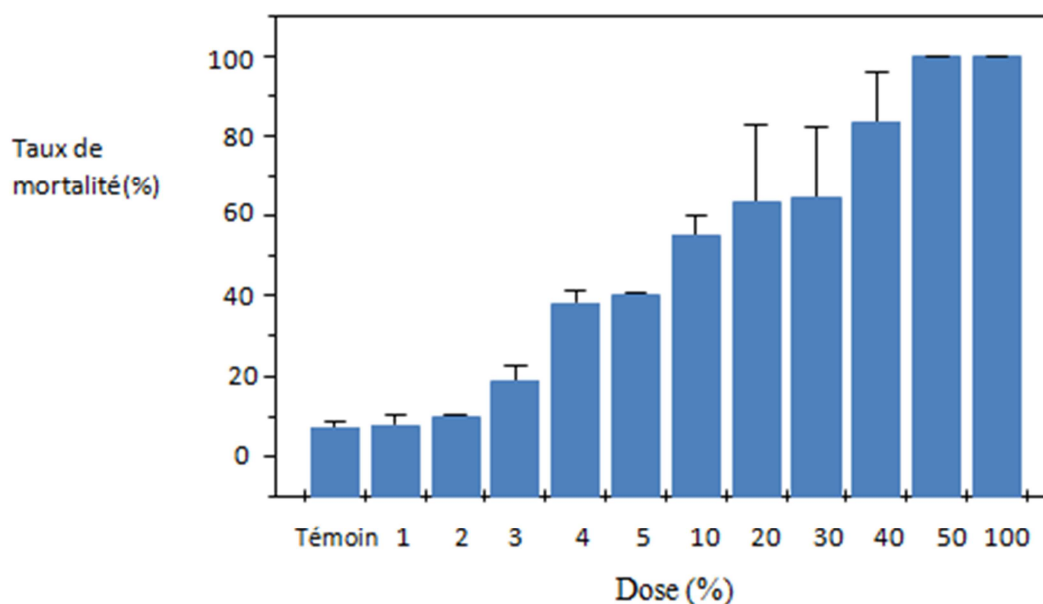


Figure 95 : Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de thym par voie de contact.

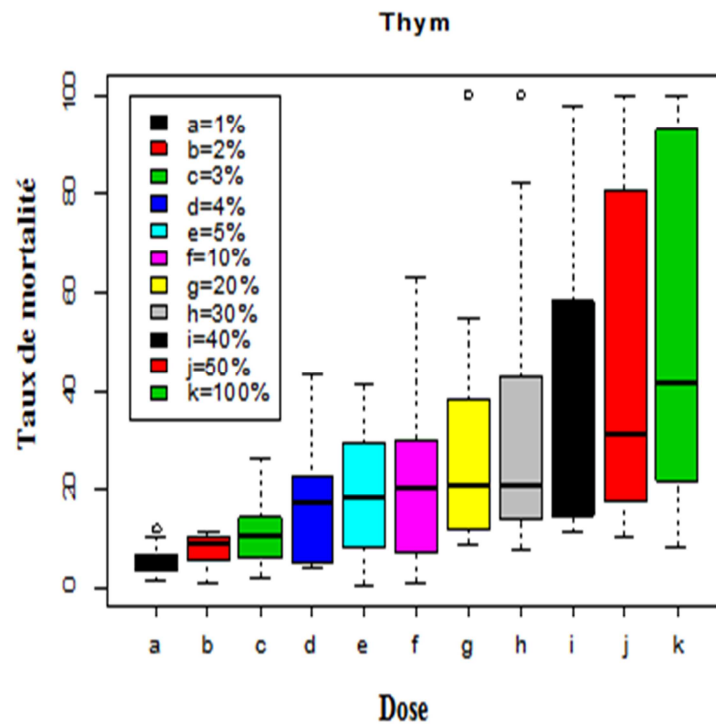


Figure 96: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de thym.

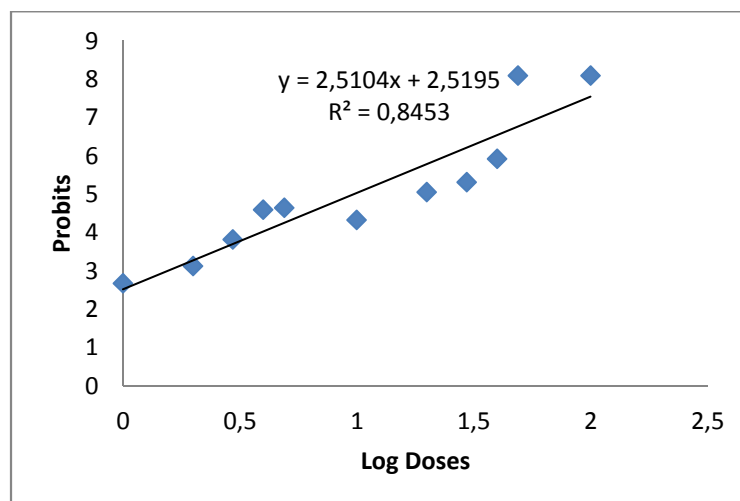


Figure 97: Représentation de la DL50 pour l'extrait de thym.

L'extrait de thym *T.numidicus* manifeste un effet toxique qui augmente avec l'augmentation de la dose. Les doses les plus toxiques sont 50% et 100% provoquant des taux de mortalité de 100% (Fig. 95). D'après le test de Kruskal Wallis, (P -value= $5.834e-14 < 0.05$), on peut dire qu'il y a un effet très significatif de la dose sur le taux de mortalité (Fig. 96). La DL50 calculée pour l'extrait de thym est de 9,72% (Fig. 97).

3.1.3. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de romarin sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats relatifs à l'effet de dose de l'extrait de *R.officinalis* sont présentés dans les figures 98, 99 et 100.

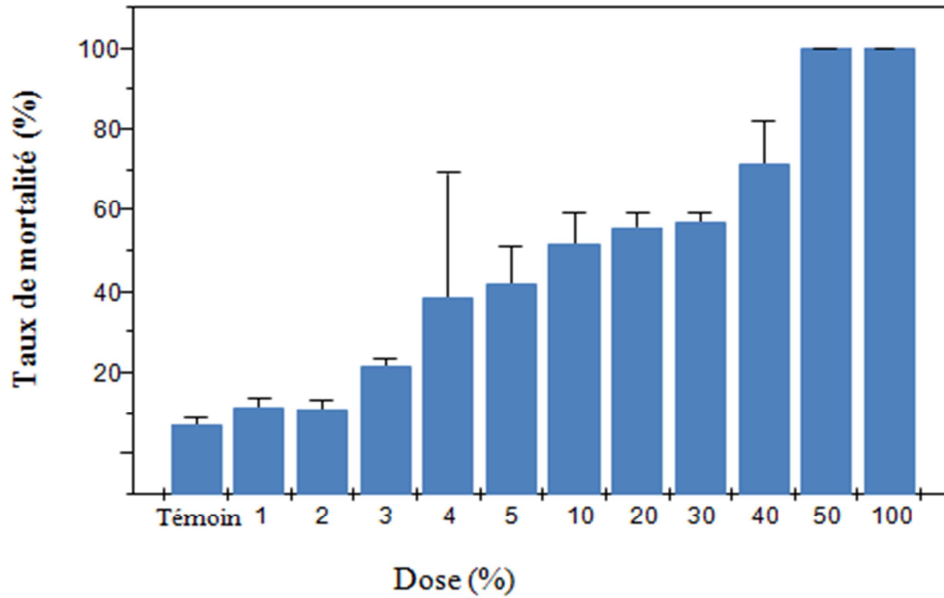


Figure 98 : Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de romarin par voie de contact.

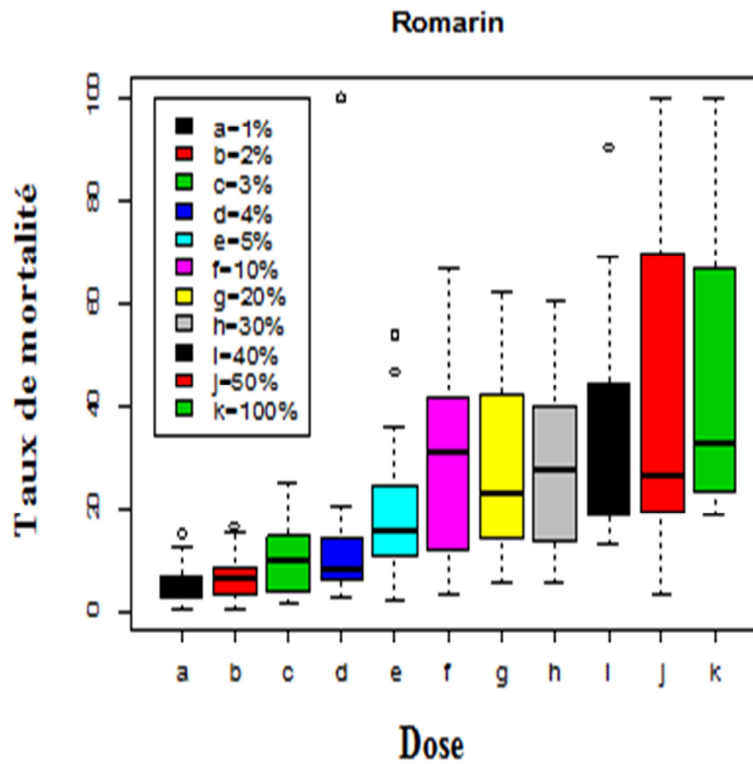


Figure 99: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de romarin.

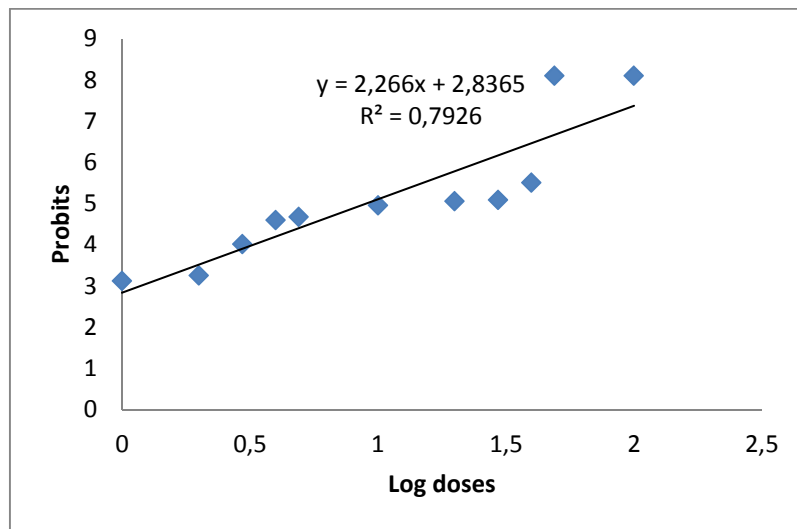


Figure 100 : Représentation de la DL50 pour l'extrait de romarin.

L'extrait de *R.officinalis* provoque une mortalité totale aux doses de 50% et 100% (Fig. 98). D'après le test Kruskal Wallis où la P-value est égale à $2.695e-12 \ll 0.05$, il apparaît qu'il y a un effet très significatif de la dose sur le taux de mortalité (Fig. 99). La DL50 de l'extrait de romarin est de 8,91% (Fig.100).

3.1.4. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de lavande sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet de la dose de l'extrait de *L.stoechas* sont illustrés dans les figures 101, 102 et 103.

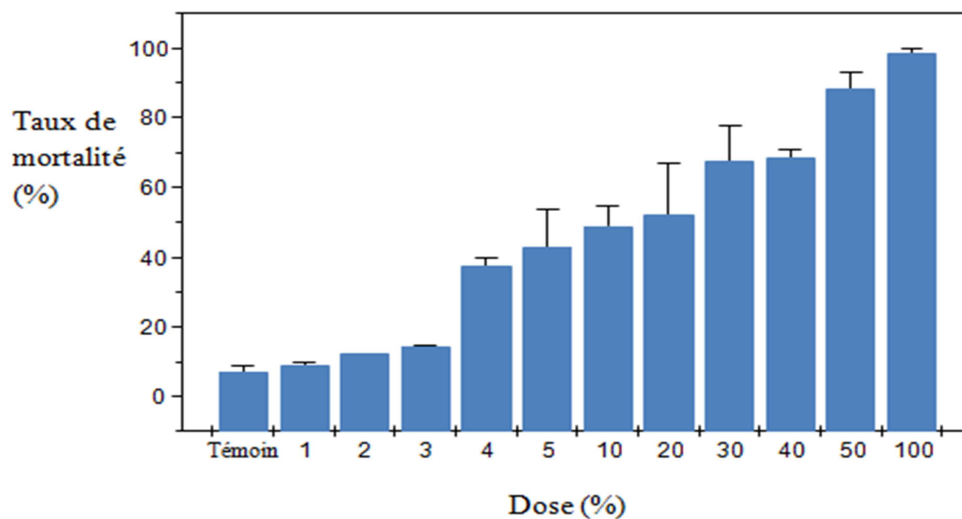


Figure 101: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de la lavande par voie de contact.

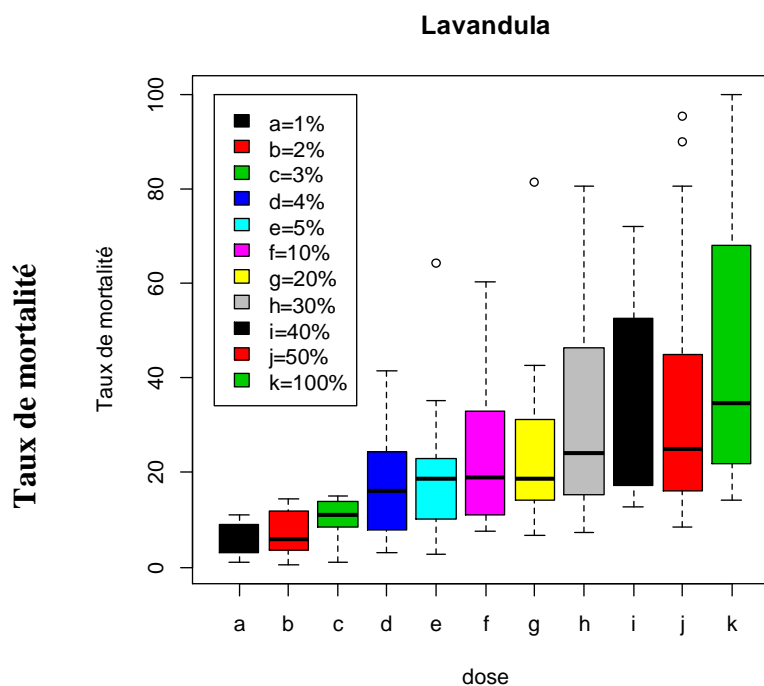


Figure 102: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de Lavande.

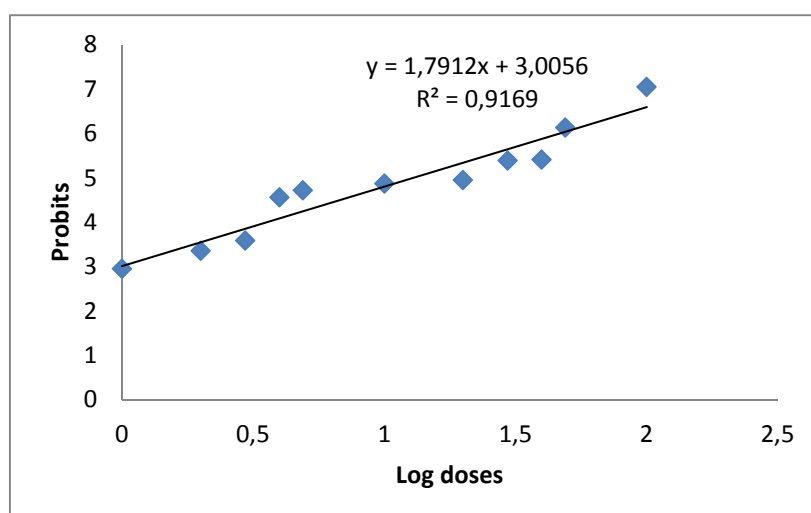


Figure 103 : Représentation de la DL50 pour l'extrait de lavande.

L'extrait de *L.stoechas* provoque une mortalité qui augmente avec l'augmentation de la dose. Un taux de mortalité de 98,41% est enregistré à la dose de 100% (Fig.101). D'après le test Kruskal Wallis, (P -value= $9.585e-14 \ll 0.05$), il apparaît un effet très significatif de la dose sur le taux de mortalité (Fig.102). La DL50 provoquée par cet extrait est de 12,88% (Fig.103).

3.1.5. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de citronnier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet dose d'extrait de *C.limon* sont représentés dans les figures 104, 105 et 106.

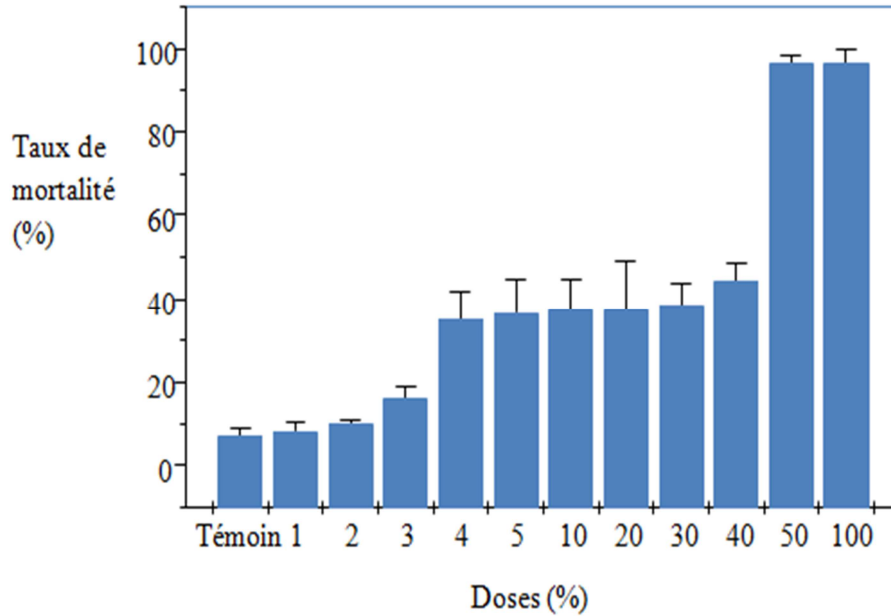


Figure 104: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de citronnier par voie de contact.

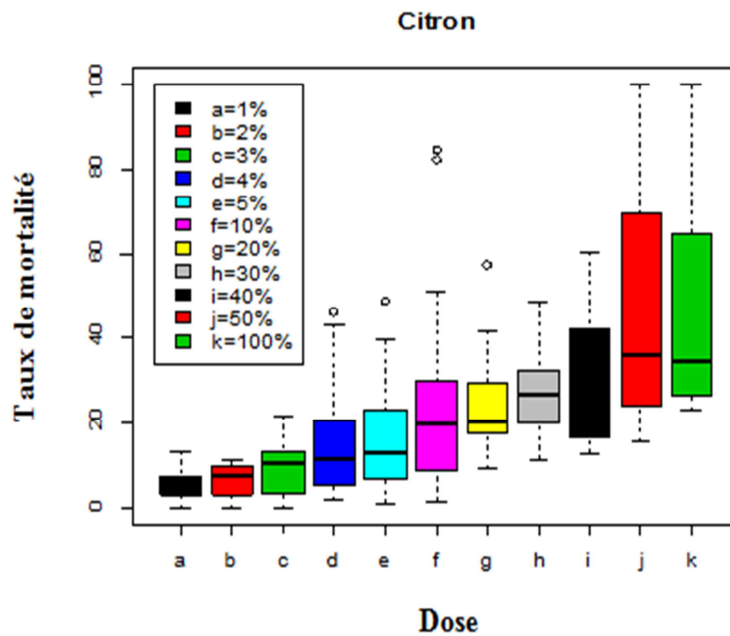


Figure 105: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de citronnier.

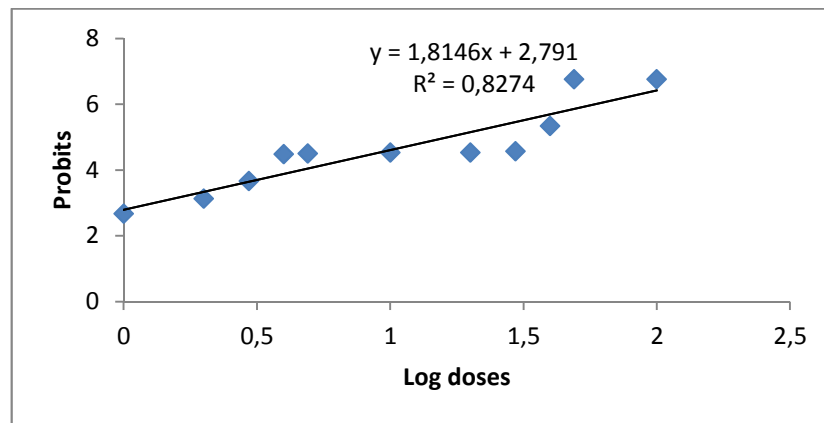


Figure 106 : Représentation de la DL50 pour l'extrait de citronnier.

Nous constatons d'après les résultats de la figure 104, que l'extrait de *C.limon* montre un effet toxique plus élevé aux doses de 50% et 100% avec des taux de mortalité de 96,39% et 96,49% respectivement. D'après le test Kruskal Wallis, la p-value est égale à $2.2e-16 < 0.05$. Il ya donc un effet très significatif de la dose sur la mortalité (Fig. 105). La DL50 de cet extrait est de 16,21% (Fig.106).

3.1.6. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'oranger sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet de dose d'extrait de *C.sinensis* sont mentionnés dans les figures 107, 108 et 109.

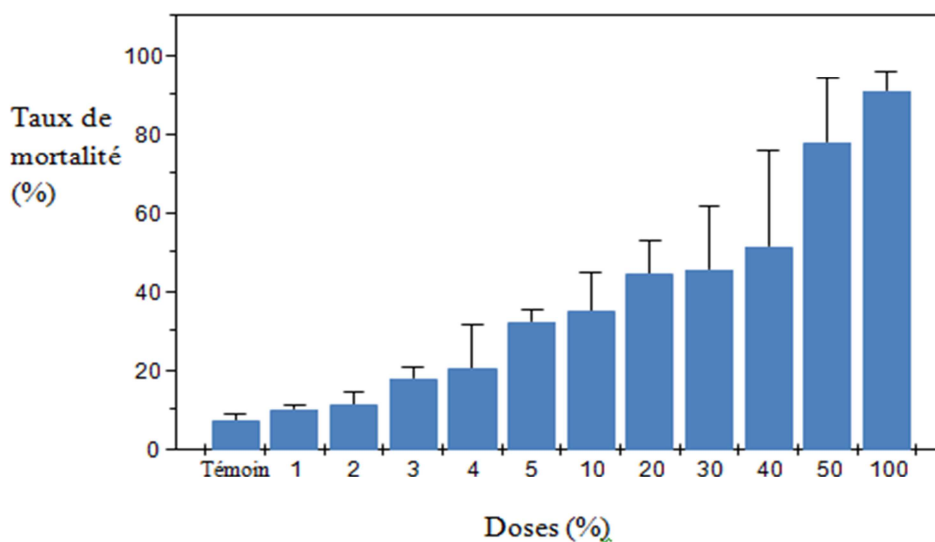


Figure 107: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait d'oranger par voie de contact.

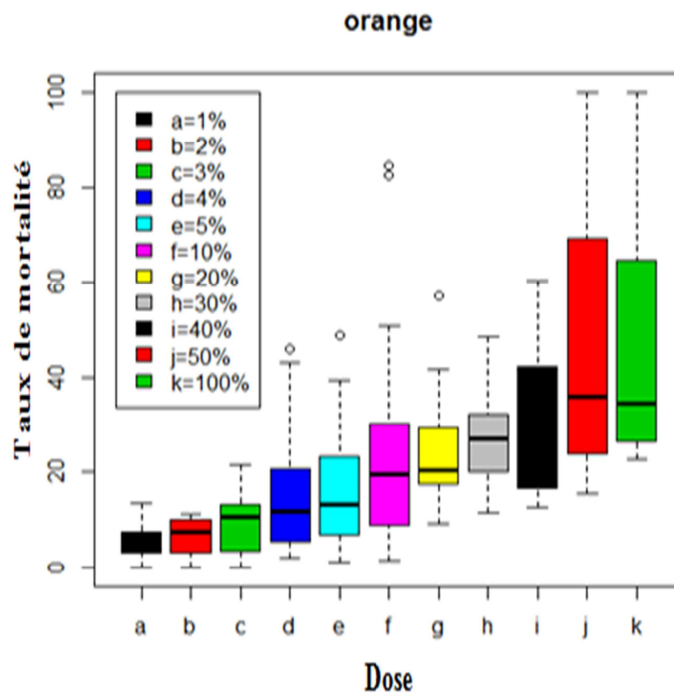


Figure 108: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait d'oranger.

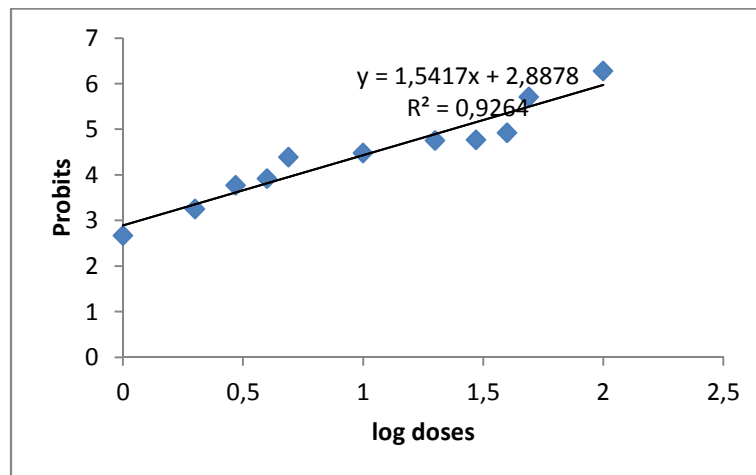


Figure 109 : Représentation de la DL50 pour l'extrait d'oranger.

D'après les résultats de la figure 107, nous constatons que l'extrait de *C.sinensis* exerce un effet biocide dont les doses les plus toxiques sont 50% et 100% avec des taux de mortalité qui sont de l'ordre de 77,88% et 90,74% respectivement pour chacune des doses. D'après le test de Kruskal-Walis. Il ya un effet très significatif de la dose sur la mortalité (P-value = 2.2e-16<<0.05) (Fig. 108). La DL50 de l'extrait d'oranger est de 23,44%. (Fig. 109).

3.1.7. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de clémentinier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats d'effet de dose d'extrait de *C.clementina* sont représentés dans les figures 110, 111 et 112.

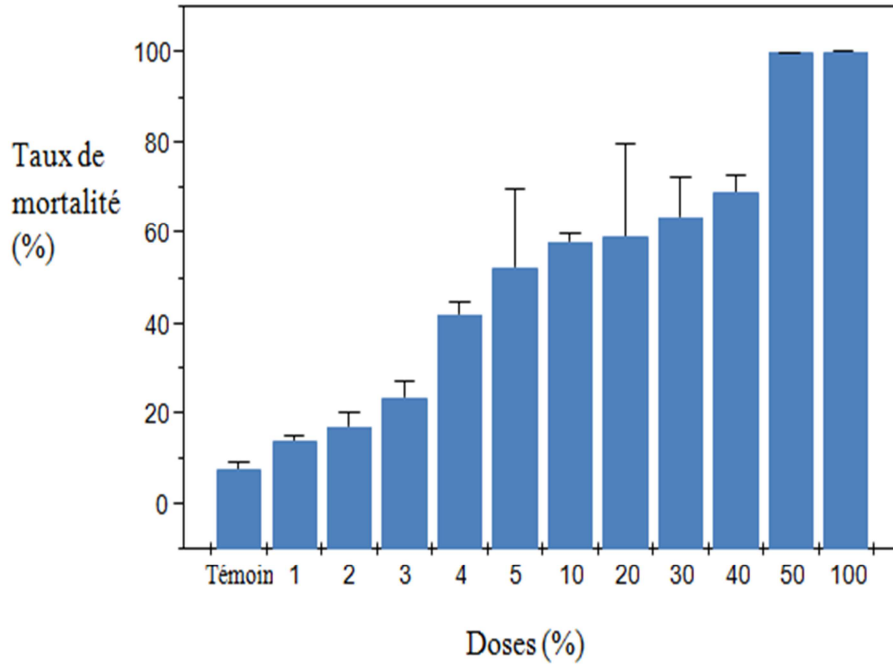


Figure 110: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de clémentinier par voie de contact.

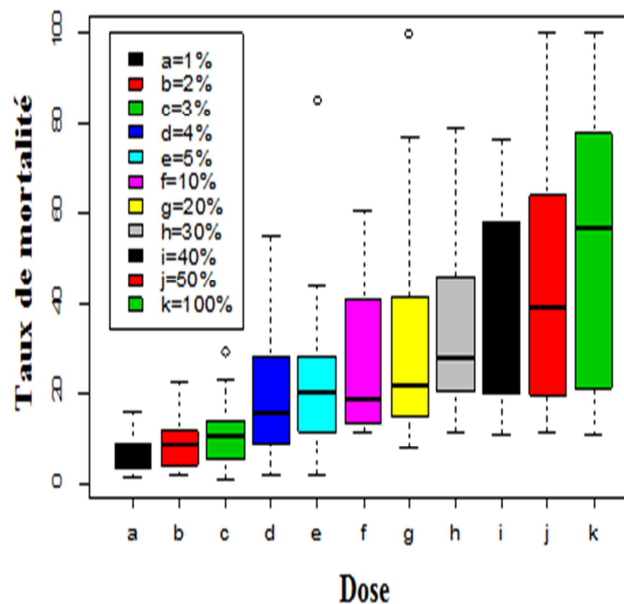


Figure 111 : Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de clémentinier.

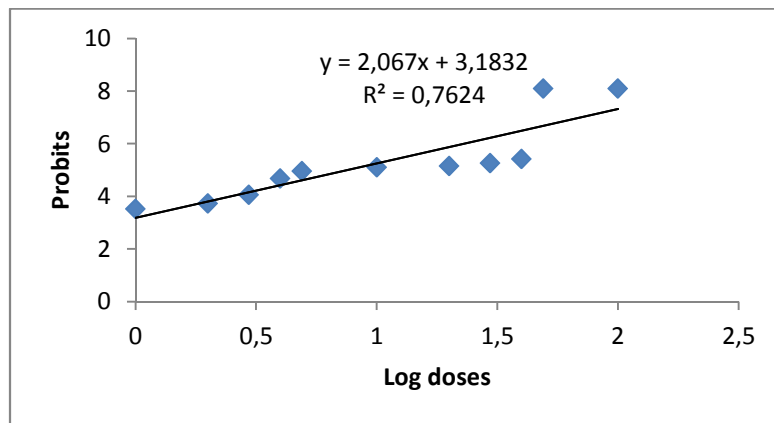


Figure 112 : Représentation de la DL50 pour l'extrait de clémentinier.

Les résultats de la figure 110 montrent que l'extrait de *C. clementina* provoque une mortalité totale aux plus fortes doses (50% et 100%) (Fig. 110). Le test de Kruskal-Wallis donne une p-value de $7.098e-16 \ll 0.05$. Il ya donc un effet très significatif de la dose sur la mortalité (Fig. 111). La DL50 calculée pour l'extrait de clémentinier est de 7,41% (Fig.112).

3.1.8. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de pampleoussier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet de la dose de l'extrait de *C.maxima* sont représentés dans les figures 113, 114 et 115.

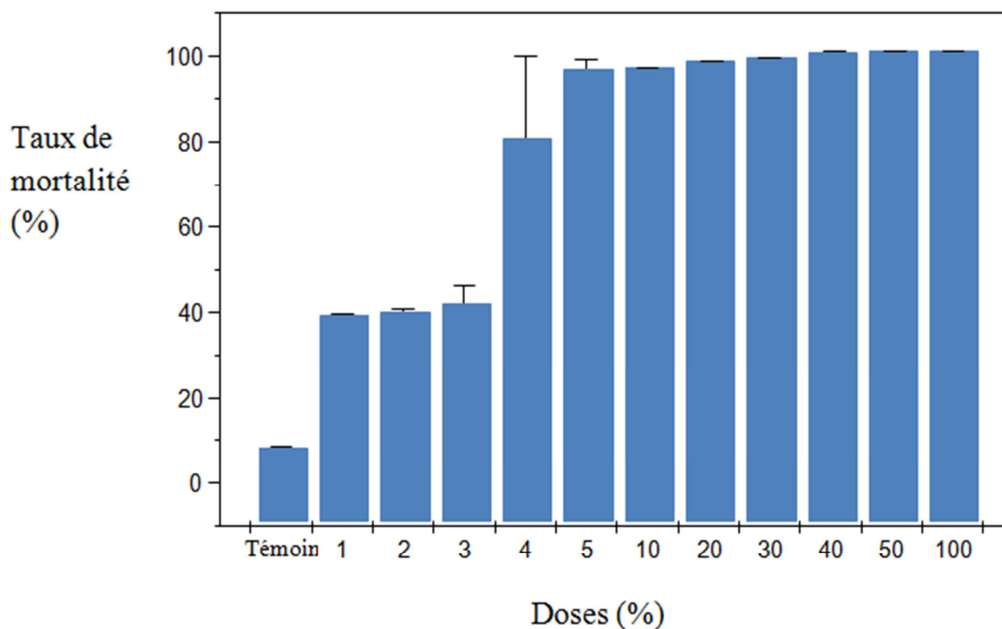


Figure 113: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités aux 11 doses de l'extrait de pampleoussier par voie de contact.

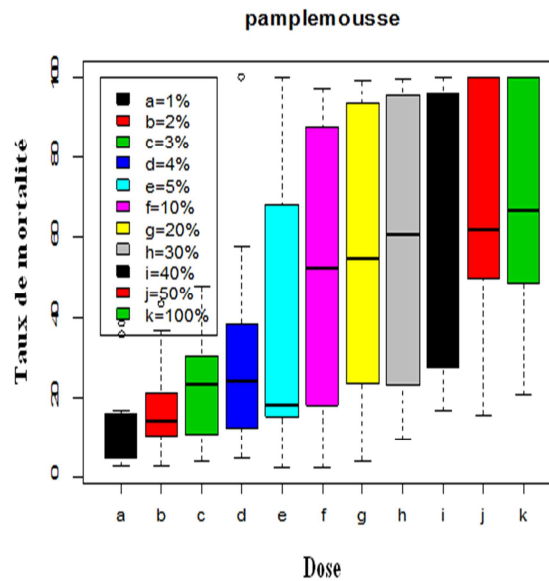


Figure 114: Boxplot Mortalité-Doses pour l'extrait de pamplemoussier.

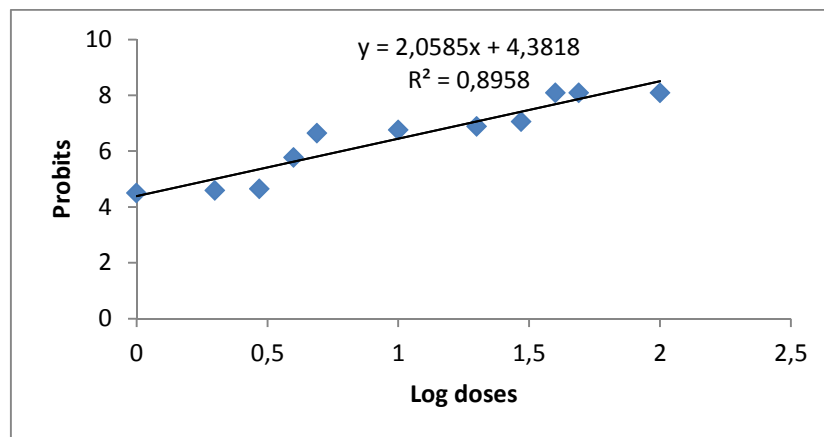


Figure 115: Représentation de la DL50 pour l'extrait de pamplemoussier.

Selon les résultats de la figure 113, nous observons que les doses les plus efficace qui induisent une mortalité totale des populations aphidiennes est celles de 50% et 100%. Le test de Kruskal-Walis donne une p-value égale à $1.112e-11 \ll 0.05$. Ce qui veut dire qu'il y a un effet très significatif de la dose sur la mortalité (Fig. 114). La DL50 de l'extrait de pamplemoussier est de 2% (Fig.115).

3.2. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*A.fabae*

Dans cette partie nous présentons les résultats de l'effet du temps des 8 extraits testées : romarin, origan, thym, la lavande, citronnier, pamplemoussier, oranger, clémentinier ainsi que le TL50 pour chaque extrait.

3.2.1. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de thym sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps d'extrait de *T.numidicus* sur les populations aphidiennes sont représentés dans les figures 116, 117 et 118.

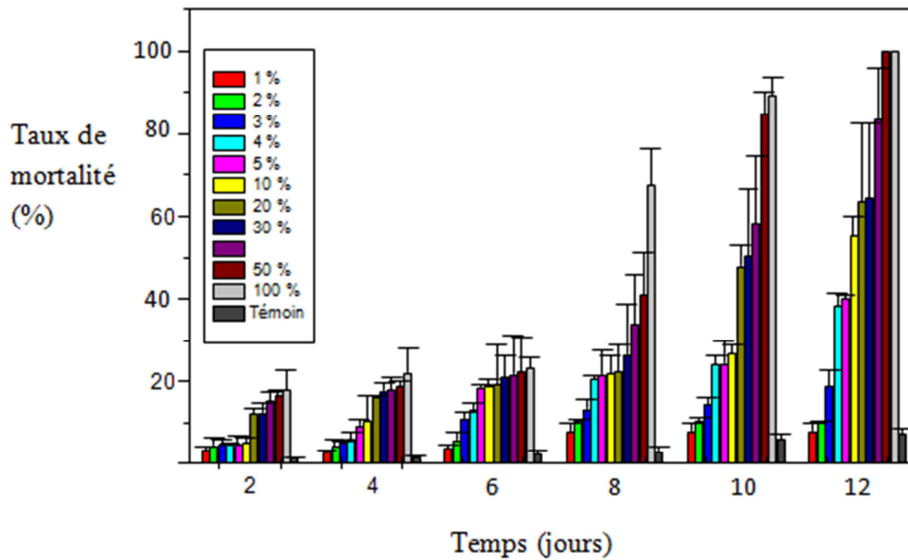


Figure 116: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de thym par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

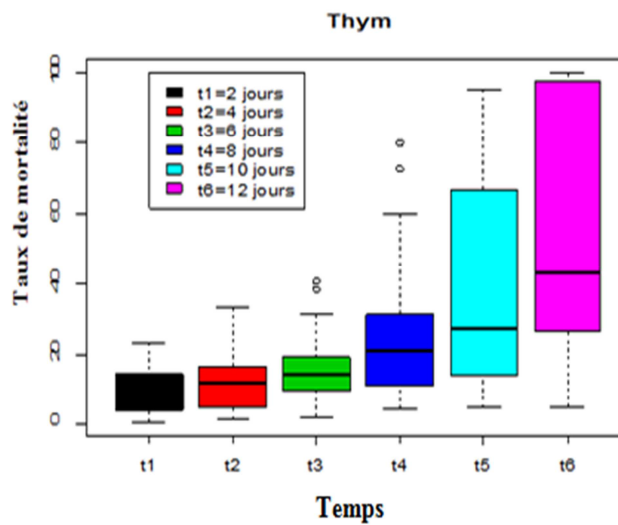


Figure 117: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de Thym.

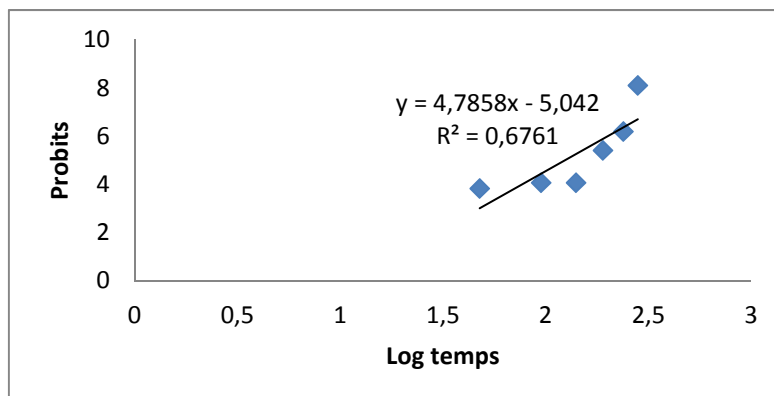


Figure 118 : Représentation du TL50 pour l'extrait de thym.

Aux doses 50% et 100%, l'extrait de thym, montre une mortalité totale des individus après 12 jours de traitement. D'après le test Kruskal Wallis (P -value= $1.811e-14 << 0.05$), on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

LeTL50 de l'extrait de thym est de 128,82 heures (Fig.118).

3.2.2. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de romarin sur les populations d'*A.fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de *R. officinalis* sur les populations d'*A.fabae* sont mentionnés dans les figures 119, 120 et 121.

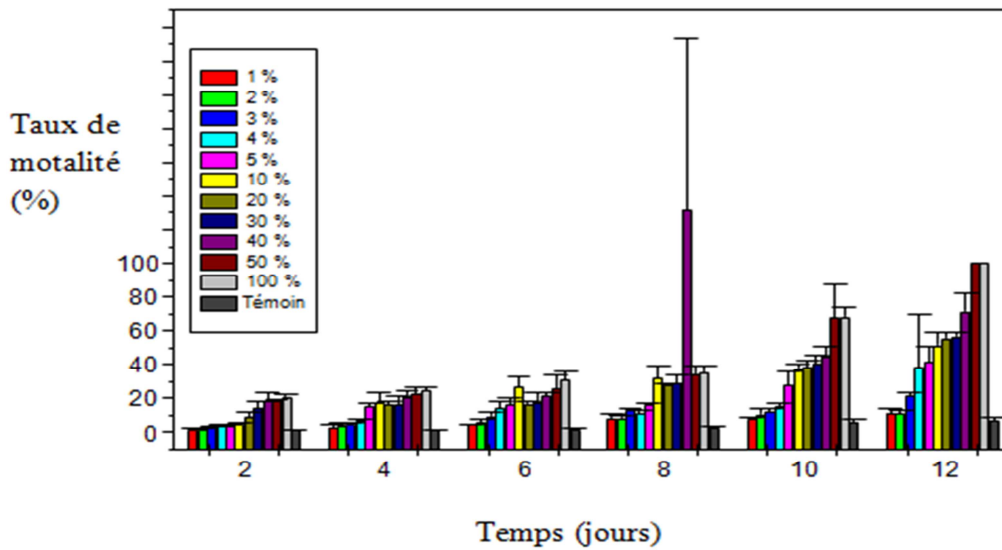


Figure 119: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de romarin par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

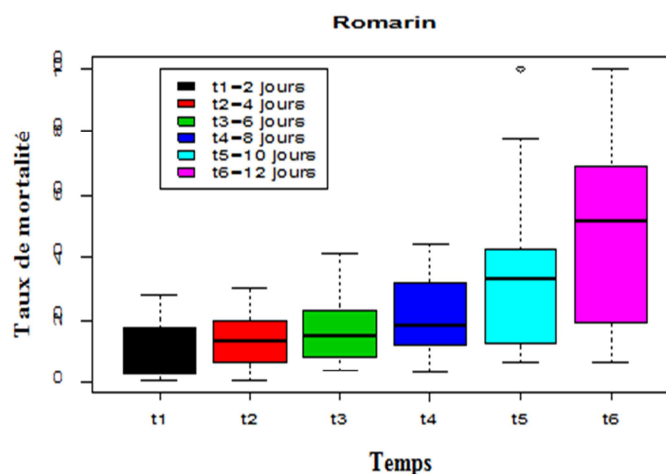


Figure 120: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de Romarin.

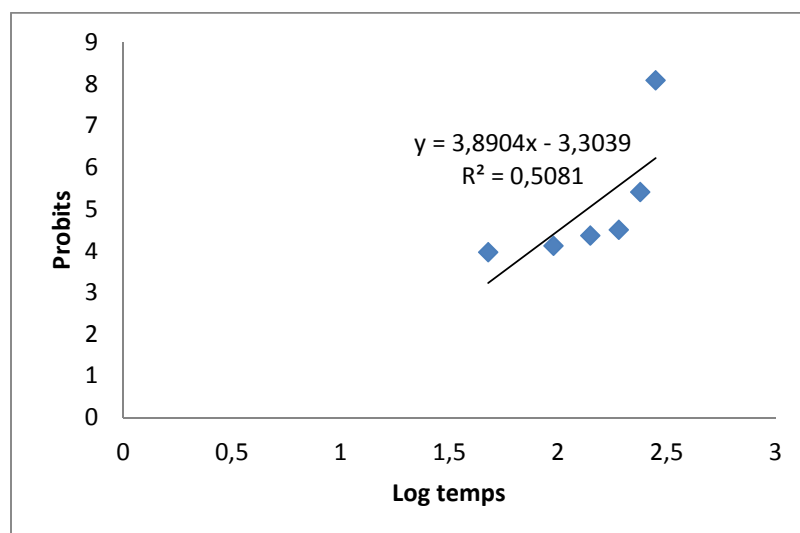


Figure 121 : Représentation du TL50 pour l'extrait de romarin.

D'après les résultats des figures 119 et 120, l'extrait de *R. officinalis*, montre une mortalité totale des individus aux doses 50% et 100% après 12 jours de traitement. D'après le test Kruskal Wallis (P -value= 5.711e-16<<0.05), on peut dire ici qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 de l'extrait de romarin est de 134,89 heures (Fig.121).

3.2.3. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de l'origan sur les populations d'*A.fabae* sont représentés dans les figures 122, 123 et 124.

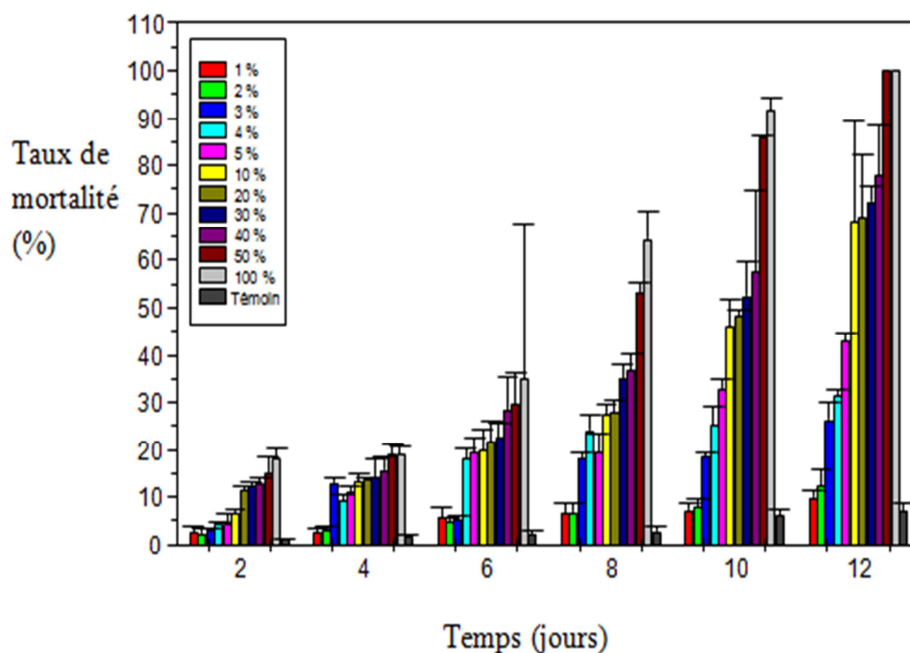


Figure 122: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait d'origan par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

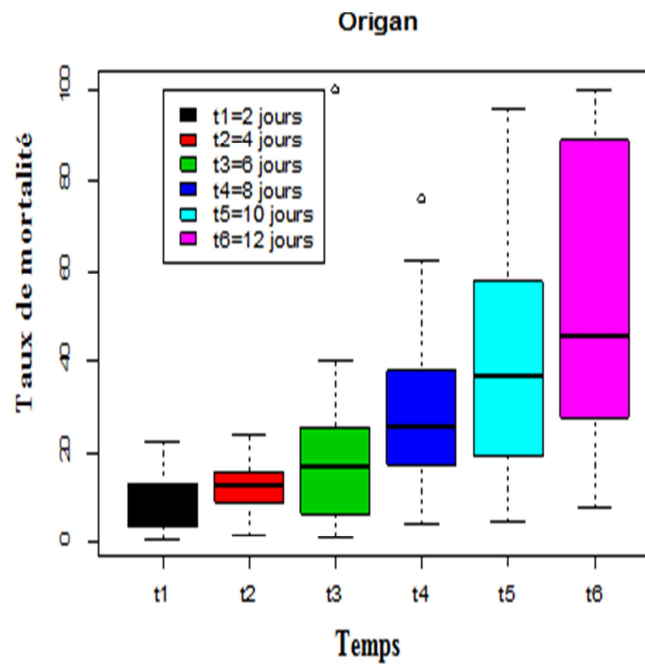


Figure 123: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'origan.

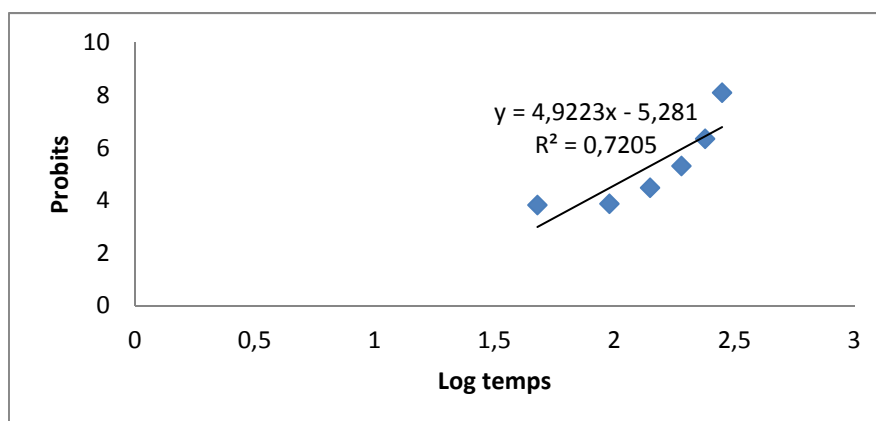


Figure 124: Représentation du TL50 pour l'extrait d'origan.

Après 12 jours de traitement des populations d'*A.fabae* avec l'extrait d'origan, nous obtenons une mortalité totale des individus, figures 122 ; 123 aux doses 50% et 100%. D'après le test Kruskal Wallis (P -value= $9.912e-14 \ll 0.05$), on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 d'extrait d'origan est de 123,03 heures (Fig.124).

3.2.4. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de lavande sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de lavande sur les populations aphidiennes sont représentés sur les figures 125, 126 et 127.

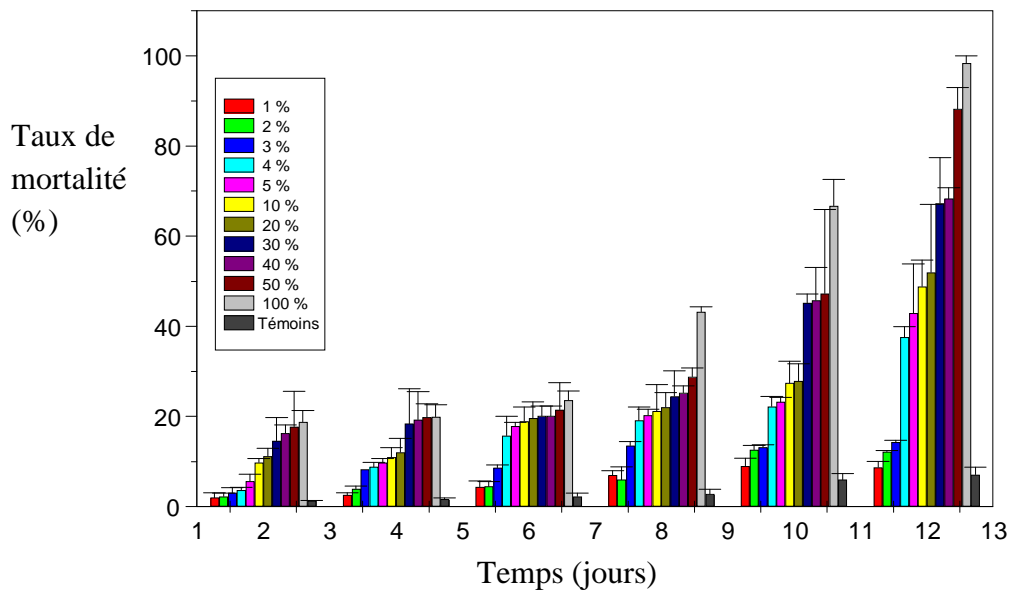


Figure 125: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de lavande par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

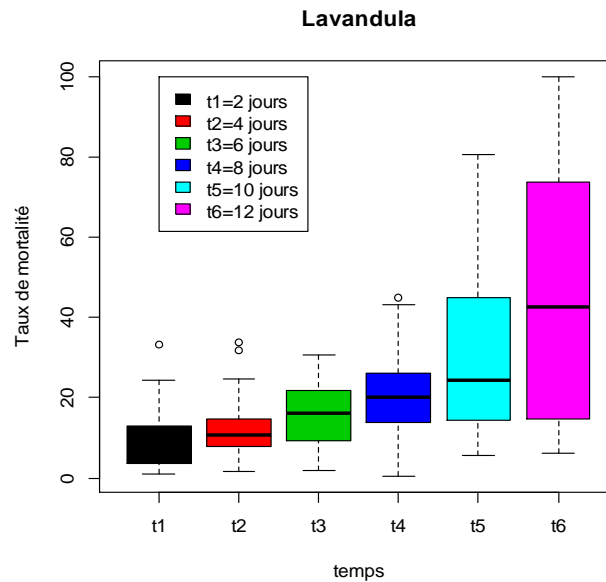


Figure 126: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de Lavande.

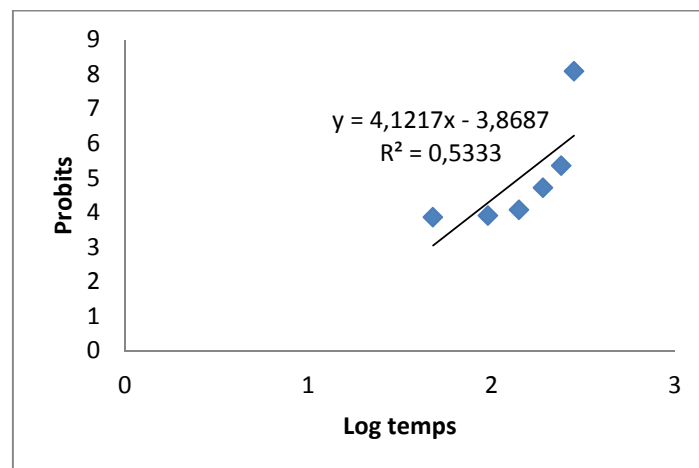


Figure 127 : Représentation du TL50 pour l'extrait de lavande.

D'après les résultats des figures 125 et 126, l'extrait de lavande, montre une mortalité des individus qui est de 98,41% à la dose 100% après 12 jours de traitement. D'après le test Kruskal Wallis (P -value= $5.006e-16 << 0.05$), on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 d'extrait de lavande est de 141,25 heures (Fig.127)

3.2.5. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de citronnier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de citronnier sur les populations d'*A. fabae* sont représentés dans les figures 128, 129 et 130.

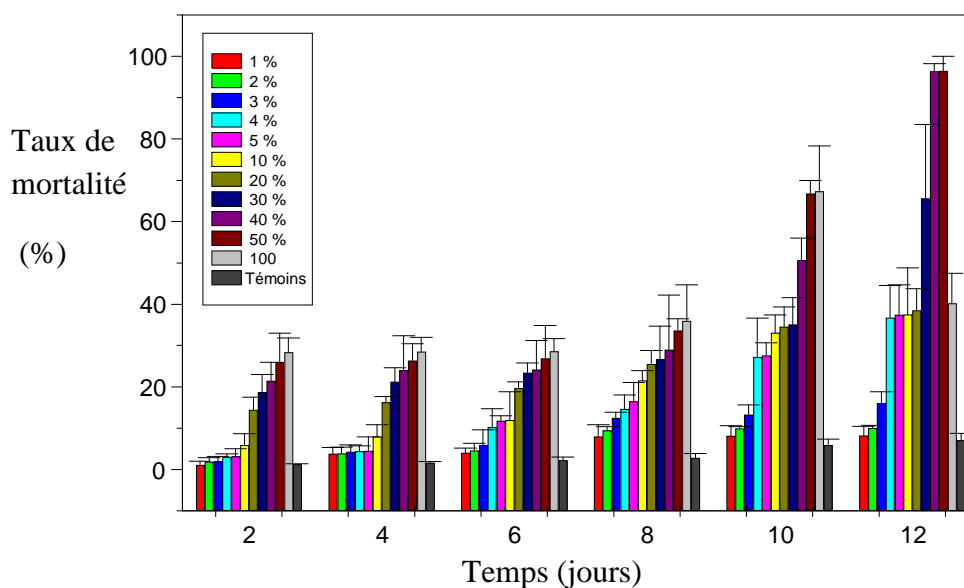


Figure 128: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de citronnier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

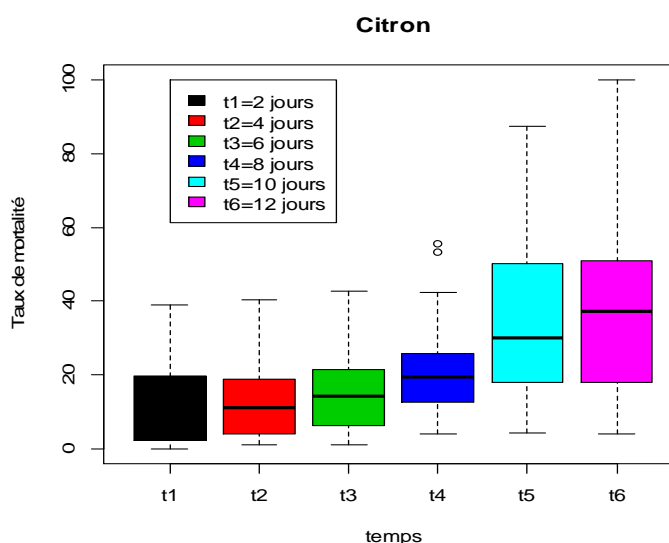


Figure 129: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de citronnier.

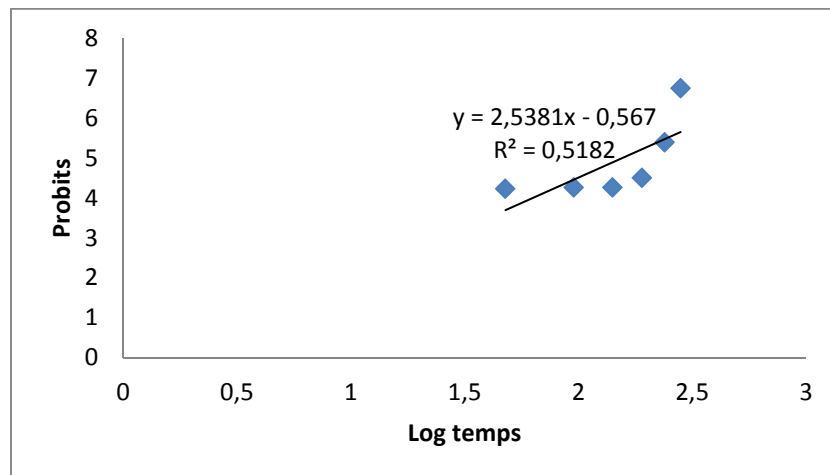


Figure 130: Représentation du TL50 pour l'extrait de citronnier.

D'après les résultats des figures 128 et 129, l'extrait de citronnier, montre une mortalité des individus qui est de 96,49% à la dose 100% après 12 jours de traitement. D'après le test Kruskal Wallis où la p-value est égale à $2.64e-10 \ll 0.05$, on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 de l'extrait de citronnier est de 154,88 heures (Fig.130).

3.2.6. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'oranger sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait d'oranger sur les populations aphidiennes sont représentés dans les figures 131, 132 et 133.

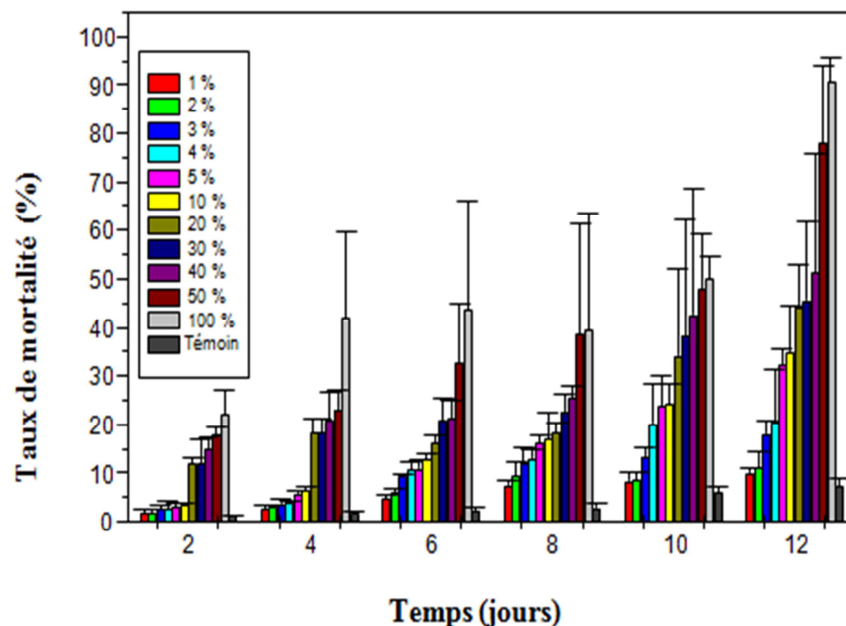


Figure 131: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait d'oranger par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

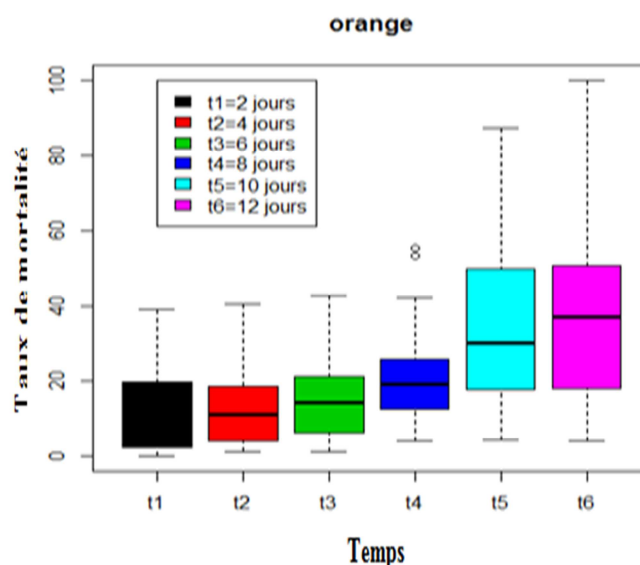


Figure 132: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de l'oranger.

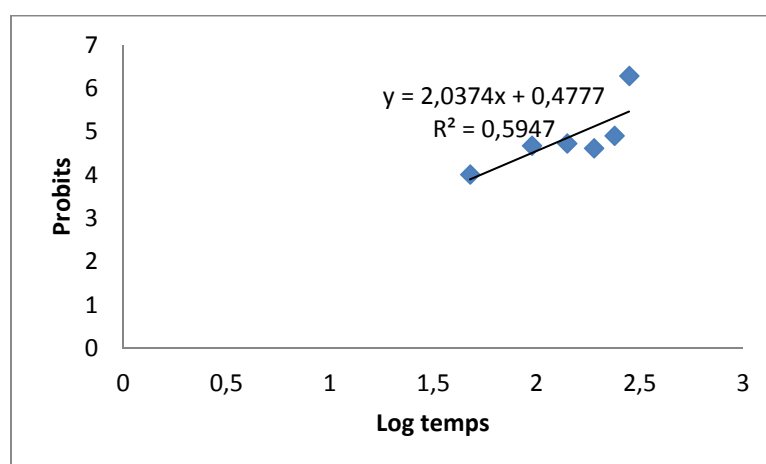


Figure 133: Représentation du TL50 pour l'extrait d'oranger.

D'après les résultats des figures 131 et 132, après le traitement avec l'extrait d'oranger, nous constatons que le taux de mortalité augmente au fil de temps. C'est au temps T6=12 jours qu'on obtient un taux de mortalité de 90,74% pour la dose de 100%. On peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 de l'extrait d'oranger est de 165,96% (Fig.133).

3.2.7. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de clémentinier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de clémentinier sur les populations aphidiennes sont mentionnés dans les figures 134, 135 et 136.

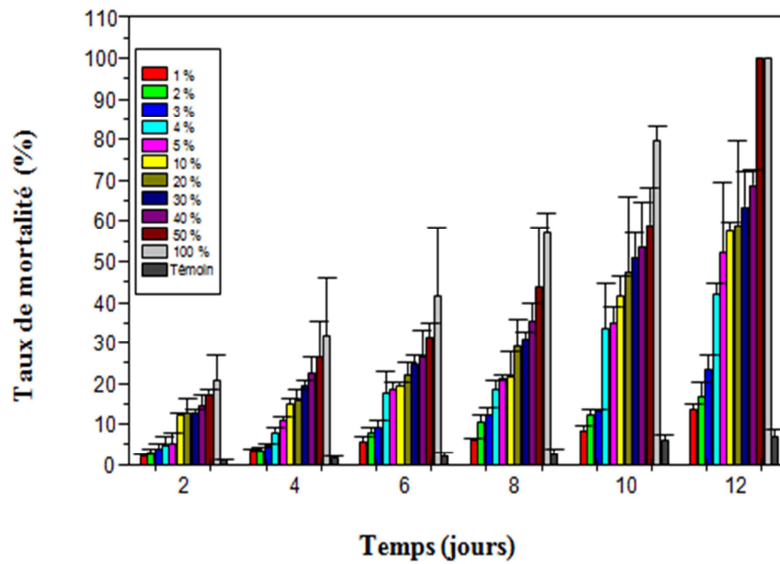


Figure 134: Mortalité des individus d’*A.fabae* traités à l’extrait de clémentinier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

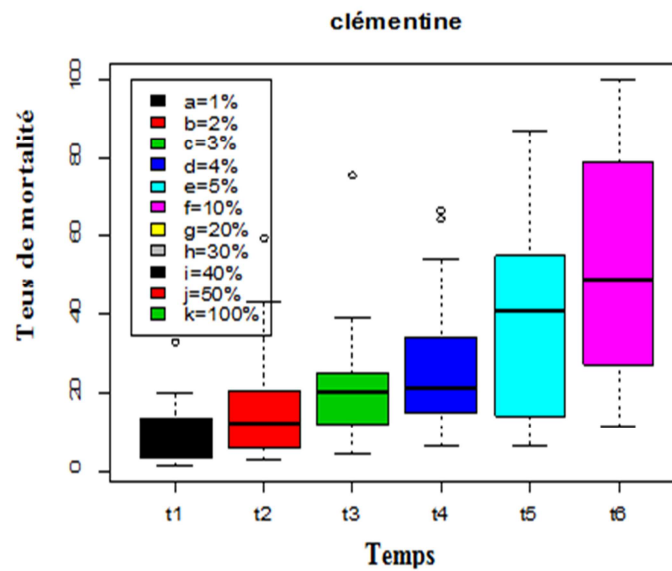


Figure 135: Boxplot Mortalité-Temps pour l’extrait de clémentinier.

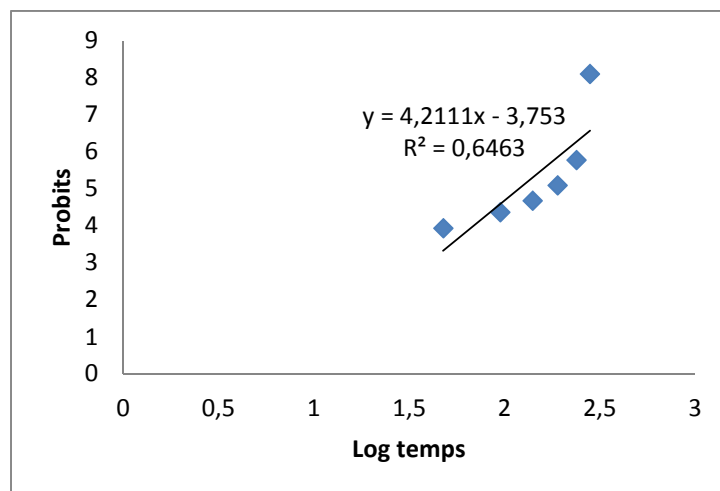


Figure 136: Représentation du TL50 pour l’extrait de clémentinier.

D'après les résultats des figures 134 et 135, après 12 jours de traitement avec l'extrait de clémentinier, nous constatons que la mortalité est totale à la dose de 100%. D'après le test Kruskal Wallis avec une $p\text{-value}=6.93e-15 \ll 0.05$, on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 de l'extrait de clémentinier est de 120,226% (Fig.136).

3.2.8. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de pamplemoussier sur les populations d'*A. fabae*

Les résultats de l'effet du temps de l'extrait de pamplemoussier sur les populations d'*A. fabae* sont notés sur les figures 137, 138 et 139.

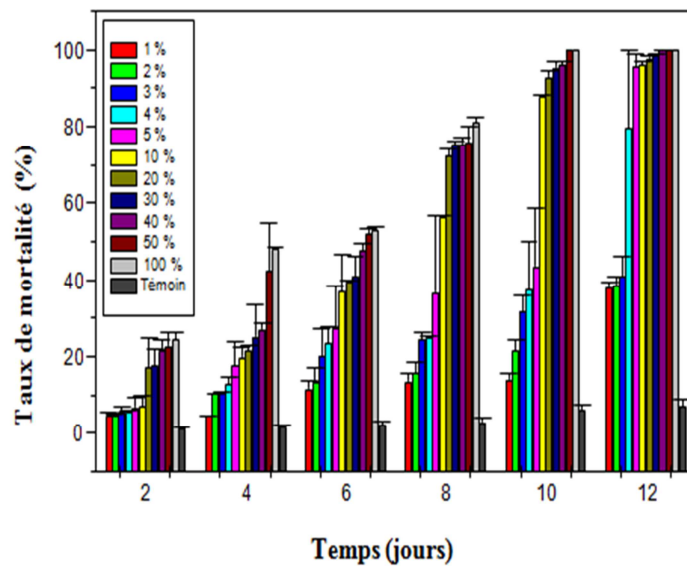


Figure 137: Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de pamplemoussier par voie de contact, en fonction du temps après le traitement.

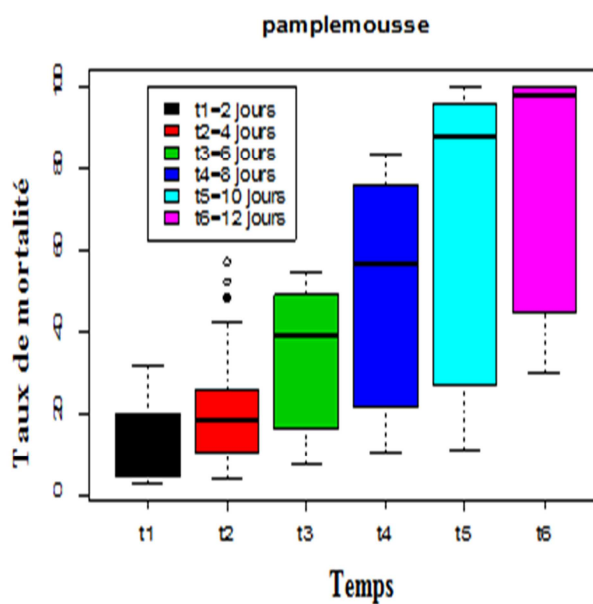


Figure 138: Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de pamplemoussier.

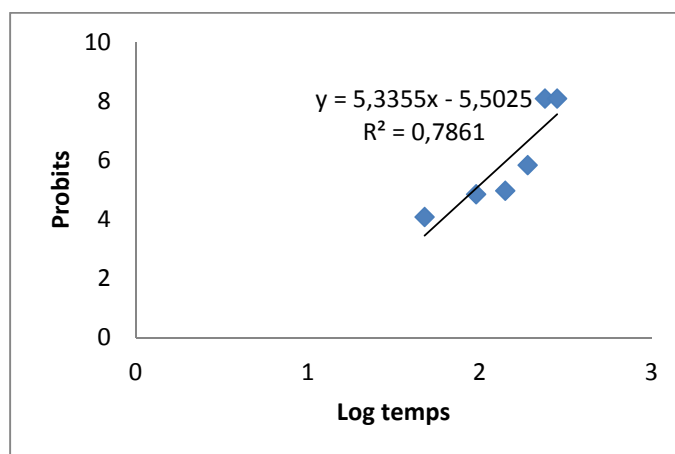


Figure 139 : Représentation du TL50 pour l'extrait de pamplemoussier.

D'après les résultats des figures 137 et 138 un taux de mortalité totale est observé après 12 jours de traitement avec l'extrait de pamplemoussier à la dose de 50% et 100% respectivement. D'après le test Kruskal Wallis, on a une $p\text{-value} < 2.2e-16 < 0.05$, on peut dire qu'il y a un effet très significatif du temps sur le taux de mortalité.

Le TL50 d'extrait de pamplemoussier est de 93,325% (Fig.139).

3.3. Effet de la nature de l'extrait sur les populations d'*A.fabae*

3.3.1. Les lamiacées

La différence entre l'efficacité des quatre extraits des Lamiacées à savoir : l'origan, le thym, le romarin et la lavande appliqués par voie de contact est illustrée dans la figure 140.

Ces résultats montrent que les quatre extraits testés manifestent une activité biocide assez importante aux doses de 50% et 100% où les taux de mortalité sont de 100%. L'extrait le moins toxique est celui de la lavande avec un taux de mortalité de 98,59% à la dose de 100% (Fig. 140).

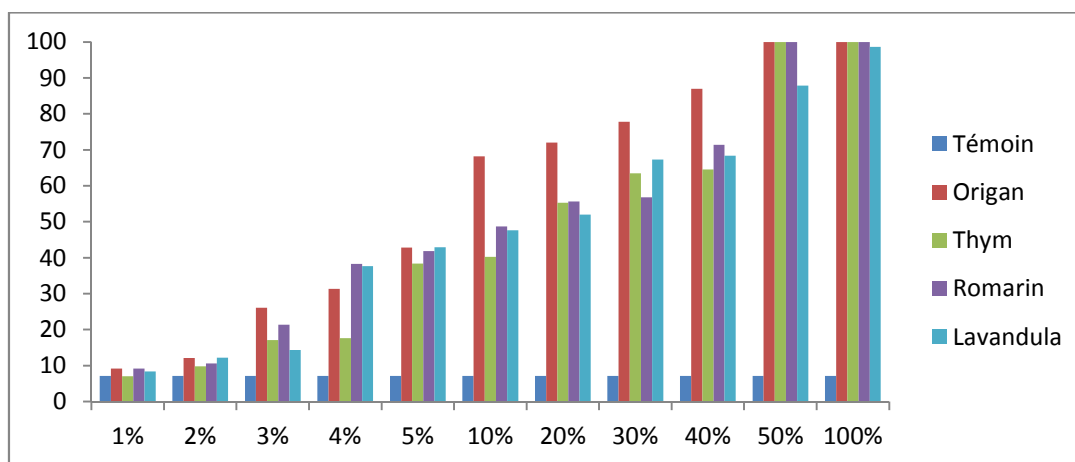


Figure 140: Variation du taux de mortalité selon les extraits (origan, thym, romarin, lavande) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes.

3.3.2. Les Rutacées

La différence entre l'efficacité des quatre extraits de Rutacées à savoir : l'oranger, le clémentinier, le pamplemoussier et le citronnier appliqués par voie de contact est illustrée dans la figure 141.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait de pamplemoussier exerce l'effet biocide le plus toxique avec une mortalité totale aux doses de 50% et 100%. Les extraits de citronnier, de clémentinier et d'oranger manifestent également une activité biocide assez importante avec un taux de mortalité le plus élevé de 99,3% pour le citronnier et clémentinier à la dose de 100% et de 99,11% pour l'oranger à la dose de 100%.

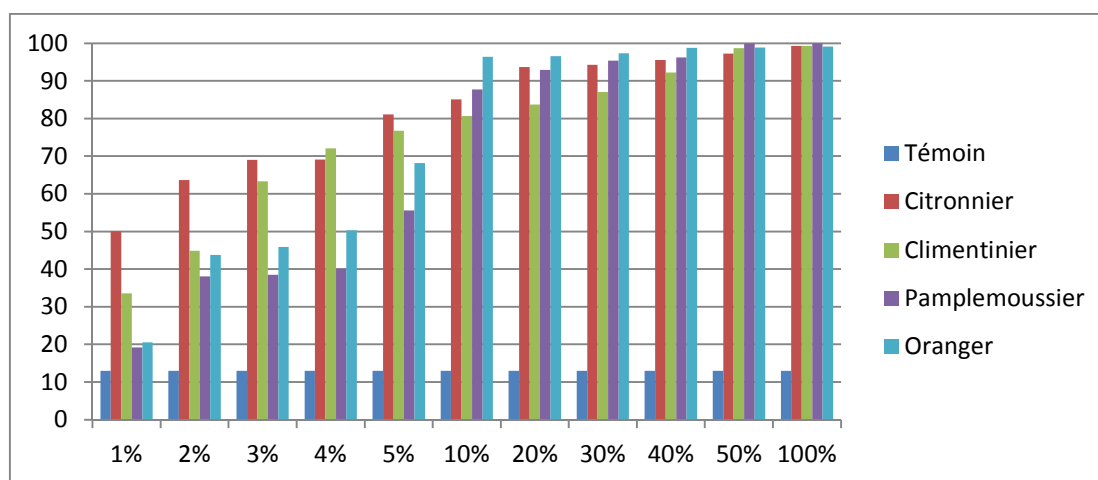


Figure 141: Variation du taux de mortalité selon les extraits (Citronnier, clémentinier, pamplemoussier, oranger) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes.

3.4. Etude de la composition des plantes testées

3.4.1. Analyse qualitative et quantitative de la composition des huit extraits testés

3.4.1.1. Analyse qualitative : Screening phytochimique

Les tests de caractérisation phytochimique réalisés sur l'infusé et la poudre des feuilles des plantes testées révèlent la présence de plusieurs substances. Les résultats de cette étude sont mentionnés dans le tableau 70.

Tableau 70: Résultats du Screening phytochimique des 8 plantes testés.

Substances	Résultats positifs	Thy	Ori	Rom	Lav	Citr	Clém	Oran	Pamp
Tanins totaux	Bleu noir	-	+	+	+	+	-	-	+
Tanins catichiques	Rouge orange	+	+	+	+	-	-	-	-
Anthocyanes	Coloration rouge	-	-	+	-	+	-	+	+

Saponoside	Précipité blanc	+	-	-	+	+	-	+	-
Irridoïde	Coloration bleu	-	-	-	-	-	-	-	-
Mucilages	Précipité floconneux	+	+	+	-	+	+	+	+
Sucres réducteurs	Précipité rouge brique	+	+	+	+	-	-	-	-
Flavonoïdes	Rouge orange	+	+	+	+	-	-	-	-
Polyphénols	Coloration bleu noirâtre	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+++
Caroténoïdes	Coloration Vert bleu	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanins galliques	Bleu foncé	+	+	+	+	-	-	-	-
Glucosides	Coloration rouge brique	+	+	+	+	+	+	+	+
Amidon	Coloration bleu violette	+	+	+	+	+	+	+	+
Protéines	Coloration violette	+	+	+	+	-	-	-	-

(-) : absence de substance ; (+) : présence de substance ; (+++) : très forte teneur en substance. **Thy** : thym, **Ori** : Origan, **Rom** : Romarin, **Lav** : Lavande, **Citr** : Citron, **Clém** : Clémentine, **Oran** : Orange, **Pamp** : Pamplemousse.

Selon les réactions de caractérisation phytochimique, nous pouvons mentionner la présence ou bien l'absence des principaux groupes phytochimiques au niveau des feuilles des huit plantes échantillonnées. D'après les résultats obtenus, nous constatons que les quatre plantes de lamiacées présentent une très forte teneur en polyphénols ainsi que la présence des tanins (totaux, galliques, catichiques), saponosides, mucilages, sucres réducteurs, flavonoïdes, glucosides, amidon et des protéines. Les anthocyanes sont présents uniquement dans le romarin. En revanche, nous notons une absence totale des caroténoïdes dans le thym, le romarin, l'origan et la lavande. Les quatre plantes d'agrumes présentent également une très forte teneur en polyphénols ainsi que la présence des saponosides, mucilages, glucosides et amidon. Les tanins totaux sont présents dans le citronnier et le pamplemoussier. Les anthocyanes sont présents dans l'oranger, le citronnier et le pamplemoussier. En revanche, nous notons une absence totale des tanins (gallique et catichique), des irridoides, des sucres réducteurs, des caroténoïdes, des flavonoïdes et des protéines dans les feuilles d'agrumes.

3.4.1.2. Analyse quantitative des polyphénols totaux des extraits méthanoliques

Cette analyse a comme objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux dans les extraits testés.

3.4.1.3. Dosage spectrale des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode colorimétrique au réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton et *al.*, 1999). L'acide gallique a été utilisé comme étalon (Fig.142).

En présence des polyphénols, le complexe Folin-Ciocalteu change sa couleur du jaune au bleu, ce qui permet de mesurer l'intensité de la couleur à longueur d'onde de 760 nm (Huang et *al.*, 2005).

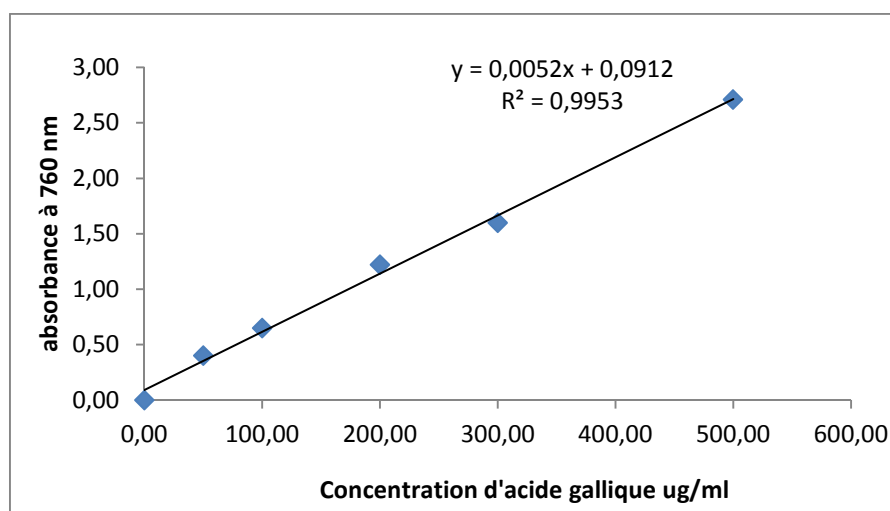


Figure 142 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique µg /ml

La quantité des polyphénols correspondante a été rapportée en microgramme d'équivalent de l'étalon utilisé par ml d'extrait (ug Eq/ml d'extrait) et déterminée par l'équation de type : $y = ax+b$. Les résultats sont rapportés dans le tableau 71.

Tableau 71: Concentration des polyphénols des extraits méthanoliques

Nom de plante	Absorbance à 760 nm	Facteur de dilution	Concentration en ug /ml
Thym	0,438	0	69,53±2,08
Origan	1,184	0	218,73±0,22
Romarin	0,412	0	64,2±2,4
Lavande	0,652	0	112,2±0,266
Oranger	0,271	0	36±0 1,33
Citronnier	0,828	0	147,46±03,15
Clémentinier	0,386	0	59±01,33
Pamplemoussier	0,267	0	35,2±00,26

Les résultats du dosage des polyphénols montrent que les extraits méthanoliques des plantes testées contiennent des teneurs importantes en polyphénols qui varient entre 35,2 et 147,46 ug EAG/ml pour les agrumes dont l'extrait de citronnier est le plus riche en polyphénols avec une concentration de 147,46 ug EAG/ml. Les Lamiacées testées contiennent des teneurs très importantes en polyphénols qui varient entre 64,2 et 218,73 ug EAG/ml. La teneur la plus élevée est enregistrée chez l'origan.

Chapitre VI

Discussion

L'analyse de la faune aphidienne dans les parcelles des légumineuses alimentaires étudiées a permis de mettre en évidence la présence de 68 espèces de pucerons sur les différentes cultures. 29 sont recensées dans les cultures de fève espèces (variété Séville : 21 espèces, variété féverole : 20 espèces, variété Histal : 20 espèces), 44 espèces pour les cultures de petit pois (variété Merveille De Kelvedone : 27 espèces, variété Utrillo : 28 espèces, variété Rakaia : 16 espèces et variété Onward : 25 espèces), 34 espèces dans les cultures de pois chiche (variété Flip 93 /93 : 21 espèces et variété Méxicaine : 30 espèces), 38 espèces dans les cultures d'haricot (*Phaseolus vulgaris* : variété Zema : 17 espèces, variété Dajzera : 18 espèces, variété Nelson : 21 espèces et pour *Vigna unguiculata* ; variété Niébé : 20 espèces) et 40 espèces dans la culture de lentille (variété Corail : 33 espèces, variété Syrie :29 espèces). Ces espèces sont réparties en plusieurs sous-familles qui sont les Aphidinae, les Anoeciinae, les Chaitophorinae, les Myzocallidinae et Pemphiginae. La sous-famille des Aphidinae est prédominante avec 2 tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Les présents résultats concordent avec ceux de Benoufella-Kitous et *al.* (2014) qui ont signalé la présence de 27 espèces de pucerons dans une parcelle de fève dans la région de Draâ Ben khedda (Tizi-Ouzou) dont 125 individus répartis en 25 espèces en 2008 et 143 individus répartis en 19 espèces en 2013. Ces espèces se répartissent en trois Sous-familles : les Aphidinae, les Chaitophorinae et les Pemphiginae. A Tala Amara (Tizi-Ouzou) dans des cultures de pois chiche et de lentille, Benoufella-Kitous et Medjdoub-Bensaad (2016) ont recensé 55 espèces de pucerons réparties 4 sous-familles : les Aphidinae, les Chaitophorinae, les Myzocallidinae et les Pemphiginae. En 2019, Benoufella-Kitous et *al.*, ont étudié la diversité des pucerons de quatre légumineuses alimentaires (la fève, le pois chiche, le petit pois et la lentille) dans la région de Tizi-Ouzou. Les résultats obtenus par ces auteurs ont montré l'existence de 43 espèces de pucerons réparties en trois sous-familles dont la plus dominante est la sous famille des Aphidinae. A Oued-Smar, sur une culture de fève, Boussad et Doumandji (2004) signalent que parmi les insectes récoltés, la famille des Aphidae est la plus représentée avec un total de 73 individus. Travaillant dans la région de Biskra, Laamari et Hebbel, en 2006, ont identifié 16 espèces dans un inventaire des pucerons de la fève. Ces espèces sont réparties dans deux sous-familles, celle des Aphidinae et des Myzocallidinae. Ces espèces sont réparties dans deux sous-familles, celle des Aphidinae et des Myzocallidinae. De même, Laamari et *al.* (2010) signalent que parmi les pucerons recensés, 47 espèces appartiennent à la sous famille des Aphidinae. Dans une étude sur la faune Aphidienne dans la région de Chott Meriem, en Tunisie, Ben Halima-Kamel et *al.* (2012) notent 29 espèces appartenant à la sous-famille des Aphidinae. Dans une étude sur la faune aphidienne dans la région de Chott Meriem, en Tunisie, Ben Halima-Kamel et *al.* (2012) notent 29 espèces

appartenant à la sous-famille des Aphidinae. Une étude similaire, menée par Ashby et Fletcher (1982) en Nouvelle Zélande a révélé l'existence de 13 espèces de pucerons sur la fève à variété Séville. Ces espèces appartiennent à deux sous-familles à savoir les Aphidinae et les Myzocallidinae. Les travaux de Lopes et *al.* (2012) en Belgique, révèlent la présence de 37 espèces de pucerons dans un champ de pois. Kuroi et Lantos (2008) recensent durant une vingtaine d'années, 24 espèces de pucerons dans une culture de fève dans la région de Mosonmagyaróvár (Hongrie). Ces pucerons se répartissent en 3 sous-familles, celles des Aphidinae, des Myzocallidinae et des Chaitophorinae. Singh et *al.* (2016) dans une étude sur la biodiversité des aphides qui infestent les légumineuses en Inde, révèlent la présence de 73 espèces pouvant infester ces cultures.

La richesse en espèces aphidiennes caractérisant les parcelles d'études, peut être justifiée d'une part par les conditions climatiques favorables à l'envol des pucerons, et d'autre part, par l'abondance et la diversité des plantes hôtes cultivées et adventices susceptibles d'attirer les pucerons. Hanski et Cambefort (1991) affirment que la richesse d'un peuplement dépend du niveau des ressources trophiques disponibles et des conditions climatiques des biotopes d'étude. En effet, l'augmentation de la diversité végétale entraîne un accroissement de la diversité des phytophages (Barbault, 1981). De même, Bassino (1983) signale que la faune aphidienne est diversifiée lorsque la flore présente l'est aussi. Les plantes sauvages sont bien souvent la source additionnelle pour les pucerons ailés qui vont s'installer dans les cultures réceptives (Remaudière et Autrique, 1984). Lascaux (2010) rapporte qu'il est important d'identifier les plantes adventices afin de prévenir une éventuelle invasion de pucerons sur le végétal cultivé. Benoufella-Kitous (2015) affirme que la richesse floristique a toujours pour conséquence directe la richesse de la faune phytophage et que ces plantes peuvent servir de refuge aux pucerons ou carrément de source nutritive. En effet, il est à mentionner une différence dans la richesse spécifique du couvert végétal, avec 12 espèces de plantes adventices recensées dans les parcelles de fève chacune (*Echium plantagineum*, *Vicia sicula*, *Rumex* sp., *Avena sterilis*, *Oxalis pes-caprea*, *Erigeron canadensis*, *Papaveraceae*, *Orobanche crenata*, *Hedysarum flexuosum*, *Anagalis arvensis*, *Hordeum marinum*, *Borago officinalis*), 6 espèces dans les parcelles d'haricot (4 espèces pour la variété Zema : *Erigeron canadensis*, *Echium plantagineum*, *Oxalis pes-caprea*, *Cynodon dactylon*, 5 espèces pour la variété Nelson : *Erigeron canadensis*, *Echium plantagineum*, *Oxalis pes-caprea*, *Cynodon dactylon* et *Convolvulus arvensis*, 4 espèces pour la variété Djazera : *Erigeron canadensis*, *Echium plantagineum*, *Oxalis pes-caprea* et *Chenopodium* spp.) et 5 espèces pour le Niébé : *Erigeron canadensis*, *Echium plantagineum*, *Oxalis pes-caprea*, *Chenopodium* spp. et

Cynodon dactylon), 7 espèces dans les parcelles de petit pois (6 espèces pour la variété Kelvedone : *Erigeron canadensis*, *Galactites tomentosa*, *Rumex* sp., *Oxalis pes-caprea*, *Orobanche crenata* et *Anagalis arvensis*, 5 espèces pour la variété Utrillo : *Erigeron canadensis*, *Galactites tomentosa*, *Oxalis pes-caprea* et *Anagalis arvensis*, 6 espèces pour les variétés Rakaia et Onward : *Galactites tomentosa*, *Orobanche crenata*, *Oxalis pes-caprea*, *Erigeron canadensis*, *Anagalis arvensis* et *Chenopodium* spp.), 6 espèces dans les parcelles de pois chiche (*Rumex* sp., *Cynodon dactylon*, *Chenopodium* spp., *Erigeron canadensis*, *Hordeum marinum* et *Oxalis pes-caprea*) et 6 espèces dans les parcelles de lentille (*Rumex* sp., *Cynodon dactylon*, *Chenopodium* spp., *Erigeron canadensis*, *Hordeum marinum* et *Oxalis pes-caprea*).

Selon Hullé et al. (2010), le nombre d'individus ailés produits et leur capacité de voler dépendent de la température. Selon les mêmes auteurs, des températures supérieures à 20°C favorisent la reproduction parthénogénétique, la survie des individus actifs le long de l'année et leur mobilité. En 2018, les températures moyennes notées durant la période expérimentale pour les variétés Féverole, Séville, Merveille De Kelvedone et Utrillo, sont comprises entre 16,8 et 21,3 °C. Pour les variétés Zema et Djazera, ces températures sont comprises entre 18,7 et 24,3 °C. Des températures comprises entre 21,3 et 29,9 °C sont notées durant la culture des variétés Nelson et Niébé. En 2019, les températures moyennes enregistrées durant la période d'étude pour la variété Histal sont comprises entre 15,6 et 22,4 °C et entre 15,6 et 19,4 °C pour les variétés Rakaia et Onward. Pour les deux autres variétés de pois chiche et de lentille, les températures moyennes sont comprises entre 19,2 et 30,3 °C. Ces températures constituent donc un facteur favorable pour l'envol de la majorité des espèces aphidiennes.

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces piégées dans des bassines jaunes durant les deux années d'étude 2018 et 2019 sont assez proches de zéro pour les variétés Histal, Rakaia, Onward, Zema, Niébé et Flip 93/93. De ce fait les présents échantillonnages peuvent être qualifiés de bons. Les espèces observées une seule fois dans les parcelles d'étude sont donc classées comme des espèces accidentelles. Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a), travaillant sur les pucerons de la fève au niveau de la station de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou), ont noté une valeur de 0,07, avec une seule espèce observée une seule fois. Il s'agit de *R.padi*. Ces résultats concordent avec ceux de Medjdoub-Bensaad et al. (2014b) qui ont trouvé que la valeur de a/N était égale à 0,16 dans une parcelle de fève à Tizi-Ouzou. Les espèces observées une seule fois par ces auteurs sont *B.brassicae* et *D.plantaginea*. De même, Benoufella-Kitous (2015) a enregistré dans deux parcelles de fève des

valeurs de 0,10 et 0,16. Les espèces observées une seule fois en un seul exemplaire par cet auteur sont : *S.maydis*, *C.pastinacae*, *S.avenae*, *M.persicae* et *R.insertum*. Par contre, pour les variétés Séville, féverole, Merveille De Kelvedone, Utrillo, Djazera, Nelson, Mexicaine, Syrie et Corail, les valeurs sont proches de 1, ce qui signifie que de la qualité d'échantillonnage manque de précision. 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 différents biotopes.

L'analyse des relevés montre qu'*A.gossypii* et *M.persicae* sont les espèces les plus fréquentes au niveau de la parcelle de petit pois à variété Merveille de Kelvedone. Au niveau de la variété Utrillo, c'est *M.persicae* qui est la plus représentée. Dans les deux cultures de fève (Séville et Féverole), deux espèces se montrent abondantes, il s'agit d'*A.fabae*, suivie par *A.gossypii*. Par contre dans la parcelle Histal, c'est *A.fabae* qui est la plus dominante suivi par *A.gossypii*. *R.padi* et *A.fabae* sont le plus représentés dans la culture d'Onward et pour Rakaia les espèces les plus représentées sont *A.fabae*, *M.persicae*, *A.solani* et *R.padi*. L'espèce la plus capturée dans les parcelles d'haricot variété Zema et Djazera est *M.rosae* suivi par *L.erysimi*. Dans la parcelle de la variété Nelson *M.euphorbiae*, *H.lactucae* et *R.padi* sont les plus représentées et pour Niébé les espèces les plus capturées sont *H.lactucae*, *A.solani* et *A.gossypii*.

Nos résultats sont similaires à ceux de Benoufella-Kitous (2015), qui travaillant dans une parcelle de fève, notent que le puceron du melon et du coton (*A.gossypii*) et le puceron bicolore des céréales (*R.padi*) sont les plus fréquents avec 16,1% des effectifs pour la première espèce et 13,3% des effectifs pour la deuxième espèce en 2013. Mais en 2008, c'est le puceron noir de la fève (*A.fabae*) et le puceron noir de la luzerne (*A.craccivora*) qui abondent avec 16,7% et 14,9% respectivement. Sur la culture de courgette, *A.gossypii* est largement majoritaire avec 99 % des pucerons identifiés sur cette culture (Lopes et al., 2012). Cet aphide est recensé par Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993) sur aubergine, piment, concombre et melon. Cette espèce est aussi signalée par Vayssières et al. (2001) sur Solanacés, Cucurbitacées, Fabacées et Asteracées. Sekkat (2015) la signale sur Cucurbitacées, Solanacées et agrumes. Singh et al. (2016) notent la présence d'*A.gossypii* sur 39 espèces de légumineuses. Benoufella-Kitous et al. (2008a) signalent la présence de cette espèce sur *Galactites tomentosa*. Elle est également signalée par Benoufella-Karima (2015) sur *Avena sterilis* et *Lavatera cretica*. Selon Blackman et Eastop (1994 in Benoufella-Kitous,2015)

A.gossypii est une des espèces de pucerons les plus répandues à travers le monde. Elle se trouve sur tous les continents, avec une préférence pour les climats chauds.

Mezani et al. (2016), dans une étude de l'évaluation des invertébrés sur une parcelle de fève dans la région de Tizi-Ouzou, montrent qu'*A.fabae* est l'espèce la plus dominante dans les assiettes jaunes avec 48 individus qui représentent une abondance relative de 17,84%. Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a) mentionnent que cette espèce ne totalise que 8,2% par rapport à l'ensemble des pucerons capturés au niveau d'une parcelle de fèverole.

Benoufella-Kitous et al. (2019) signalent que l'espèce *A.fabae* est la plus présente avec une fréquence de 23,06% dans une culture de fève. Dans une culture de fève, Kuroli et Lantos (2008) soulignent la dominance d'*Aphis fabae* dans les bassines jaunes avec un pourcentage de 77,4%. Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014b) soulignent l'installation d'*A.fabae* sur *Rumex* sp, *Vicia sicula* ; *Sonchus* sp. et *Melilotus officinalis*. Les travaux de Laamari et al. (2010) rapportent que ce puceron est recensé sur une quinzaine d'espèces végétales. Le puceron noir de la fève est recensé par Ben Halima-Kamel et Ben Hamouda (1993) sur l'aubergine, le concombre et le melon. Selon Hullé et al. (1999), *A. fabae* a pour hôte primaire le fusain et pour hôtes secondaires les Fabacées, les Brassicacées, les Solanacées, les Astéracées et diverses cultures florales et ornementales. *Aphis fabae* est notée sur une quinzaine d'espèces végétales (Laamari et al., 2011). Alhmedi et al. (2007) ont recensé ce puceron sur le blé et le pois.

A.craccivora a été piégé par Benoufella-Kitous et Medjdoub-Bensaad (2016) avec une fréquence de 17,79% dans une parcelle de pois chiche. Laamari et Hebbel (2006) notent la prédominance d'*A.craccivora* dans une parcelle de fève avec une fréquence de 21,3%. Laamari et al. (2010) mentionnent la présence de cette espèce avec un pourcentage de 6%. Jacky et Bouchery (1983) signalent que le puceron noir de la luzerne hiverne sur le collet de luzerne et qu'à la belle saison, il contamine les luzernes, les trèfles, les haricotes, les pois et d'autres légumineuses. Selon Autrique et Ntahimpera (1994), les hôtes préférentielles de cette espèce sont les légumineuses, principalement le niébé, mais également une dizaine d'autres familles botaniques telles que les Composées et les Euphorbiacées.

Benoufella-Kitous et Medjdoub-Bensaad (2016) notent que l'espèce *R.padi* est la plus abondante dans une parcelle de pois chiche avec une fréquence de 19,15%. Le même résultat est obtenu par Benoufella-Kitous et al. (2019) qui notent une abondance de 19,1% pour cette espèce au niveau d'une parcelle de *Cicer arietinum*. Selon Jacky et Bouchery (1983), cette espèce a comme hôte primaire *Prunus padus* et comme hôtes secondaires les diverses graminées sauvages et cultivées. *R.padi* est signalée par Autrique et Ntahimpera (1994) sur les

graminées adventices (*Digetaria abyssinica*, *Eleusine indica*, *Eragrostis olivacea*, *Poa* spp., *Sporobolus pyramidalis*) et cultivées comme l'avoine, l'orge, le blé, le maïs, le sorgho et le riz.

Selon Hullé et al. (1999), *M.persicae* a pour hôte primaire le pêcher et d'autres Rosacées du genre *Prunus* et pour hôte secondaire près de 50 espèces botaniques dont les Solanacées, les Asteracées, les Brassicacées, les Apiacées et les Curcurbitacées. Vayssière et al. (2001) le notent sur *Rumex abyssinicus*, *Euphorbia hirta*, *Solanum nigrum*, *Cajanus cajan*, *Tropaeolum* sp. et *Callistephus* sp. D'après Lopes et al. (2012), *M.persicae* est très présente dans les cultures de pomme de terre avec 70% des pucerons identifiés sur cette culture. Il est recensé par Laamari et al. (2011) sur 16 espèces végétales. Cette espèce est capturée par Sekkat (2015) sur pêcher, poivron, pomme de terre, tomate et plusieurs espèces adventices. Selon cet auteur, *M.persicae* est parmi les espèces de pucerons les plus à craindre et les plus fréquemment nuisibles aux cultures, qui nécessite des interventions phytosanitaires spécifiques. Cet aphide est connu pour être un vecteur de plus de 100 virus de plantes (Blackman et Eastop, 2000).

Il est à noter que dans la présente étude, une espèce est recensée pour la première fois en Algérie. Il s'agit de *Melanaphis sacchari* notée avec une très faible fréquence (1,26%) dans la parcelle de petit pois, variété Utrillo. Le puceron de la canne à sucre, *M.sacchari* est présent dans de nombreux pays africain tels que l'Angola, l'Egypte, l'Ethiopie, le Nigeria, et l'Ouganda. Au Mexique, cette espèce est recensée pour la première fois en 2013, dans des parcelles de sorgho (Maya-Hernandez et Rodriguez-del-Bosque, 2014). En 2016, ce puceron est signalé pour la première fois comme ravageur sur sorgho au Nord-Américain (Bowling et al., 2016). Blackman et Eastop (2000; 2006) signalent que ce ravageur peut se développer aussi sur les Graminées. D'après Holman (2019), *M.sacchari* est observé sur plusieurs espèces de Poacées, de Rosacées, mais également sur Brassicacées. Cette dernière famille est représentée au niveau de la parcelle de petit pois (variété Utrillo) par une espèce à savoir *Sinapisar vensis*, ce qui pourrait peut-être expliquer la présence de cette espèce dans le piège. Selon Francis et al. (2001), la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de culture. Marc (2004) affirme que les individus ailés participent à la dissémination de la population à des distances variables et assurent la colonisation de nouveaux habitats à exploiter.

Cinq catégories d'espèces sont répertoriées sur les différentes cultures de légumineuses alimentaires étudiées durant les deux années d'étude 2018 et 2019 à savoir : accidentelle, accessoire, constance, régulière et omniprésente.

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau des trois parcelles de fève, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont : accidentelles, accessoires, régulières ou constantes. Les résultats obtenus montrent qu'en 2018, *A.fabae* est régulière dans la parcelle de la variété Séville et constante dans celle de la Féverole. *A.gossypii* classée dans la catégorie accessoire pour la variété Séville et constante dans la parcelle de Féverole. En 2019, dans la parcelle de la variété Histal, *A.fabae* et *A.gossypii* sont deux espèces régulières.

En 2018, au niveau de la variété Merveille De Kelvedone, l'espèce *R.padi* est classée comme espèce omniprésente. Les espèces *M.persicae*, *H.lactucae* et *A.fabae* font partie de la catégorie constante. Les espèces *A.craccivora*, *A.gossypii* et *A.verbasci* sont classées comme régulières. Pour la variété Utrillo, l'espèce *A.gossypii* est classée dans la catégorie constante. Les espèces *H.lactucae* et *M.persicae* sont classées comme espèces régulières. En 2019, dans la parcelle de la variété Rakaia, *A.fabae*, *M.persicae* et *R.padi* sont des espèces omniprésentes et *A.solani*, est constante. Pour la variété Onward, les espèces *A.fabae*, *A.solani* et *M.persicae* sont des espèces omniprésentes. L'espèce qui fait partie de la catégorie régulière est *A.gossypii*.

En 2018, sur les cultures d'haricot, l'espèce *M.rosae* est omniprésente sur les deux variétés Zema et Djazera. L'espèce *H.lactucae* est omniprésente dans la variété Nelson et les deux espèces *B.cardui* et *B.helichrysi* sont omniprésentes sur le Niébé. Les espèces *A.fabae*, *A.gossypii*, *A.nerii*, *A.verbasci*, *R.maidis*, *R.padi*, *B.rumexicolens*, *L.erysimi*, *M.euphorbiae* et *A.corni* sont des espèces qui varient entre les classes constance et régulière.

En 2019, dans les cultures de pois chiche, l'espèce *A.fabae* est omniprésente sur la variété Flip 93/93, et les espèces *R.maidis*, *R.padi*, *B.rumexicolens*, *M.euphorbiae* et *M.rosae* sont constantes. Pour la variété Mexicaine, 5 espèces sont classées comme omniprésentes : *A.craccivora*, *R.padi*, *A.pisum*, *M.euphorbiae* et *M.rosae*. Les espèces constantes sont : *A.fabae*, *A.verbasci* et *R.maidis*.

Dans les cultures de lentille, en 2019, trois espèces sont omniprésentes dans les deux variétés Syrie et Corail à savoir : *A.fabae*, *R.padi* et *M.euphorbiae*. Les espèces qui varient entre les classes constante et régulière au niveau des deux variétés sont : *A.gossypii*, *A.craccivora*, *R.maidis*, *B.rumexicolens*, *H.lactucae* et *M.persicae*. Ces résultats sont similaires à ceux de Benoufella-Kitous (2015), qui montre qu'en 2008, *A.fabae* et *A.craccivora* sont des espèces appartenant à la classe constante et qu'en 2013, seule *A.gossypii* est classée dans la catégorie constante dans les parcelles de fève. Ce même auteur, montre que dans une parcelle de pomme de terre, *A.fabae* appartient à la classe régulière. Dans une culture de fève, Medjdoub-Bensaad et al. (2014) indiquent que les espèces *A.fabae* et *A.gossypii* appartiennent à la catégorie constante et

que *M.euphorbiae* est classée dans la catégorie accidentelle. 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. La fréquence d'occurrence élevée de ces espèces pourrait s'expliquer par la présence de leurs plantes hôtes secondaires à savoir : Les Brassicaceae, les Fabacées, les Asteraceae et les Poaceae. Selon Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a), la richesse floristique de la zone d'étude influe directement sur la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes. D'après 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 de conditions climatiques adverses telles qu'une température trop basse ou une pluviométrie excessive.

La diversité de Shannon varie d'une culture à autre, elle est comprise entre 2,56 bits et 4,04 bits. Dans la présente étude, la richesse spécifique et la diversité de la flore offrent des conditions favorables à l'installation des aphides. Dans une étude de Medjdoub-Bensaad et al. (2014), l'indice de diversité de Shannon calculé des parcelles de fève Séville et de fève Férole est de 0,75 et 0,69 bits respectivement. Benoufella-Kitous (2015) travaillant dans des champs de fève, a obtenu des valeurs de 4,06 bits et de 3,77 bits. Benoufella-Kitous et al. (2019) notent que dans les cultures de pois chiche, de lentille et de petit pois, les valeurs de H' sont de 3,92, 3,88 et 0,32 bits respectivement. Cet auteur souligne que la diversité aphidienne décroît de la parcelle la plus diversifiée en espèces végétales à la moins diversifiée, ce qui traduit l'affinité globale très marquée des Aphididae pour les parcelles riches en végétation. Selon Blondel (1975), lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables, de nombreuses espèces s'installent. Dans le cas contraire un petit nombre d'espèces arrivent à s'installer.

Pour ce qui concerne l'équitabilité, celle-ci tend vers 1. De ce fait, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées. Ces résultats concordent avec ceux de Benoufella-Kitous (2015) qui signale dans des parcelles de fève des équirepartitions égales à 0,87 et 0,89 en 2008 et 2013 respectivement.

Deux espèces de pucerons sont recensées sous la forme de colonies aptères sur les cultures de la fève. Parmi elles, *A.fabae* s'avère être l'espèce prédominante. Elle est retrouvée avec des fréquences d'infestation importantes de 79% pour la variété Séville, 84% pour la Férole et 73% pour Histal. La deuxième espèce de pucerons installée sur les feuilles de *V.faba* est *A.craccivora*. Sur les deux variétés d'haricot Nelson et Niébé *A.fabae* semble être également le plus abondant avec des fréquences de 88% et 70% respectivement. En 2019, *A.pisum* a été recensée sur les autres cultures où elle constitue l'espèce la plus dominante avec

une fréquence de 76% pour la variété Flip 93/93, 93% pour la variété Mexicaine, 69% pour la variété Corail et 55% pour la Syrie.

Ces résultats sont similaires à ceux de Medjdoub-Bensaad et *al.* (2014) qui notent la présence d'*A.fabae*, *A.gossypii* et *A.craccivora* dans la région de Tizi-Rached sur une culture de fève et affirment qu'*A.fabae* est l'espèce dominante dans la parcelle de fève avec une abondance de 93,4 %. Nos résultats vont également dans le sens de ceux de Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a) qui ont recensé 3 espèces aphidiennes sur la culture de la fêverole qui sont par ordre d'importance : *A.fabae* avec 67,7%, *A.gossypii* avec 21,6 % et *A.craccivora* avec 21,2 %. En Floride, Nuessly et *al.* (2004) montrent l'existence de 2 espèces de pucerons sur *V.faba*. Ce sont *A.craccivora* et *A.pisum*, avec la prédominance de la première. De même Racheff et *al.*(2005) recensent 2 espèces de pucerons sur plants de fève : *A.fabae* et *A.pisum*. Sur la même culture, Laamari et Hebbel (2006) signalent la présence de 3 espèces de pucerons. Il s'agit d'*A.craccivora*, d'*A.fabae* et d'*A.pisum*, avec la prédominance de la première espèce, alors qu'*A.fabae* est la moins représentée. D'après Weigand et Bishara (1991) dans les pays méditerranéens, la fève est attaquée principalement par *A.fabae* et *A.craccivora* et occasionnellement par *A.pisum* et par *Myzus persicae*. *A.craccivora* est inventoriée sur une dizaine d'espèces végétales (Laamari et *al.*, 2011). Cette espèce est recensée sur *Phaseolus* sp. L. et sur *Bougainvillea spectabilis* Willd, par Silvie et *al.* (1993). Elle est également recensée sur *Convolvulus arvensis* L. Et *Malus communis* L. (Laamari et *al.*, 2010).

Dans le présent travail, la différence entre les effectifs des diverses espèces aptères installées sur le feuillage pourrait être due à un phénomène de compétition. En effet, Telang et *al.* (1999) signalent que les pucerons peuvent éprouver des conditions alimentaires très différentes, même quand ils se nourrissent de la même plante. Cette variation alimentaire est liée à la capacité différentielle des espèces aphidiennes à induire la plante à produire une alimentation plus riche, surtout en acides aminés. Les aphides sont sensibles à certains types de composés qui jouent le rôle soit de stimulants, soit de composés inhibiteurs ou anti-appétants (Harmel et *al.*, 2008). Par ailleurs, Petersen et Sanström (2001) mentionnent que des interactions peuvent avoir lieu en cas d'une exploitation simultanée d'un seul hôte par plusieurs espèces aphidiennes. Selon les mêmes auteurs, ces interactions peuvent être d'ordre compétitif si ces espèces exploitent le même site ou d'ordre physiologique par l'incitation de la plante à produire des médiateurs chimiques qui agissent négativement sur le développement et la fertilité de l'une ou de l'autre espèce.

D'après Marc (2004), les ailés, attirés par le vert feuillage, se posent et piquent les feuilles. Selon le même auteur, lorsque celles-ci se révèlent d'un goût acceptable, en acides aminés, en sucre contenus dans la sève, les ailés s'installent pour s'alimenter. Les ailés sont donc responsables de l'infestation initiale de la culture qui se fait en général sous la forme d'un petit nombre de foyers isolés. Les effectifs évoluent progressivement pour atteindre un pic le 6 et 13 avril pour les deux variétés Féverole et Séville et le 18 avril 2019 sur la variété Histal. Cela pourrait être dû à l'élévation des températures favorables enregistrées durant le mois d'avril (20,3°C en 2018 et 19,4°C en 2019). Ces pics sont enregistrés le 16 et 29 mars 2018 pour les deux variétés de petit pois Merveille De Kelvedone et Utrillo respectivement, le 29 et 16 mars en 2019 pour les deux variétés de petit pois Onward et Rakaia respectivement (18,4°C en 2018 et 19,2°C en 2019). Sur les quatre variétés d'haricot, un pic est apparu le 8 juin sur les deux variétés Nelson et Niébé (26,4°C) et le 5 octobre sur les deux variétés Djazera et Zema (26,1°C). En 2019, des pics sont enregistrés sur les deux variétés de pois chiche le 24 et 31 mai sur la variété Flip 93/93 et Mexicaine respectivement et le 3 mai pour les deux variétés de lentilles (22,4°C).

L'augmentation des températures ont permis la prolifération des aptères d'une part. La présence de feuilles tendres ont permis également la pullulation des aphides d'autre part. 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, forment 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). Les effectifs de pucerons connaissent une régression pour arriver à 33 individus pour la variété féverole, 55 pour la variété Séville en 2018 et 48 individus pour la variété Histal en 2019. 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 30,4°C en 2018 et 31,2°C en 2019. En effet, selon Van-Emden (1972), les hautes températures provoquent avec une humidité relative faible de l'air, chez les pucerons des pertes d'eau réduisant ainsi leur activité et leur nutrition sous l'effet du stress hydrique. Cette régression pourrait également être due à l'abondance des prédateurs aphidiphages. Les coccinelles sont actives dès le début du mois d'avril et les syrphes et les chrysopes à la fin de ce même mois. 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 une réduction de la fertilité des femelles.

L'inventaire des espèces prédatrices sur les différentes cultures des légumineuses alimentaires étudiées révèle l'existence de 19 espèces prédatrices de pucerons réparties en 5 ordres (Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Neuroptera Hymenoptera), 8 familles (Coccinellidae, Staphylinidae, Carabidae, Syrphidae, Cantharidae, Miridae, Chrysopidae et Reduviidae) et subdivisées en 16 genres. La richesse et l'abondance des insectes auxiliaires ayant pour proies ou hôtes les pucerons ont été mises en évidence par plusieurs auteurs (Brewer et Elliott, 2004 ; Lopes et al., 2012 ; Vandereycken et al., 2015 ; Benoufella-Kitous et al., 2017 ; Kacioui et al., 2017 ; Ait Amar et al., 2019 ; Benoufella-Kitous et al., 2019 ; Benoufella-Kitous et Ait Amar, 2019 ; Bouabida et al., 2019 ; Ait Amar et al., 2020). Ces résultats sont en accord avec ceux de Brewer et Elliott (2004) qui affirment que les Coleoptera (Coccinellidae), les Neuroptera (Chrysopidae), les Diptera (Syrphidae) et les Hemiptera (Nabidae et Anthocoridae) sont les ennemis naturels des pucerons les plus importants en cultures de céréales en Amérique du Nord. Ces mêmes auteurs notent que les carabes (Carabidae), les staphylins (Staphylinidae) et les araignées (Araneae) sont des prédateurs généralistes abondants dans les champs de céréales et qu'ils peuvent se nourrir abondamment des pucerons des céréales. Rachef et al. (2005), dans leur inventaire des ravageurs de la fève en Algérie, ont recensé une seule famille de prédateurs, celle des Coccinellidae avec *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758, *Hippodamia tredecimpunctata* Linnaeus, 1758 et *Coccinella maculata* De Geer, 1775. Belhadi et al. (2011) ont récolté une faune auxiliaire représentée par les Coccinellidae, les Syrphidae et les Chrysopidae dans leur inventaire des ennemis naturels des pucerons. De même, Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a, 2014b) au niveau des deux parcelles de fève et de féverole, montrent l'existence de 3 espèces prédatrices, réparties entre 2 ordres, ceux des Coleoptera et des Diptera, regroupées en 2 familles : les Coccinellidae et les Syrphidae. Benoufella-Kitous (2015) a recensé sur une culture de fève, 5 espèces prédatrices, réparties en 3 familles. Il s'agit des Coccinellidae, des Syphidae et des Chrysopidae. Vandereycken et al. (2015), dans une étude sur les espèces de pucerons et les ennemis naturels associés dans les grandes cultures ont capturés 21 espèces prédatrices dans 5 cultures les plus importantes en Belgique. Ces espèces sont réparties en 7 espèces pour la famille des Coccinellidae, 13 espèces pour les Syrphidae et 1 espèce pour les Chrysopidae. Ait Amar et al. (2020), travaillant sur les pucerons de la pomme de terre et leurs ennemis naturels ont mis en

évidence l'existence de 7 espèces prédatrices appartenant à 5 familles, celles des Coccinellidae, des Syrphidae, des Chrysopidae, et Anthocoridae et des Miridae.

Dans la présente étude, les résultats obtenus révèlent que les coccinelles sont les prédateurs aphidiphages qui présentent l'abondance et la richesse spécifique les plus importants. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Francis et *al.* (2001) en Belgique dans des cultures de fève et ceux de Lopes et *al.* (2012) sur des cultures maraichères dans l'Est de la Chine qui ont mis en évidence le caractère dominant de la famille des Coccinellidae. Elles jouent un rôle important dans la réduction des populations de nombreux ravageurs de cultures tels que les psylles, les pucerons et les cochenilles (Debras, 2007). Selon Brewer et Elliott (2004), les cultures de céréales en Amérique du Nord sont habitées par de nombreuses espèces d'ennemis naturels de pucerons. Parmi eux les Coccinellidae sont des prédateurs de pucerons relativement spécialisés et certaines espèces sont recensées en nombre important tels que *Hippodamia convergens* Guerin-Méneville, 1842, *C.septempunctata* et *Coleomegilla maculata* De Geer, 1775. La prédominance de cette famille pourrait s'expliquer par la présence des plantes hôtes leur servant d'habitat. Ben Halima-Kamel et *al.* (2011), signalent que *C. algerica* peut s'abriter sur 72 espèces végétales. Elle est considérée parmi les aphidiphages les plus répandus (Saharaoui et *al.*, 2001). Rahmouni et *al.* (2017), dans une étude d'évaluation du contrôle biologique avec l'utilisation de *C.algerica* sur la culture de piment sous serre à Biskra, montrent que les coccinelles à sept points sont des insectes prédateurs de pucerons notamment aux stades larvaires L₃ et L₄, où la voracité d'une larve du 3eme stade est de 188 à 243 pucerons par jour. 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), suivi de *C. algerica* (36,3 % des coccinelles collectées).

Quatre espèces de Cantharidae ont été recensées dans la présente étude, il s'agit de *Cantharis* sp., *C.rufa*, *C.rustica* et *C.livida*. Cette dernière espèce a été recensée par Djellout-Mahmoudi (2021) dans une oliveraie de Beni-Douala (Tizi-Ouzou). Les larves sont des prédateurs généralistes pouvant s'alimenter de différentes proies. Selon Dib (2010), en vergers de pommiers, les larves de Cantharidae sont très actives dans les colonies du puceron cendré du pommier, *Dysaphis plantaginea* Passerini, 1860. Les adultes ont par contre une alimentation mixte, complétée avec du nectar et du pollen (Debras, 2007).

Dans l'ordre de Diptera, trois espèces ont été récoltées. Ces espèces appartiennent toutes à la famille de Syrphidae, il s'agit de *S.ribesii*, *E.balteatus* et *S.scirpta*. Ces 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 indiquent que les Syrphidae participent activement au contrôle des pucerons dans les cultures. De même, en Belgique, Alhemdi *et al.* (2007) signalent 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 %. Conseil (2009) signale que parmi les 19 espèces de syrphes identifiées à Suscinio (France), *E.balteatus* est parmi les plus abondantes. Par ailleurs, Verheggen *et al.* (2009) notent la présence d'*E.balteatus* parmi les espèces de prédateurs aphidiphages recensées sur une population d'*A.fabae*. Vandereycken *et al.* (2011) remarquent la présence d'*E.balteatus* parmi la guildes aphidiphage. Mezani *et al.* (2016) ont noté la présence *E.balteatus* dans une parcelle de fève (*Vicia faba major*) dans la région de Tizi-Ouzou. Dans leur inventaire de la faune aphidiphage, Ait Amar *et al.*, (2020) notent que la famille des Syrphidae est représentée par une seule espèce : *E. balteatus* avec 27% des insectes auxiliaires collectés. Dans une étude d'évaluation de la faune des arthropodes associé à la culture de fève dans la région de Naciria (Boumerdes) Bouabida *et al.* (2019) ont recensé *Eristalis tenax* Linnaeus, 1758 et *S.Rebisii* avec une abondance relative de 4,08% et 1,22% respectivement.

La régulation des pucerons est sous la dépendance d'aphidiphages spécialistes comme les coccinelles, les syrphes et les chrysopes et d'aphidiphages généralistes comme les carabes, les araignées et les staphylins. Les généralistes sont présents avant le début de l'infestation, alors que les spécialistes sont efficaces lorsque les populations de pucerons sont installées (Briat *et al.*, 2017). Certaines espèces de Cantharidae sont impliquées dans le contrôle naturel des populations de pucerons qui infestent les plantes, les arbustes et les arbres (Day et Tatman, 2006), mais ils peuvent aussi s'attaquer à d'autres groupes d'insectes (Pelletier et Hebert, 2014).

Arnault *et al.* (2005) signalent la présence des Miridae dans leur inventaire des espèces prédatrices d'aphides. Djellout-Mahmoudi (2021) signale que la famille des Miridae représente 11% des prédateurs recensés dans une oliveraie de Tizi-Ouzou. L'espèce *Deraeocoris ruber* inventoriée dans la présente étude a été capturée par cet auteur avec une fréquence de 18%. Les espèces du genre *Deraeocoris* ont été signalées comme ennemis naturels de pucerons sur le tilleul et le chêne (Wagner et Weber, 1964 *in* Djellout-Mahmoudi, 2021) et divers insectes et acariens dans les vergers de pommiers et poiriers (Fauvel *et al.*, 1981 cité par Djellout-Mahmoudi, 2021).

Le dernier ordre qui est celui des Neuroptera est représenté par une seule famille, celle des Chrysopidae et une seule espèce : *Chrysoperla carnea*. Les présents résultats sont en accord avec ceux de Lopes et al. (2012) et Ait Amar et al. (2020) qui ont identifié sur la pomme de terre *C.carnea*. Par ailleurs, en Belgique Alhmedi et al. (2006 ; 2007) mentionnent l'existence de 2 espèces de Chrysopidae, d'une part *C.ciliata* Wesmael, 1841 et d'autre part *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 recensée par Vandereycken et al. (2011) dans leur inventaire de la faune aphidiphage. De même, Brewer et Elliott (2004) citent la chrysope verte (*C.carnea*) comme étant l'espèce la plus répandue parmi les quelques espèces de chrysopes qui fréquentent les champs de céréales aux États-Unis. Djellout-Mahmoudi (2021) signalent l'existence de quatre espèces de chrysopes (*C. carnea*, *Chrysoperla affinis* Stephens, 1836, *Chrysopa pallens* Rambur, 1838 et *Chrysoperla vulgaris* Schneider, 1851) dans des oliveraies situées dans la région de Tizi-Ouzou. Ces auxiliaires représentent 4% des prédateurs recensés.

L'inventaire des parasitoïdes effectué montre l'existence de 4 espèces, 2 espèces de parasitoïdes primaires, ce sont : *L.testaceipes* *L.confusus* appartenant à la famille des Braconidae et 2 espèces de parasitoïdes secondaires (Hyperparasitoïdes), il s'agit d'*A.suspensus* et *P.aphidis* appartenant à la famille des Pteromalidae. Sur la culture de fève, les 2 espèces de parasitoïdes ont été recensées sur chacune des variétés. Au niveau des parcelles d'haricot, variété Nelson et Niébé, une espèce a été recensée (*L.testaceipes*). La même espèce a été capturée sur les deux cultures de pois chiche Flip93/93 et Mexicaine et les deux variétés de lentille Syrie et Corail. Dans ces deux dernière cultures, en plus du parasitoïde, 2 hyper parasitoïdes ont été recensés : *A.suspensus* et *P.aphidis*. Selon Laamari et al. (2011) les effectifs des pucerons sont limités dans la nature par un cortège de prédateurs et de parasitoïdes. Parmi ces parasitoïdes, la sous-famille des Aphidiinae (Hymenoptera : Braconidae) renferme pas moins de 400 espèces à travers le monde. De même, Brewer et Elliott (2004) notent que les Braconidae composent la faune d'ennemis naturels spécialisés des pucerons des céréales en Amérique du Nord.

Les 2 espèces de parasitoïdes recensées dans le présent travail ont été signalées par Laamari et al. (2011) dans les milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. Les mêmes espèces ont été signalées par Aggoun et al. (2016) dans une étude Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons - plantes) dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est – Algérien). L'étude menée sur l'association tritrophique (plante-puceron-parasitoïde) sur diverses cultures dans la région de l'algérois par Sadat et al. (2019), a révélé la présence de 13

espèces de parasites primaires appartenant à la famille des Braconidae et à la sous-famille des Aphilinae. Parmi ces espèces figure *L.testaceipes*. Sept espèces d'hyperparasites appartenant à cinq familles et à sept genres ont été également répertoriées par ces auteurs. Ces derniers signalent que le parasitoïde *L.testaceipes* enregistre le plus grand nombre d'émergences, il a été enregistré comme étant associé à 10 espèces de pucerons et à 11 associations tritrophiques. Chez les hyperparasites, l'espèce *P.aphidis* est la plus active en ciblant plus particulièrement le parasite *L.testaceipes* qui s'attaque au puceron farineux du prunier *Hyalopterus pruni* Geoffroy, 1762 et au puceron de la vigne *Aphis illinoisensis* Shimer, 1866. Bandyan et al. (2021) travaillant sur les pucerons, les parasitoïdes et les hyper parasitoïdes, dans six cultures dans la région du Kurdistan en Irak, ont noté la présence de l'espèce *P.aphidis*.

Laamari et al. (2010) affirment que le taux de parasitisme dépend du végétal, de l'hôte et des conditions abiotiques. De nombreux facteurs tels que l'hyperparasitisme (Mackauer et Völki, 1993 cités par Lopes et al., 2012), que nous avons relevé dans la présente étude, la prédation et les conditions environnementales néfastes, font que ces derniers n'exploitent en général qu'un petit pourcentage des populations de pucerons.

La richesse et l'abondance des prédateurs dans les différentes parcelles d'étude pourraient être attribuées à la richesse du couvert végétal ainsi que de leurs environnements. En effet, une augmentation de la diversité végétale fournit aux entomophages des conditions favorables à une augmentation de leur diversité (abri, ressources,...), et, au sein des niveaux trophiques, une augmentation de leur efficacité sur la régulation des ravageurs (Root, 1973). 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 offrent du pollen et du nectar, ressources alimentaire 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). Les adventices 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). De nombreux déplacements de ravageurs et d'ennemis naturels s'effectuent depuis les différents biotopes entourant les parcelles (Macé et Gratraud, 2011).

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 susceptibles d'attirer les ennemis naturels. En effet, selon Vandereycken et al. (2011), au niveau des relations tritrophiques, les odeurs sémiochimiques induisent différentes réponses comme l'attraction, la répulsion, l'arrêt ou la stimulation de certains comportements chez les

auxiliaires. Il est d'ailleurs bien connu que les prédateurs et les parasitoïdes réagissent aux sémiochimiques émis par les plantes attaquées mais aussi à ceux libérés par les ravageurs. Les auxiliaires sont également attirés par des kairomones de faible volatilité et déposées par leurs proies sur le végétal. Ces insectes se nourrissent directement de miellat, mais l'associent également à la présence potentielle de proies. Ces auteurs précisent que les composés volatils émanant du miellat stimulent les adultes de *C.carnea* à voler vers une source de nourriture. Il est établi que le miellat naturel agit en tant que kairomone, qu'il stimule l'oviposition de divers prédateurs et parasitoïdes aphidiphages et qu'il en induit certains comportements comme les recherches actives et les attaques fréquentes des proies, propices à une lutte biologique efficace. Selon Sekkat (2015), les prédateurs tels que les larves de syrphes, de chrysopes et de cécidomyies accompagnent les pullulations de pucerons au printemps et peuvent assurer un certain équilibre biologique. De même, Tendeng et al. (2017), affirment que ces entomophages jouent un rôle important dans la régulation naturelle des ravageurs.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces prédatrices recensées dans les différentes cultures de légumineuses est de 0. De ce fait les présents échantillonnages peuvent être qualifiés de bons. Ces résultats sont en accord avec ceux de Kheloul et Medjdoub-Bensaad (2014a) qui ont calculé une valeur de la qualité de l'échantillonnage pour les espèces aphidiphages recensées dans une parcelle de fève de $a/N = 0,07$. Benoufella-Kitous (2015) a noté une valeur de la qualité d'échantillonnage qui est égale à 0.

Les valeurs de l'indice de diversité Shannon (H') sont comprises entre 2,23 et 3,02 Bits. La variabilité de ces valeurs d'une parcelle à une autre pourrait être attribuée à la différence dans la richesse en espèces aphidiennes de ces cultures, ainsi qu'à la diversité des plantes adventices. Thienneman (1939) signale que lorsque les conditions de vie, dans un milieu donné sont favorables, de nombreuses espèces sont observées et chacune d'elles est représentée par un petit nombre d'individus et l'indice de diversité est alors élevé. Lorsque les conditions sont défavorables, un petit nombre d'espèces est observé, mais chacune d'elles est représentée par un grand nombre d'individus et la valeur de la diversité est ainsi faible. Selon Francis et al. (2001), la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de culture.

Dans les conditions de cette étude, les extraits aqueux obtenus à partir des feuilles des quatre espèces de Lamiacées et des quatre espèces de Rutacée sont eu un effet sur la mortalité des populations d'*A.fabae*. Des résultats obtenus, il ressort que les plantes testées se sont révélées très toxiques à l'égard du ravageur et que les taux de mortalité de ce dernier dépendent

de la concentration en produits d'une part et de la durée d'exposition d'autre part. Le témoin de référence a occasionné des taux de mortalité faibles par rapport à ceux des biopesticides testés.

Plusieurs études ont montré que l'effet toxique des extraits de plantes est lié à la concentration de l'extrait et la période d'exposition. Les travaux de Habou et *al.* (2011) ont montré que l'effet biocide de l'huile essentielle du *Jatropha curcas* sur le puceron noir de la fève augmente avec l'augmentation de la dose. Ils ont obtenus un taux de mortalité de 100% pour la dose 15% après 96h. Ces auteurs indiquent que le nombre de pucerons morts augmente avec la durée de traitement, c'est après 72 heures qu'ils observent un taux élevé de mortalité et qui devient stable entre 96 et 120 heures. Akantetou et *al.* (2011) déclarent que le taux de mortalité des pucerons soumis aux différentes concentrations de l'huile du basilic blanchâtre (*Ocimum canum*) a augmenté numériquement de façon linéaire suivant les périodes d'observations (1, 3, 5 et 24 heures).

De même, Laznik et *al.* (2011) affirment que le taux de mortalité des populations d'*Aphis pomi* le plus élevé survient au bout du troisième jour après le traitement avec l'extrait de *Symphytum officinale* et de *Calendula officinalis* par rapport aux premier et deuxième jours post traitement. Baba-Aissa et *al.* (2014) signalent que les huiles essentielles du thym et de l'origan manifestent une répression sur l'abondance des populations des deux espèces de pucerons des agrumes (*Aphis citricola* et *Aphis gossypii*) et que les doses complètes (D) se révèlent nettement plus efficaces que les demi-doses

La relation effet insecticide-dose a été aussi confirmée par l'étude réalisée par Benoufella-Kitous et *al.* (2014) sur *A.fabae*. Selon ces auteurs, les deux extraits aqueux de l'ortie et de la fougère présentent un effet insecticide considérable à la plus forte dose, soit 73,8% et 75,1% de mortalité respectivement. L'effet biocide de l'ortie et de la fougère sur *A.fabae* augmente au cours des jours qui suivent l'application des extraits aqueux pour atteindre un maximum après 6 jours. Ces résultats sont en accord avec ceux de Oulebsir-Mohand Kaci et *al.* (2015) qui signalent que le taux de mortalité de *M.persicae* traité par deux extraits de plantes *Eucalyptus globulus* et *Thymus vulgaris* augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose. Ces derniers déclarent que la dose D4 (8ul/ml), manifeste un taux de mortalité de 65,4% et de 71,7% respectivement pour les deux extraits et que le taux de mortalité des pucerons est en progression au fil du temps. Benoufella-Kitous (2015) signalent que les extraits de lavande et d'origan présentent un effet biocide vis-à-vis du puceron noir de la fève et que l'efficacité des traitements augmente au fur et à mesure de l'augmentation des doses, avec une mortalité de 99% à la dose de 50% pour le premier extrait et de 77% à la dose de 40% pour le deuxième extrait. Selon ce même auteur, l'effet biocide de ces extraits augmente avec le temps.

De même, dans une étude sur l'activité biologique de la santoline (*Santolina africana*) contre le puceron *A.craccivora*, Lebbal et al. (2017) ont démontré que l'effet toxique de cette plante à l'égard de ce ravageur était proportionnel à la dose, avec un taux de mortalité de 80% à la dose de 15% après 24h. .

Iqbal et al. (2011), montrent que la mortalité des populations aphidiennes testée avec l'extrait de l'écorce d'orange augmente avec le temps. Un taux de mortalité de 65,69% est enregistré 144 heures après traitement, alors qu'après 48h, le taux de mortalité enregistré est faible, il est de 20,65%. Selon Chaieb et al. (2018), le potentiel aphicide de l'huile essentielle de l'écorce de *C.aurantium* augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose. La dose la plus efficace étant de 33,33 ul/L air. Après 24heures d'exposition, l'huile essentielle de l'écorce de *C.aurantium* cause une mortalité de 60% sur les individus d'*A.fabae*, 54% pour *M.euphorbiae*, 56% pour *R.padi* et 98% pour *A.pisum*. La même huile a été testée par Laarifi et al. (2013), contre deux insectes des serres (*Spodoptera littoralis*, Boisduval, 1833 et *Tuta absoluta* Meyrick, 1917). Ces auteurs notent que l'activité insecticide de cette huile essentielle est proportionnelle à la dose appliquée. Après 24 heures d'exposition, une mortalité totale est observée chez *T.absoluta* à la dose de 50ul/L air et chez *S.littoralis* à la dose de 200ul/L air. Arab et al. (2018), dans une étude sur l'évaluation de l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles du peuplier noir (*Populus nigra*) sur le puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* Boyer de Fons colombe, 1841, montrent que plus la dose est forte, plus le taux de mortalité est élevé. La dose D1 s'est révélée la plus toxique, avec un pourcentage de mortalité de 95%. Elle est suivie par la dose D2 (75%), la dose D3 (60%), la dose D4 (35%) et la dose D5 (28 %).

Selon Kumar et Patel (2017), l'extrait de *Cassia angustifolia* a montré un effet toxique à l'égard de *Brevicoryne brassicae* avec un taux de mortalité de 100% aux doses de 7% et 10% après 72h d'exposition. Saïfi et Belhamra (2018) ont noté que la toxicité de l'huile essentielle du *Thymus palleescens* dépend de la concentration. Ces auteurs ont enregistré sur des populations d'*A.fabae*, après 24h, un taux de mortalité de 34,75% à la dose 12ul/ml. Dans une étude sur l'activité insecticide de la sauge contre le puceron noir de la fève, Benoufella-kitous et al. (2020) ont démontré que l'effet de cette plante à l'égard de ce ravageur est le plus élevé au temps T3, soit 9 jours après le traitement.

Les effets toxiques de ces solutions pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes. Selon Saidj (2007), parmi les végétaux dont l'efficacité a été évaluée, les plantes aromatiques de la famille des Labiées se sont révélées les plus actives comme insecticides directs mais aussi comme inhibiteurs de la ponte et du

développement larvaire des insectes. Chiasson et Beloin (2007) ont, dans une étude, émis l'hypothèse selon laquelle les biopesticides, agiraient directement sur la cuticule des insectes et acariens surtout ceux à corps mou dont les pucerons.

L'étude phytochimique des huit extraits aqueux montre que ces plantes contiennent essentiellement des flavonoïdes, des tanins, des saponosides et des polyphénols. Ces résultats montrent que les plantes de la famille des Lamiacées et des Rutacées sont des plantes médicinales riches en composés secondaires qui ont un effet toxique contre les insectes ravageurs.

Selon Huignard (2013), les composés secondaires contenus dans les plantes peuvent provoquer la mort des insectes qui essayent de les consommer en perturbant le fonctionnement du système nerveux, du système digestif ou en empêchant la croissance larvaire. Les composés phénoliques exercent une toxicité lorsqu'ils sont ingérés par les insectes phytophages (Kortbeek et al., 2019). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines (Medic-Saric et al., 2003 ; Boizot et Charpentier, 2006). D'après Galeotti et al. (2008), les métabolites secondaires comme les alcaloïdes, les saponosides, les polyphénols (les flavonoïdes et les tanins) ont une activité pharmacologique et toxicologique. Certains alcaloïdes, anthocyanines, flavonoïdes, quinine, lignanes, les stéroïdes, et les terpenoïdes ont une application commerciale dans les domaines pharmaceutiques et biomédicaux et font partie des drogues, colorants, arômes, parfums et des insecticides (Teixeira Da Silva, 2004). Plusieurs chercheurs ont étudié la composition chimique des plantes aromatiques. Sellami et al. (2011) signalent que les principaux composés d'*Origanum glandulosum* sont les tanins galliques, les saponosides, suivis des flavonoïdes et que ces composés sont très connus pour leur activité insecticide.

Selon Boufellous et al. (2017), dans une étude de screening phytochimique d'une plante médicinale (*Lavandula stoechas*) indiquent que les feuilles de cette plante sont hautement riches en polyphénols, en tanins (totaux, galliques et catechiques) et en flavonoïdes. Asghari et al. (2017), dans une étude de l'analyse phytochimique de plusieurs plantes des Lamiacées utilisés en médecine dans la région d'Aligudarz, en Iran, montrent que les trois espèces de thym : *Thymus daenensis* spp. *Daenensis* Celak, *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas, et *Thymus lancifolius* Celak sont riches en flavonoïdes et en tanins.

Les agrumes et leurs jus sont une source importante de composés bioactifs. En faisant un screening phytochimique de deux variétés de pamplemousse *C.paradisi* yellow et blood, Bouabid et al. (2016), ont démontré la présence de tanins, de flavonoïdes, de dérivés anthracéniques, de quinones et de plusieurs autres métabolites secondaires Oulebsir-Mohand

kaci et *al.* (2016) indiquent que les feuilles d'orange sont riches en tannins galliques, saponosides, mucilages, flavonoïdes et glucosides. De même, dans une étude d'évaluation de l'effet aphicide des terpénoïdes de *C.limon* sur *Macrosiphum roseiformis* Das, 1918, Gupta et *al.* (2017) montrent que cette espèce d'agrumes est riche en composés actifs (acide L-pipecolic, scopoletin, pulegone, γ -terpinene, carvone, menthone, myrcene, limonene, trans-isopiperitenol, geranial et linalool).

Les résultats de l'analyse quantitative des polyphénols se rapprochent de ceux de plusieurs auteurs. Celiktas et *al.* (2007) ont noté des concentrations en polyphénols pour l'extrait brut de *Rosmarinus officinalis* comprises entre 34.1 et 119 mg eq AG/g. Cocan et *al.* (2018), dans une étude sur l'activité biologique des extractions du romarin officinal, déclarent que cette plante a une teneur en polyphénols qui est de $86,05 \pm 0,40$. Fadiliet *al.* (2015) ont mentionné que *Rosmarinus officinalis* et *Thymus satureioides* sont riches en polyphénols pour toutes les fractions étudiées et que la concentration des polyphénols varie entre $21,66 \pm 2$ mg à $185,71 \pm 4$ mg. Kholkhal et *al.* (2013) ont signalé que la teneur des polyphénols de *Thymus ciliatus* est de 64,23 mg EAG/g. En 2016, dans une étude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de lavande autochtones au Maroc : *Lavandula stoechas* et *Lavandula dentata*, Bachiri et *al.* ont noté que ces deux espèces sont composées de teneurs de 150,34 mg/g et 184,02 mg/g respectivement en polyphénols. Doukani et Tabak (2017) sur une étude du Profil phytochimique de quelques espèces de *Citrus* (*C.aurantium*, *C.sinensis* et *C.limon*). qui démontrent que la concentration en composés phénoliques totaux enregistrée dans le citronnier et l'oranger est respectivement de $32,92 \pm 4,17$ et $27,79 \pm 0,11$ mg EAG/g. Selon les mêmes auteurs, la teneur en composés phénoliques de l'orange amère et l'orange sanguine avec une extraction par mélange méthanol /eau (v/v) (20/80) est de 4.281 et 5.292 mg EAG/g respectivement. Haraoui et *al.* (2019), dans une étude d'évaluation In-vitro de l'activité Antioxydant et antimicrobien de quelques variétés des agrumes cultivés en Algérie, montrent que les variétés cultivées : *C.sinensis*, *C.aurantium*, *C.limon*, *C. maxima* et *C.clementina* sont riches en polyphénols et en flavonoïdes. Ces mêmes auteurs signalent que *C.aurantium* est la plus riche en polyphénols avec une valeur de $106,62 \pm 1,87$ mg Eq AG/g suivi par *C.maxima* avec une teneur de $91,76 \pm 3,83$ mg Eq AG/g. Pour le reste des agrumes la teneur en polyphénols varie entre $30,51 \pm 1,94$ et $38,57 \pm 3,26$ mg Eq AG/g. Toujours selon ces mêmes auteurs, *C.clementina* et *C.maxima* sont les plus riches en flavonoïdes avec des teneurs de $16,68 \pm 0,16$ et $14,64 \pm 0,07$ mg Eq Q/gr respectivement, suivi par *C.aurantium* avec une teneur de $13,81 \pm 0,07$ mg Eq Q/g. En Tunisie, Makni et *al.* (2018), dans une étude sur les propriétés phytochimiques et physiochimiques et activités biologiques de *C. limon* déclarent

que le zest et la chaire du citron sont riches en polyphénols avec des teneurs de $204,4 \pm 9,62$ et $105,55 \pm 4,71$ mg Eq AG/g. Cette espèce est également riche en flavonoïdes avec des teneurs de $27,50 \pm 06,88$ et $56,16 \pm 14,14$ mg Eq Q/g respectivement.

Parmi les Lamiacées, l'extrait d'origan s'est révélé le plus efficace (DL50 = 7.76%, TL50 = 123.03 heures) sur les populations aphidiennes. Parmi les agrumes, c'est l'extrait à base de feuilles de pamplemoussier qui s'est montré le plus toxique avec une DL 50 de 2% et un TL50 de 93,32 heures. Des valeurs faibles de la DL50 indiquent une activité insecticide forte et des valeurs faibles du TL50 indiquent un effet biocide rapide. Les résultats obtenus semblent montrer que les polyphénols dont la concentration est la plus élevée chez l'origan seraient la matière active qui joue un rôle déterminant dans l'activité biocide de ce dernier. La richesse de l'extrait aqueux en composés chimiquement actifs pourrait expliquer l'utilisation traditionnelle de cette plante dans divers domaines. Toutefois, l'effet additif synergique des différents composés peut être aussi un facteur expliquant l'activité remarquable révélée par l'extrait de pamplemoussier, qui malgré sa faible teneur en polyphénols s'est montré très toxique vis-à-vis des pucerons. Ce qui laisserait penser que l'activité insecticide des plantes ne se limite pas uniquement à certains de leurs constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires.

En utilisant l'huile essentielle de *C.aurantium*, Chaeib et al. (2018) ont calculé une DL 50 de $16,12 \mu\text{l/L}$ air sur les populations d'*A.pisum*, de $31,22 \mu\text{l/L}$ sur *Aphis fabae*, de $30,54 \mu\text{l/L}$ sur *M.euphorbidae* et de $31,67 \mu\text{l/L}$ sur *R.padi*. Oulebsir-Mohand Kaci et al. (2016) indiquent que la dose létale de l'huile essentielle de l'orange amère provoquant la mortalité de 50% des larves de *Galleria mellonella* Linnaeus, 1728 est de $20,58 \mu\text{l/ml}$ au 1^{er} jour et de $20,08 \mu\text{l/ml}$ au 2^{eme} jour. D'après Arab et al. (2018), l'efficacité de l'extrait méthanolique des feuilles du peuplier noir (*Populus nigra* L.) sur la population des pucerons noirs *Toxoptera auantii* est enregistrée à des temps précis, selon la concentration des polyphénols. Le TL50 est obtenu avec les doses D1 et D2, soit respectivement 10,47 et 15,13h. La meilleure valeur de la DL50 soit $281,51 \text{mg/ml}$ est enregistrée à 96h heures.

Certains travaux ont montré que l'effet toxique des extraits dépend de la nature de la plante. D'après Khalfi-Habes et Sellami (2010), l'origan manifeste une action insecticide plus forte que le romarin et le thym. Ces résultats confortent ceux obtenus dans la présente étude. De même, Kumar et Patel (2017) affirment que *C.angustifolia* provoque un effet toxique plus élevé par rapport aux autres plantes testées (*C.gigantea*, *C.gigantea*, *C.sativa*, *L.camera*, *P.hysterophorus*, *L.chinensis*, *S.nigrum* et *A.conyzoides*). Dans une étude sur l'activité biologique de l'ortie et de la

fougère sur le puceron noir de la fève, Benoufella-Kitous et *al.* (2014) ont démontré que l'effet toxique le plus important était enregistré pour la deuxième espèce. Benoufella-Kitous (2015) note que parmi 8 extraits végétaux testés contre *A.fabae*, les plus toxiques sont ceux des feuilles de la lavande dentée avec un degrés d'efficacité de 99,4% à la dose 10%, de la sauge avec un degrés d'efficacité de 98,5% à la dose 40% et de l'ail avec un degrés d'efficacité de 97,9% à la dose 10%.

Selon Akantetou et *al.* (2011), la différence de toxicité entre les différents extraits pourrait s'expliquer par les conditions de culture, la période de récolte, les conditions climatiques et édaphiques. La distribution des métabolites secondaires peut changer pendant la croissance de la plante. Ceci peut être lié aux conditions de température élevée, d'exposition solaire, de sécheresse et de salinité, qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols (Falleh et *al.*, 2008 ; Zaouali et *al.*, 2010). La composition en polyphénols est influencé par divers facteurs : différences génotypiques, géographiques et les conditions climatiques, moments de la récolte et même la pratique culturelle (Ghasemi et *al.*, 2009 ; Guimaraes et *al.*, 2010).

Conclusion

L'étude porte sur l'inventaire des pucerons inféodés aux cultures des légumineuses alimentaires à savoir: la fève *Vicia faba* (variétés Séville, Féverole et Hystal) ; le petit pois *Pisum sativum* (variétés Utrillo, Merveille De Kelvedon, Rakaia et Onward) ; le pois chiche *Cicer arietinum* (variétés Flip 93/93 et Mexicaine) ; les lentilles *Lens culinaris* (variétés Corail et Syrie) ; le haricot *Phasoeus vulgaris* (variétés MGT Nelson, Zemae et Djazera) et le Niébé *Vigna unguiculata* par différentes techniques de capture (pots Barber, pièges jaunes et filet fauchoir) ainsi que le comptage visuel. Les résultats des captures ont permis d'identifier les espèces de pucerons et leurs ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sur toutes les variétés de toutes les espèces étudiées.

L'inventaire a permis de dresser une liste des espèces des pucerons des légumineuses alimentaires étudiées durant les deux années d'études 2018 et 2019, ainsi que leurs ennemis naturels dans la région de Nacria, (Boumerdes). Les résultats montrent une grande diversité de la faune aphidienne avec 29 espèces durant les deux années d'études dans les trois cultures de fève. Pour les quatre cultures de petit pois nous avons recensés 44 espèces, 38 espèces sont enregistrées dans les cultures du haricot, 34 espèces sur les cultures de pois chiche. Sur les cultures de lentille 40 espèces sont recensées.

Le comptage des pucerons installés sur les feuilles de fève met en évidence deux espèces durant les deux années 2018 et 2019. En 2018, l'espèce *A.fabae* semble la plus dominante sur la culture de fève avec une abondance relative de 85% en culture de féverole et 98% pour la variété Séville. La même espèce représente 73% dans la parcelle de la variété Hystal en 2019. Pour *A. craccivora*, elle ne représente que 15% dans la culture de féverole et 2% dans la culture de Séville et 27% au niveau de la variété Hystal. En 2018, sur les deux variétés d'haricot Nelson et Niébé, l'espèce la plus dominante est *A.fabae* avec une fréquence relative de 88% sur la culture Nelson et 80% sur la culture Niébé.

Sur les cultures de pois chiche en 2019, l'espèce la plus fréquente sur les deux variétés est *A.pisum* avec des fréquences de 93% pour la variété Mexicaine et 76% pour la variété Flip 93/93. L'espèce la plus dominante sur les deux cultures de lentille en 2019, c'est l'espèce *A.pisum* avec des abondances relative de 69% pour la culture Corail et 55% pour Syrie suivi par l'espèce *A.fabae* avec une fréquence de 29% sur la variété Corail et 43% sur la variété Syrie.

Pour les autres espèces de légumineuses (les quatre variétés de petit pois : Merveille de Kelvedone, Utrillo, Rakaia et Onward ; les deux cultures d'haricot : Zema et Djazera), il est à remarquer l'absence totale de pucerons aptères.

Les espèces des pucerons ailés les plus dominants sur les cultures de fève durant les deux années d'études est *A.fabae*, avec 21,66%, 14,66% et 14,29% dans les cultures de féverole, Histal et Séville respectivement, suivi par d'*A.gossypii* avec 20% et 10,66% dans les parcelles de féverole et Histal. Cette espèce est précédée par *M.persicae* (12,5%) dans la parcelle Séville par contre les espèces *H.lactucae*, *R.maidis* et *R.padi* sont recensées avec des pourcentages plus modestes avec une abondance de 8,93% pour chacune d'elle au niveau de la parcelle Séville. *M.persicae* est représentée avec une fréquence de 8,33% dans la parcelle de féverole. Les espèces *A.craccivora*, *B.helichrysi* et *B. cardui* sont représentées avec des effectifs faibles (5,36% ; 5,36% et 3,57% respectivement) dans la parcelle de fève de variété Séville.

Sur les cultures de petit pois en 2018, l'espèce la plus capturée est *A.gossypii* avec une fréquence relative de 21,8% et *M.persicae* avec une abondance relative de 15,4% suivi par *A.fabae* avec 12,8% dans la culture de Merveille De Kelvedone et en 2019, *R.padi* est le plus représenté sur la culture d'Onward avec une abondance relative de 23,4% suivi par *M.persicae* qui montre fréquence relative de 18% et 13,2% pour *A.fabae*, pour la culture Rakaia les espèces les plus dominantes sont : *A.fabae* avec une fréquence relative de 15%, *A.solani* avec 13%, *H.lactucae* avec 8,4%,

Pour les cultures d'haricot en 2018, l'espèce la plus dominante sur les deux cultures Zema et Djazera est *M.rosae* avec une fréquence relative de 41,56% et 40% respectivement. Suivi par *L.erysimi* avec une fréquence de 13% pour la culture Djazera et 9,09% pour la culture Zema. Les espèces les plus abondantes sur la culture Nelson sont *M.euphorbiae*, *H.lactucae*, *R.padi*, *A.verbaschi* avec des fréquences relatives de 18,45%, 16,5%, 10,68% et 7,77% respectivement. Sur la culture de Niébé les espèces les plus capturées sont *H.lactucae*, *A.solani* et *A.gossypii* avec des abondances relatives 24,44%, 10,37% et 8,88% respectivement.

En 2019, sur les cultures de pois chiche, l'espèces les plus capturée dans les deux cultures sont *R.maidis*, *R.padi*, *A.pisum* et *A.fabae* avec des fréquence relatives respectivement de 16%, 15%, 9,9% et 9% pour la variété Flip 93/93 et pour la variété Mexicaine sont de 16,47 % pour *R.padi*, 16,47% pour *A.gossypii* et 10,88% pour *A.pisum*. Pour la même année, sur les cultures de lentille l'espèce la plus capturée dans la variété Syrie l'espèce *M.euphorbiae* et *A.pisum* ne représentent que 24,22% et 16,46% respectivement, sur la variété Corail les espèces *A.fabae*, *R.maidis*, *M.euphorbiae* et *Aphis* sp. présentent des fréquences respectivement 14,89%, 8,16%, 8,17% et 8,17%.

L'inventaire des prédateurs révèle l'existence de 9 espèces prédatrices dans la culture de fève, durant les deux années d'étude. Les espèces les plus dominantes sont *S.rebisii* avec une abondance relative de 27,61% et l'espèce *C.algerica* avec 25,25%. En 2019, les espèces *H.variegata* et *C.algerica* sont les plus recensées avec des abondances relatives de 28,74% et 27,59% respectivement et 14,94% pour l'espèce *E.balteatus*. Sur la culture de petit pois, l'espèce la plus dominante durant les deux années est *C.algerica* avec une abondance relative de 20,09% en 2018 et 20,18% en 2019, suivi par les espèces *Staphylinus* sp., *H.variegata* et *E.balteatus* avec des abondances relatives de 18,69%, 18,22% et 14,49% respectivement en 2018. Par contre, en 2019 *E.balteatus* est classée le deuxième après *C.algerica* avec une fréquence relative de 18,39% puis *H.variegata* (16,14%), *Cantharis* sp. (15,25%) et *Staphylinus* sp. (12,56%). Durant l'année 2018, sur la culture d'haricot les espèces les plus abondantes sont *H.variegata* avec une abondance relative de 20,39% suivi par l'espèce *C.algerica* (16,64%), *E.balteatus* (11,45%) et *D.ruber* (10,20%).

Les espèces prédatrices les plus dominantes dans les deux parcelles de pois chiche durant l'année 2019 sont *C.algerica* (21,88%), *H.variegata* (20,70%) et *E.balteatus* (16,80%).

Les deux espèces *H.variegata* et *C.algerica* sont les plus représentés avec des abondances relatives de 19,28% et 18,77% respectivement suivi par *C.carnea*, *Reduviidae* sp. et *Cantharis rufa* avec des abondances relatives de 13,37%, 12,34%, 12,08% respectivement dans la culture de lentille.

L'évolution des populations des pucerons ailés capturés par piégeage, nous a permis de montrer que l'activité la plus intense des ailés est enregistrée le 30 mars 2018 pour les deux variétés de fève Séville et féverole en 2018 et le 18 avril pour la variété Histal en 2019.

Pour les cultures de petit pois, en 2018, le nombre maximal de pucerons est enregistré le 16 mars pour les deux variétés de Merveille De Kelvedone et Utrillo le 29 mars dans les deux cultures d'Onward et Rakaia en 2019. Le nombre maximal des pucerons ailés sur les cultures d'haricot est enregistré le 5 octobre 2018. L'activité la plus intense des ailés sur les cultures de lentille et de pois chiche est enregistrée le 3 mai 2019.

Dans un autre volet nous avons réalisé au laboratoire des essais de lutte par l'utilisation des extraits végétaux préparés à partir des poudres des feuilles de huit plantes aromatiques et médicinales à savoir l'origan, le romarin, le thym, la lavande, l'oranger, le citronnier, le pamplemoussier et clémentinier par l'évaluation de l'effet biocide à l'égard du puceron noir de la fève *A.fabae*. L'évaluation du taux de mortalité par les différentes doses par voie de contact sur les adultes des pucerons noirs de la fève *A.fabae*, indique que la mortalité dépend de la dose et du temps. L'efficacité des huit extraits végétaux testés au fil du temps montre que ces derniers présentent un

effet biocide aux différentes doses testées. En effet, le taux de mortalité le plus faible est enregistré au temps T1, soit 2 jours après le traitement. L'action toxique de ces solutions contre les pucerons se révèle être la plus importante au temps T6, soit 12 jours post-traitement. L'extrait le plus toxique est l'extrait d'origan avec une mortalité totale des individus *A.fabae* à la dose de 50% et 100% avec une DL50=7,76% et un TL50= 98,41 heures.

D'après les résultats du screening phytochimique de cette étude, il apparaît que la variation du taux de mortalité provoqué par les différents extraits est due à leurs constituants chimiques. Les résultats obtenus, nous permettent d'avancer que les quatre plantes de lamiacées présentent une très forte teneur en polyphénols ainsi que la présence des tanins (totaux, galliques, catichiques), saponosides, mucilages, sucres réducteurs, flavonoïdes, glucosides, amidon et des protéines. Les anthocyanes sont présents uniquement dans le romarin. En revanche, nous notons une absence totale des caroténoïdes dans le thym, le romarin, l'origan et la lavande. Concernant les quatre plantes de Rutacées, elles présentent une très forte teneur en polyphénols ainsi que la présence des saponosides, mucilages, glucosides et amidon. Les tanins totaux sont présents dans le citronnier et le pamplemoussier. Les anthocyanes sont présents dans l'oranger, le citronnier et le pamplemoussier. En revanche, nous notons une absence totale des tanins (gallique et catichique), des irridoides, des sucres réducteurs, des caroténoïdes, des flavonoïdes et des protéines dans toutes les plantes. Les résultats du dosage des polyphénols montrent que les extraits méthanoliques des plantes testées contiennent des teneurs importantes en polyphénols qui varient entre 35,2 et 147.46ug EAG/ml pour les agrumes dont l'extrait de citronnier est le plus riche en polyphénols avec une concentration de 147.46ug EAG/ml. Les plantes testées de la famille des Lamiacées contiennent des teneurs très importantes en polyphénols qui varient entre 64,2 et 218,73 ug EAG/ml. Parmi les huit solutions testées, l'extrait le plus riche en polyphénols est celui de l'origan avec une teneur de 218,73 ug/ml.

Les pucerons sont des insectes déprédateurs qui causent des dégâts importants sur les plantes cultivées et spontanées causant parfois leur mort par la ponction de leur sève. Pour les perspectives pour les travaux futurs, il serait judicieux de réaliser d'autres inventaires sur d'autres espèces ou variétés de légumineuses alimentaires 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 une lutte intégrée. Pour la lutte bioinsecticide, utiliser d'autres substances comme les huiles essentielles et les extraits végétaux d'autres plantes spontanées ou encore issus d'autres parties des plantes déjà utilisées pour réguler les populations aphidiennes. Tester au laboratoire les extraits ou les huiles essentielles qui montrent une toxicité envers les aphides mais sans effet sur la faune auxiliaire, la santé humaine et l'environnement.

Références bibliographiques

1. **Abbott, W.S. 1925.** Method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
2. **Acheuk F., Abdellaoui K., Lakhdari W., Dehliz A., Ramdani M., Barika, F. et Allouane R., 2017.** Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun *Culiseta longiareolata*. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*. 14 :109-116.
3. **Aggoun H., Laamari M. et Tahar C-S., 2016.** Associations tri-trophiques (parasitoïdes - pucerons - plantes) notées dans le milieu naturel de la région de Khenchela (Est – Algérien). *Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, 15 : 02- 08
4. **Ait Amar S., Benoufella-Kitous K., et Tahar Chaouche S., 2019.** Biodiversité et écologie des ennemis naturels des aphides sur pomme de terre. Deuxième édition du symposium national : Protection des végétaux en zones arides. 12 novembre 2019. Biskra, Algérie.
5. **Ait Amar S., Benoufella-Kitous K. et Tahar Chaouche S., 2020.** Potato Aphids and Their Natural Enemies in Tizi-Ouzou Northern of Algeria: Biodiversity and Importance. *Bulletin of Pure and Applied Sciences*.39 (1): 75-81.
6. **Ait Youssef M., 2006.** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. IBIS Press. Paris. 349p.
7. **Akantetou P.K., Koba, K., et Nenonene A.Y., 2011.** Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum Sims* sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *International Journal of. Biological Chemical.Sciences*.5(4) :1491-1500.
8. **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.
9. **Alford D.V., 1994.** Atlas en couleur. Ravageurs des végétaux d'ornement – arbres, arbustes, fleurs. INRA Édi.Paris.464p
10. **Amirat, N., Tebboub, S. et Sebti, M., 2011.** Effets insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* de la région de Djidjel. Communication affichée. Année Internationale des forêts. 1p.
11. **Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K., Laoufi R, Benhabyles N. et Bendifallah L., 2018.** Evaluation de l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles du peuplier noir

- (polpulus nigra l.) sur le puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe, 1841). *Agrobiologia*, 8(2): 1086-1092.
12. **Ashby J.W. et Fletcher J.D., 1982.** Observations on host preferences and epidemiology of aphid species with legume crops. *N.Z. Journal of agricultural Research*. 25 : 267-272.
 13. **Asghari G., Akbari M. et Asadi Samani, M., 2017.** Phytochemical analysis of some plants from Lamiaceae family frequently used in folk medicine in Aligudarz region of Lorestan Province. *Marmara Pharmaceutical Journal*. 21 (3): 506-514.
 14. **Autrique A. et Ntahimpera X., 1994.** Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sud Sahariennes. Ed. Admi. Gén. Coop. Déve. (A. G. C. D.), Bruxelles, 78 p.
 15. **Baba-Aissa K., Belhani M., Belkhoumali S., Moussaoui K., Merah O. et Djazouli Z.E., 2014.** Efficacité comparée d'huiles essentielles formulées à base de thym et d'Origan sur l'abondance de deux pucerons d'agrumes. Congrès International Naturel Products Biocontrol. 24-26 septembre, perpignan
 16. **Bachiri L., Echhegadda G., Ibijbijen D. et Nassiril., 2016.** Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de lavandes autochtones au Maroc : *Lavandula stoechas* L. et *Lavandula dentata* L. *European Scientific Journal*, 12 (30): 1857- 7431.
 17. **Bagnouls F., et Gausson H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Hist. Nat.Toulouse*, 88(3-4) : 184-239.
 18. **Bakary T., Abel T., François T., Bernadette S.P., Ousman A.H., Oumar D. A., Maxim D.K., Yves T., et Aly S., 2017.** Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles: le cas des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers de Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 117: 11658-11668
 19. **Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies, Tome I. Vol I, 564 p.
 20. **Barbault. R. 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson. Paris, 200p.
 21. **Barbault R.2008.** Écologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. Edi. Dunod, Paris, 390 p.
 22. **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.

23. **Bello S., Babalakoun, A.O., Zoudjihékpon, 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.
24. **Ben Halima-Kamel M. et Ben Hamouda M.H., 1993.** Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels, Tropicultura, 11(2) :50-53.
25. **Ben Halima Kamel-, M. 2012.** Aphid fauna (Hemiptera, Aphididae) and their host association of chott mariem, coastel area of Tunisia. Annals of Biological Research. 3(1): 1-11.
26. **Benkhelil M.L., 1992.** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office Pub. Univ, Alger,7-8p.
27. **Benoufella-Kitous K. 2005.** Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued Aissi (Tizi-Ouzou). Mémoire de magister, ENSA El-Harrach, Alger,158p.
28. **Benoufella-Kitous K, Doumandji-Mitiche B. et Saharaoui L., 2008.** Inventaire des pucerons des agrumes à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). Journées Nationales sur la Protection des Végétaux, 7-8 avril 2008, Inst. Nati. Agro. (I. N. A.), El Harrach, Alger.
29. **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 d'Agronomie, El Harrach, Alger, 334 p.
30. **Benoufella-Kitous K., Doumandji S., et Medjdoub-BensaadF., 2014.** Interest and place of three *Vicia faba* Aphid species in Draâ Ben Khedda (Great Kabylia, Algeria). International Journal of Academic Scientific Rechearch. 4(6), 27-36.
31. **Benoufella-Kitous K., et Medjdoub-Bensaad F., 2016.** Aphids' 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.
32. **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.
33. **Benoufella-Kitous K., Medjdoub-Bensaad F. et Kheloul L., 2019.** Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology. 72 : 5-12
34. **Benoufella-Kitous K., Ait Amar S., Aouar-Sadli M. et Medjdoub-Bensaad F., 2019.** Incidence de la faune auxiliaire sur les populations aphidiennes. Le premier Colloque International sur la Lutte Biologique et Intégrée en Algérie CILBIA1. 4-6 février 2019. Batna, Algérie.

35. **Benoufella-Kitous K. et Ait Amar S., 2019.** Impact des prédateurs sur les pucerons des agrumes. Premier séminaire national sur les parasites des plantes et des animaux : connaissance et méthodes de lutte. 18-19 décembre 2019. Blida, Algérie.
36. **Beye C., Tounkara L.S., Seck M.A., Thonart P., et Fickers., 2015.** Opportunités pour la valorisation des végétaux riches en anthocyanes comme sources de colorants alimentaires (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 19(4) : 392-401
37. **Belhadi. A., Djoudi. M., Berredjough. D. et Baazizi K., 2011.** Des insectes auxiliaires autochtones à protéger et à valoriser pour une agriculture saine dans des régions à agro écosystèmes vulnérables. *Actes Séminaires Internati. Biodiversit. Faunistique Zones Arides et Semi-Arides, Ouargla*. 6p.
38. **Blackman R. L., et Eastop V. F., 1994.** *Aphids on the world's Trees. An Identification and Information Guide*. Ed. CAB International, Natural History Museum, England, 987P.
39. **Blackman R. L., et Eastop V. F., 2000.** *Aphids on the World's crops. An identification and information guide*. - 2nd edition, The Natural History Museum, Wiley, Chichester, UK, 466p.
40. **Blackman R. L., et Eastop V. F., 2006.** *Aphids on the World's herbaceous plants and shrubs*. - The Natural History Museum, Wiley, Chichester, UK, 1439 p.
41. **Blondel J. 1979.** *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173p.
42. **Blondel J. 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux-éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E. F. P.) *Revue Ecologique (terre et vie)*. 29 (4) : 533-589.
43. **Boizot N., et Charpentier J.P., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fustier. *Le cahier des techniques de l'Inra*. 79-82.
44. **Bonneil, P. 2009.** Catalogue des méthodes d'échantillonnage entomologique. In : Nageleisen, L. M., Bouget, C., Bonneil, P., Brustel, H., et Sarthou, J. P. *L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.)*, Les Dossiers Forestiers. Office National des Forêts. 19 : 36-52
45. **Bonnemaison L. 1950.** Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons vecteurs des maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des plantes de sélection. Ed. S.E.P., Paris, 12p.

46. **Borget M., 1989.** Les légumineuses vivrières tropicales. Le technicien d'agriculture tropicale. Edition Maisonneuve et Larousse, Paris. 161 p.
47. **Bouabid B., El yahyaoui O., Sammama A., kerrouri S., Ould Abdellahi L., Ait ouaaziz N., lrhorfi I.A., Quyou A., et Bengueddour R., 2016.** Phytochemical screening of two grapefruit varieties: citrus paradisi yellow and blood. International Journal of Innovation and Applied Studies. 17 (2): 506-512
48. **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 and Applied Sciences zoology. 38 (A): 27-39.
49. **Bouchelta A., Boughdad A. et Blenzar A., 2005.** Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens L.* (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). Biotechnologie, Agronomie. Société et Environnement. 9 (4) : 259–269.
50. **Boufellous M., Aicha Lrhorfi L., Berrani A., El Haoud H., Zaher A., Bouhaddioui B., et Bengueddour R., 2017.** Phytochemical screening of a medicinal plant: *Lavandula stoechas* (Lamiaceae). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 6(2): 56-62.
51. **Boussad F. et Doumandji S., 2004.** La diversité faunistique dans une parcelle de *Vicia faba* (Fabaceae) à l'institut techniques des grandes cultures d'Oued Smar. Journnée protec. Vég., 15 mars 2004, Dép, Zool. agro. For., Inst. nati. Agro, el Harrach, 19p.
52. **Brault V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E., et Blanc S., 2010.** Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. C. R. Biologies. 333 : 525-531.
53. **Brewer M.J. et Elliot N.C., 2004.** Biological control and cereal aphids and mediating effects of host plant and habitat manipulations. Ann.Rev.Entomol.,49:219-242
54. **Brichet J., 1946.** Pamplemousse ou pomelo, une équivoque à supprimer. Fruits d'Outre-Mer .1(10) : 297-300.
55. **Brink M., et Belay G., 2006.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1: Céréales et légumes secs. prota. Wageningen, Pays-Bas, 327p.
56. **Bowling R.D., Brewer M.J., Kerns D.L., Gordy J., Seiter N., Elliott N.E., Buntin G.D., WAY M.O., Royer T.A., Biles S. et Maxson E. 2016.** Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. J. Integr. Pest Manag. 7: 1-13.

57. **Cavelier A., 1976.** Cours phytopharmacie. Ed. Institut National Agronomique d'ELHarrach.T.1, 514p.
58. **Chaieb I., Zarrad K., Sellam R., Tayeb W., Ben Hammouda A., Laarif A. et Bouhachem S., 2018.** Chemical composition and aphicidal potential of Citrus aurantium peel essential oils. *Entomologia Generalis*, 37: 063–075
59. **Chaux C. et Foury C., 1994.** Production Légumineuses potagères, légumes, fruits. Tome II. Ed. Lavoisier. 563p
60. **Celiktas O. Y., Kocabas E. E. H., Bedir E., Sukan F. V., Ozek T. et Baser K. H. C. 2007.** Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, Depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*. 100 (2): 553-559.
61. **Chiasson H. et Beloin N. 2007.** Les huiles essentielles, des biopesticides nouveaux». *Revue de littérature. Bulletin de la société d'entomologie du Quebec. Antennae*. 14(1): 3-6.
62. **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. [Preliminary inventory of the insect fauna of tomato fields (*Lycopersicones culentum* Mill.) in the Common of Djakotomey of Benin]. *International Journal of Biological and Chemical Science*. 6 (4): 1798–1804.
63. **Chu C.J. et Kemper K.J., 2001.** *Lavender (Lavandula spp.)*. Longwood Herbal Task Force. 32p.
64. **Cocan I., Alexa E., Danciu C., Radulov I., Galuscan A., Obistioiu D., Morvay A.A, Sumalan R.M., Poiana1 M-A., Pop G. et Dehelean C.A., 2018.** Phytochemical screening and biological activity of Lamiaceae family plant extracts. *Experimental And Therapeutic Medicine*.15: 1863-1870.
65. **Colombo A., 2004.** La culture des agrumes. Ed. De Vicchi, Paris. 142p.
66. **Corbaz J., 1990.** Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Ed. Presses phytotechniques et universitaires romandes; 286 p.
67. **Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, New York, USA.231 p.
68. **Cubero, J.I., 1987.** Morphology of chickpea. In: M.C. Saxena, K.B. Singh (ed.), *The Chickpea*, CAB International, Wallingford, pp. 157-170.
69. **Cubero J.L., 2011.** The Faba bean. A historic perspective. *Grain legumes*. N: 56:5-7.
70. **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 434 P.

71. **Dajoz N., 1982.** Elément d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, p 503.
72. **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8ème édition. 631p.
73. **Dajoz R., 2007.** Les insectes de la forêt : Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2ème édition, Lavoisier. 684p
74. **Dassou A., 2014.** Effet de la diversité des cultures sur les réseaux trophiques des arthropodes et la régulation du charançon du bananier par les prédateurs généralistes dans les systèmes pluri-spécifiques à base de plantain. Thèse de Doctorat en Ecosystèmes et Sciences Agronomiques. Université de Montpellier Sup Agro, 140 p.
75. **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 en Sciences de la vie. Université d'Avignon, 240 p.
76. **Dib H., 2010.** Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera : Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon, 239 p.
77. **Djellout-Mahmoudi K., 2021.** Etude de la biologie de l'un des principaux insectes ravageurs de l'olivier, *Euphyllura olivina* (Hemiptera : Aphalaridae) et de la faune auxiliaire associée, dans quelques oliveraies de la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 131 p.
78. **Doukani K. et Tabak S., 2017.** Profil phytochimique de quelques espèces de *Citrus* (*C. aurantium*, *C. sinensis* et *C. limonum*). Zaaroura-Tiaret. Laboratoire d'Agro-biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-arides, Université Ibn Khaldoun, 78p.
79. **Dominique M., 2010.** Les productions légumières. Edition, Educagri. Dijon. 163 p
80. **Doumandji .M. B. et Doumandji S., 1993.** La lutte biologique contre les déprédateurs des cultures. OFF. BUP. UNV., Algérie, 94 p.
81. **Dreux P., 1980.** Précis d'écologie. 2ème Ed. Paris, 231p.
82. **Duke J.A., 1981.** Handbook of legumes of world economic importance. Ed. Plenum press, New-York and London, 345 p.
83. **Dugdje I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Kamara A.Y. et Ajergbe H., 2009.** Production du niébé en Afrique de l'ouest : Guide du paysan Institut International d'Agriculture Tropical, Ibadan, Nigeria. 20p.
84. **Dupont F. et Guignard J. L. 2012.** Botanique: les familles des plantes. Elsevier Masson (ed.). Paris. 300p.
85. **Eaton A., 2009.** Aphids. University of New Hampshire (UNH)., Cooperative Extension Entomology Specialist.

86. **Esmaeili-Vardanjani M., Askarianzadeh A., Saeidi Z., Hasanshahi G., Karimi J., et Habibollah Nourbakhsh S., 2013.** Antixenosis resistance to *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) in bean cultivars. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 47(1): 51-58.
87. **Fadili K., Amalich S., N'dedianhoua S.K., Bouachrin M., Mahjoubim., Elhilali F., et Zair T., 2015.** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. International Journal of Innovation and Scientific Research. 17: 24-33.
88. **Faghire M., Bargaz A., FarissiM., Palma F., Mandri B., et Lluch C., 2011.** Effect of salinity on nodulation, nitrogen fixation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculated with rhizobial strains isolated from the Haouz region of Morocco. Symbiosis. 54: 69-75.
89. **Faurie C., Ferra C., Medori P. et Devaux J., 1980.** Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris, 488p.
90. **Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J. et Hemptienne J-L., 2003.** Ecologie : approche scientifique et pratique, 5^{ème} édition Lavoisier, Paris, 69p.
91. **Fauvel, G., Atger, P., Cotton, D., et Faivre, A. F. (1981).** Etude de l'évolution des insectes auxiliaires et de leur relation avec le psylle du poirier (*Psylla pyri* L.) et l'acarien rouge (*Panonychus ulmi* Koch) dans deux vergers du Sud-Est de la France en 1979. Agronomie. 1 (9) : 813-820.
92. **Fellah, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karry-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., et Abdelly, C., 2008.** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organ and their biological activities. Compt. Rend. Biol. 331: 372-379.
93. **Ferguson M.E., Maxted N., Van Slageren M., et Robertson L.D., 2000.** A re-assessment of the taxonomy of *Lens* Mill. (Leguminosae, Papilionoideae, Viciae). Botanical Journal of the Linnean Society. 133: 41–59.
94. **Fons F., Fouilhé Sam-Lai N., Poucheret P., Mathieu O. et Rapior S., 2013.** Intérêts du pamplemousse et interactions avec les médicaments. Conference Paper January 2011. 1p
95. **Francis F, Colignon P, Hastir P, Haubruge E. et Gaspar C., 2001.** Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological control. Med. Fac. Landbouw. University Gent .66: 333-340.

96. **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.
97. **Fraval A., 2006.** Les pucerons. *Insectes*. 141(2): 3-8p
98. **Fraval, A., 2006.** Les pucerons. *Insectes*.142(3) :27-32p
99. **Free. J.B., 1993.** Insect pollination of crops. 2nd ed. Academic Press. London, 152 p.
100. **Galeotti F., Barille E., Curir P., Dolci M., et Lanzotti V., 2008.** Flavonoids from carnation (*Dianthus caryophyllus*) and their antifungal activity. *Phytochemistry. Letters*. 1: 44-48.
101. **Gepts P., Beavis W.D., Brummer E.C., Shoemaker R.C., Stalker H.T., Weeden N.F et Young N.D., 2005.** Legumes as a model plant family: genomics for food and feed report of the cross-legume advances through genomics conference. *Plant Physiol*.137:1228–1235.
102. **Ghalmi N., Malice M., Jacquemin J.M., Ouanane S.M., Mekliche L. et Baudoin J.P., 2010.** Morphological and molecular diversity wittin Algerian Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Landraces. *Genetic Resources and (topevolution*. 57 (3) : 371–386.
103. **Ghasemi K., Ghasemi Y. et Mohammed A.E., 2009.** Antioxydant Activity, Phénols and Flavonoid contients of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 22(3):277-281.
104. **Ghazzaz R. et Toumi. Annee.** Etude de comportement de variété Washington navel : 22 'Thèse' 2007-2008.
105. **Godin C. et Boivin. G., 2002.** Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraichères au Québec. 15p
106. **Guiganrd J.L., 1998.** Abrégé de botanique ,11ème édition révisée, Masson, Paris, 278p
107. **Guignard J.L., 2001.** Botanique, Systématique moléculaire. Ed. Masson, 290p.
108. **Guimaraes P. M. R., Teixeira J. A. et Domingues L., 2010.** Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorization of cheese whey. *Biotechnology Advances*, 28(3): 375–384, 2010.
109. **Guptaa G., Agarwalb U., Kaura H., Neelima R., Kumar. et Gupta P., 2017.** Aphicidal effects of terpenoids present in Citrus limon on *Macrosiphum roseiformis* and two generalist insect predators. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 20:1087–1095
110. **Habou Z.A., Haougui A., Mergeai G.,Haubruge E., ToudouA., et Verheggen F.J., 2011.** Isecticidal Effect of *Jatropha curcas* Oil on the Aphid *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) and on the Main Insect Pests Associated with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Niger. *Tropicultura*, 29(4): 225-229.

111. **Hainzelin Etienne., 2013.** Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture. Versailles. Ed. Quae, 264p.
112. **Hannachi-Rabia R., Bannelier C., Berchiche M. et Gidenne T., 2017.** Lagraine de fève séché (*Vicia faba major L*) en alimentation cunicole: effets sur les performances de croissance et d'abattage. Live stock Research for Rural Développement, Centro para la Investigacion en Sistemas Sostenibles de Produccion Agropecuaria, 29(3).
113. **Hanski I. et Cambefort Y., 1991.** Dung beetle ecology, Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 12 - 481 p.
114. **Harbaoui H., Mezghani K.M., Marrakchi M. et Makni H., 2008.** Etude morphologique et toxicologique des pucerons (Homoptères: Aphididae) des céréales en Tunisie. Bulletin de la Société Zoologique de France, 133(1-3) :203-213.
115. **Harmel N., Francis F., Haubruge E., et Eteggiordanengo P., 2008.** Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons: vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures, 17 (396) : 395-398.
116. **Harmel N., Haubruge E., et Francis F., 2010.** Etude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 14 (2), 369-378
117. **Haraoui N., Allem R., Chaouche T.M. et Belouazni A., 2019.** In-vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Varieties Citrus grown in Algeria. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine. <https://doi.org/10.1007/s13596-019-00379-9>
118. **Hazem D., 2010.** Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale : SIBAGHE. Université d'Avignon et Pays de Vaucluse. 252p.
119. **Holman J. 2009.** Host Plant catalog of aphids: Palaearctic region. Springer Verlag, New York, USA. 1216 pp.
120. **Huignard J., 2013.** Insectes, INRA. 168 : 3-8
121. **Huignard J., Glitho A., Monge J.P., et Regnault-Roger C., 2011.** Insectes ravageurs desgrains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quæ, Paris, 145p.
122. **Hullé M., Ighil E.T.A., Robert Y. et Monnet Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol. - Institut National Recherche Agromique, Paris, 136p.

123. **Hullé, M., Turpeau-Ait Ighil, E., Leclant, F. et Rahn, M.J., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A., Paris, 80p.
124. **Hullé M., Coeur d'Acier A, Bankhead-Dronnet S. et Harrington R., 2010.** Aphids in the face of global changes. Les pucerons face aux changements globaux. C. R. Biologies. 333 : 497-503.
125. **Iqbal M. F., Kahloon M. H., Nawaz M. R. et Javaid M. I., 2011.** Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphids. The Journal of Animal & Plant Sciences, 21(1): 114-115
126. **Isman M.B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19: 603-608.
127. **Jacky F. et Bouchery Y., 1982.** Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons. Ed. Inst. Nati. Rech. Agro. Colmar, 48 p.
128. **Jacquemond C., Curk F. et Heuzet M., 2013.** Les clémentines et autres petits agrumes. Edi. Quae, 268p
129. **Jaloux., 2010.** Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mécanismes et perspectives. Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques. 43-46.
130. **Kacioui H., Benoufella-Kitous K., Abbaja A. et Kaci K., 2017.** Des insectes auxiliaires à protéger et à valoriser pour une agriculture saine en vergers d'agrumes. V^{ème} Congrès International de Biotechnologie et Valorisation des Bio-Ressources. 22-25 mars 2017. Tabarka, Tunisie.
131. **Khalfi-Habes O. et Sellami Sellami S., 2010.** Actévitité biologique de trois huiles – essentielles extraites de plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae). Congrès Association marocaine protec. plants (AMPP), 26-27 mai 2010, Inst agro. Vétér-. Hassan II, p-6.
132. **Kheloul L. et Medjdoub-bensaad F. 2014a.** Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la féverole *Vicia faba minor* dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Séminaire Nationale biodiversité faunistique 7-9 ENSA décembre 2014, Alger.
133. **Kheloul L. et Medjdoub-bensaad F. 2014b.** 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). 1^{er} Congrès maghrébin sur la Biodiversité, la Protection des milieux naturels écodéveloppement 16 et 17 décembre 2014, Sidi Bel Abbas.

134. **Kholkhal F., Lazouni H.A., Bendahou M., Boublenza I., Chabane S.D. et Chaouch., 2013.** Etude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus*ssp. *Coloratus*. *Afrique science*, 9(1): 151 – 158.
135. **Keita S. M. 2000.** Effet of various essential oil a *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*.36 (4): 355-364.
136. **Korichi-Almi A., Bissati-Bouafia S., Bensalah K. et Korichi R., 2016.** Effets de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* sur les larves de premier stade d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). *Rev Bio Ress*, 6:62-69.
137. **Kortbeek R.W.J., Van Der Gragt M. et Bleeker P.M., 2019.** Endogenous plant metabolites against insects. *European Journal of Plant Pathology* .154:67–90.
138. **Kumar S.Y. et Patel S., 2017.** Insecticidal and repellent activity of some plant extracts against *Myzus persicae* (Sulzer) and *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus). *Journal of Entomology and Zoology Studie*, 5(2):1434-1439
139. **Kuroli G. et Lantos Z., 2008.** Changes in abundance of aphids flying over and feeding on broad bean in a period of 20 years. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 41: 261-272.
140. **Laamari M. et Hebbel S., 2006.** Les principaux insectes ravageurs de la fève dans une région de Biskra. - *Recherche Agronomique*. 18 : 72-78.
141. **Laamari M, Jousselin E. et Cœur d'acier A. 2010.** Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology*, 62 (2) : 73-87.
142. **Laamari M., Tahar Chaouche S., Benferhat S., Aabbes B., Merouani H., Ghodbane S., Khenissa N. et Sary P., 2011.** Interactions tritrophiques : Plante- Pucerons- Hyménoptère Parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Faunistic Entomology*. 63 (3): 115 - 120.
143. **Laarif A., Zarrad K., Tayeb W., Ayed A., Souguir S. et Chaieb., 2013.** Chemical composition and insecticidal activity of essential oil from *Citrus aurantium* (Rutaceae) Fruit peels against two greenhouse insects; *Spodoptera littoralis* (Noctuidae) and *Tuta absoluta* (Gelechiidae). *Advances in Agriculture, Sciences and Engineering Research*, 3 (5): 825 – 830
144. **Labrie G., 2010.** Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. CÉROM, Québec.49p.
145. **La France, D., 2010.** La culture biologique des légumes. 2^{ème} édition .Berger, Québec. 525 p.

146. **Laib I., 2012.** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* : application aux moisissures des légumes secs. Magistère en Sciences Alimentaires. Université mentouri constantine, Algérie. 94P.
147. **Lambert L., 2005.** Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec. 302p.
148. **Lambert N., 2010.** Lutte biologique aux ravageurs: applicabilité au Québec. Centre Universitaire de Formation en Environnement., Université de Sherbrooke, 87p.
149. **Landis D.A., Menalled F.D., Costamagna A.C. et Wilkinson T.K., 2005.** Manipulating plant resources to enhance beneficial arthropods in agricultural landscapes, *Weed Sciences*, 53 (6) : 902-908.
150. **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.
151. **Lazali M. 2014.** Etude des mécanismes agro physiologiques et moléculaires d'adaptation à la déficience en phosphore chez la symbiose rhizobienne du haricot. Thèse de doctorat, ENSA d'Alger, 280 p.
152. **Laznik Z., Cunja V., Kac M. et Trdan S., 2011.** Efficacy of three natural substances against apple aphid (*Aphis pomi* De Geer, Aphididae, Homoptera) under laboratory conditions . *Acta agriculturae Slovenica*. 97(1): 19-23.
153. **Lazrek-Ben-Friha F., 2008.** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université de Toulouse. 255p.
154. **Le Ralec, A., Anselme, C., Outreman, Y., Poirié, M., Van Baaren, J., Le Lann, C. et Jacques, J. M. 2010.** Evolutionary ecology of the interactions between aphids and their parasitoids. *Comptes rendus biologies*. 333(6), 554-565.
155. **Lebbal S., Lebbal A. et Zeraib, A., 2017.** In vitro screening of insecticidal effect of plant aqueous extracts on the cowpea *aphids craccivora*. *Agrofor International Journal*. 2: 75-81.
156. **Legras B. et Kohler F., 2007.** Elément de statistique. A l'usage des étudiants en médecine et en biologie .Ed. Marketing S.A., Paris, 'Collection Pcem', 295p.
157. **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 syrphé ceinturé (*Episyrphus balteatus*), nos principaux prédateurs indigènes plutôt que la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) exotique et invasive dans nos écosystèmes. *L'Erable du CNB*. 7-10.

158. **Leroy P., Capella Q. et Haubruge É., 2009.** L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. Gembloux Agricultural University. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. 13(2) : 325-334.
159. **Longaga A., Otshudi-Vercruysse A. et Foriers A., 2000.** Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhea in *Lomola area*. Democratic Republic of Congo (RDC). Journal of Ethnopharmacology. 71: 411-423.
160. **Lopes., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., Deng. F.C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Frédéric F., 2011.** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la chine. Entomologie faunistique–Faunistic Entomology.64(3) :63-71.
161. **Lopes T, Bosquée E, Polo Lozano D, Chen J. L, Cheng DengFa C, Yong L, Fang-Qiang Z, Haubruge E, Claude Bragard C. et Francis F. (2012).** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 64 (3) : 63-71.
162. **Lucienne A.D., 2010.** Les plantes médicinales d'Algérie. Ed. BERTI. Alger. 239p.
163. **LugasiA., Hovari J., Sagik. et Biro L., 2003.** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. Acta Journal biologica szegediensis.47 (1-4):119-125
164. **Maatougui M.E., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives derelance. Céréaliculture. 29: 6-18.
165. **Mackauer M. et Völkl W., 1993.** Regulation of aphid populations by aphidiid wasps: does parasitoid foraging behaviour or hyperparasitism limit impact? Oecologia 94: 339-350.
166. **Makni M., Jemai R. et Kriaa W., 2018.** *Citrus limon* from Tunisia: Phytochemical and Physicochemical Properties and Biological Activities. Bio Med Research International.10 p
167. **Marc. P.2004.** Les pucerons. Dossier Technique 2. Asbl ADALIA. 6 p.
168. **Macé C. et Gratraud C., 2011.** Rôle fonctionnel des haies dans la régulation des ravageurs : étude d'une haie composite en vergers d'oliviers. Le nouvel Olivier, 84: 22-28.
169. **Maroun R.G., Louka Ni., Maroun K. et Aslani–A.A., 2013.** Enjeux et opportunités des composés phénoliques. Spectra analyse. 295 : 19-22.
170. **Maya-hernandez V. et Rodriguez-del-bosque L.A. 2014.** Pulgon amarillo: una nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. Desplegable para productores No MX-0- 310301-32-03-13-48-30. INIFAP, Centro de Investigacion Regional Noreste Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas, México. 2 pp.

171. **Medic–Saric M., Jasprica I., Smolcicubalo A. et Momar A., 2003.** Optimization of chromatographic conditions in Thin Layer Chromatography of Flavonoids and Phenolic Acids. *Croatica Chemica Acta*. 77 (1-2):361-366
172. **Medjdoub-Bensaad F., 2007.** Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat d'Etat. Univ. M.M. de Tizi-Ouzou, 130p.
173. **Medjdoub-bensaad F., Kheloul L. et Benoufellakitous K. 2014.** Diversité aphidienne au niveau des cultures de fève *Vicia faba major* et *Vicia faba minor* dans la région Tizi-Ouzou. Séminaire Nationale biodiversité faunistique 7-9 décembre 2014, Alger.
174. **Messiaen M-C. et Messiaen P. 2009.** Le potager familial méditerranéen. Ed. Quae, 191p.
175. **Mezani S., Khelfane-Goucem K. et Medjdoub-Bensaad F., 2016.** Evaluation de la diversité des invertébrés dans une parcelle de fève (*Vicia faba major*) dans la région de Tizi-Ouzou en Algérie. *Zoology and Ecology*, 26 (2):129-133.
176. **Miara M.D., Ait Hammou M. et Hadjadj Aoul S., 2013.** Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). *Phytothérapie*. 11: 206-218.
177. **Mikic A., 2011.** Words denoting faba bean (*vicia faba*) in European languages. *Ratarstvo in povrtarstvo-Journal on Field and Vegetable Crops Research*. 48:233-238
178. **Mohamed A., Sheb L. et Farag M., 2015.** Bee diversity (Hymenoptera: Apoidea) visiting Broad Bean (*Vicia faba* L.) flowers in Egypt, *Zoology in the Middle East*, 61 (3): 256-263.
179. **Muehlbauer F. J. et Rajesh P. N., 2008.** Chickpea, a Common source of protein and starch in the semi-arid tropics. PH. Moore, R Ming (eds.) *Genomics of tropical Crop plants*.
180. **Naghibi F., Mosaddegh M., Motamed S.M. et Ghorbani A., 2005.** Labiatae Family in Folk Medicine in Iran: From Ethnobotany to Pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 4(2): 63-79
181. **Nuessly G.S., Hentz M.G., Beiriger R. et Scully BT., 2004.** Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*. 87(2):204-211.

182. **Nyabyendra P., 2005.** Les plantes cultivées en régions tropicales d'Altitude d'Afrique : Généralités, légumineuses alimentaires, plantes à tubercules et racines, céréales. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique. 223p.
183. **Obaton., 1980.** Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement. Bulltin ASF., 673 p.
184. **Oulebsir-Mohandkaci, H., Ait Kakis. et Doumandji-Mitiche, B., 2015.** Essential Oils of two Algerian aromatic plants *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* as Bio-insecticides against aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Wulfena journal Klagenfurt, Australia. 22: 185-197.
185. **Oulebsir-Mohandkaci H., Ait Kaki S. et Behidj-Benyounes N., 2016.** Phytochemical study and evaluation of antimicrobial, antioxidant and insecticidal activity of essential oils and polyphenols of bitter orange (*Citrus Aurantium* L.). International Journal of Advanced Chemistry. 3:163-167.
186. **Patrick M., 2008.** Le Truffaut : encyclopédie pratique illustrée du jardin. Ed. Larousse. Paris, 850p.
187. **Polese J.M., 2008.** La culture des agrumes. Edition Artemis, 93p.
188. **Pouvreau A., 2004.** Les insectes pollinisateurs. Ed. Delachaux et Niestlé, 157 p.
189. **Rabasse J.M., 1982.** La protection contre les pucerons. Possibilités et modalités d'intervention de l'homme. Journées d'études et d'information sur les pucerons des cultures. ACTA, 2-3-4, mars, Paris : 983p
190. **Rachef S.A, Ouamer F. et Ouffroukh A. (2005).** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation). *Institut National de la Recherche Agronomique*, 16: 36-41.
191. **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie –Ecologie fondamentale. Ed. Mc.Graw-Hill, Paris, 397 p.
192. **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie- Ecologie Fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
193. **Abou-Shaara H.F., Al-Ghamdi A.A. et Mohamed A.A., 2017.** Tolérance de deux races d'abeilles mellifères à des divers gradients de température et d'humidité relative. Insectes Sociaux. 64 :455-463.
194. **Remaudière G. et Autrique A. 1984.** Contribution à l'écologie des aphides africains. Food Alimentary Organisation, Paris. 64p.
195. **Remaudière G., et Remaudière M., 1997.** Catalogue des Aphidae du monde of the word's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A, paris. 473p.

196. **Riah Nassira. 2014.** Diversité et structure génétique des populations de *Rhizobium leguminosarum symbioides* isolées du pois (*Pisum sativum*) et de la lentille (*Lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien. Thèse de doctorat. Biochimie et Microbiologie Appliquée. Université Constantine 1.119p.
197. **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 Doctorat. Scie. Natu. Rennes, 242 p.
198. **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 : 195p.
199. **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.
200. **Roger R. et Philogene Vincent., 2008.** Biopesticides d'origines végétale, 2^{ème} édition, la voisier, 576p.
201. **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.
202. **Ryckewaert P. et Rhino B., 2017.** Insectes et acariens des cultures maraichères en milieu tropical humide : Reconnaissance, bioécologie et gestion agro-écologique. Edi. Quae, 152P.
203. **Sabahi Q., Rasekh A. et Michaud J.P., 2011.** Toxicity of three insecticides to *Lysiplebus fabarum*, a parasitoid of the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of Insect Science*. 11(104):1-8.
204. **Sadat A., Bouhalissa Z., Saharaoui L. et Daoudi-Hacini S., 2019.** Parasitoïdes de pucerons d'Algérie (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae). *Bulletin de la Société Zoologique de France*. 144(3) : 121-131.
205. **Saidj F., 2007.** Extraction de l'huile essentielle de thym : *Thymus numidicus kabylica*, thèse de magister d'ingénieur d'état en Génie chimique, université Mohamed Bougera- Boumerdes, p5.
206. **Saharaoui L. et Gourreau J.M., 2001.** Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera, Coccinellidae). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 126(4), 351-373.
207. **Sage O., Berry E.M. et Aubert Bernard., 1996.** *Fruitrop Ed. Française* (27): 11.

208. **Saifi R. et Belhamra M., 2018.** L'effet insecticide de l'huile essentielle du *Thymus palleescens* endémique sur l'*Aphis fabae scopoli* (HEMIPTERA : APHIDIDAE). Courrier du Savoir, 26 : 131-136.
209. **Sanchez R.D.G., Santos Serrato Corona, J., Viramontes, R.F., Cueto Wong, JA., Padilla, SB. et César, J.S., 2008.** Cultivos alternativos con potencial de Usoforrajero en la comarca lagunera. Ed. primera, Mexico, PP.41.
210. **Sanström J.P. et N.A. Moran., 2001.** Amino acid budgets in three aphid species using the same host plant. *Physiological Entomology*, Blackwell Science Ltd, 26: 202-211.
211. **Savado S., Sambare O., Sereme A. et Thiombiano A., 2016.** Méthodes traditionnelles de lutte contre les insectes et les tiques chez les Mossé au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*. 105:10120 –10133
212. **Schneider A. et Huyghe C. 2015.** Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Quae, Paris. 473 pp.
213. **Sekkat A., 2015.** Les pucerons du Maroc: abrégé bioécologique des espèces évoluant sur les cultures. Ecole Nationale d'Agriculture, Meknès. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*. 7: 1-23.
214. **Sellami S., Mezrket A., Dahmane T. et Khalfi O., 2011.** Evaluation de l'activité nématicide des huiles essentielles de *Mentha spicata* et *Origanum Glandulosum* (Lamiaceae) contre *Meloidogyne incognita*. Afpp, 4^{ème} conférence Internati. Méthodes alternatives protec. cult., 8,9 et 10 mars 2011, Lille : 221-229.
215. **Seyoum A., Asres K. et El-Fiky F.K., 2006.** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*. 67:2058–2070.
216. **Singh R., Singh G., Singh K. et Sharma A., 2016.** Biodiversity of Aphids (Insecta: Homoptera: Aphididae) Infesting Legumes (Angiospermae: Fabales: Fabaceae) in India. *International Journal of Research Studies in Zoology (IJSZ)*. 2: 30-44.
217. **Singleton V.L., Orhofer R. et Lamuela-Raventos R.M., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
218. **Sullivan D.J., 2005.** Aphids. *Encyclopedia of Entomology*. 1 : 127-146.
219. **Sullivan D.J., 2007.** Aphids (Hemiptera : Aphididae). *Encyclopedia of Entomology*, 1: 191-215.
220. **Stewart P., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique *Bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 59 :23-36

221. **Tagu D., Prunier-Leterme N., Legeai F., Gauthier J.P., Duclert A., Sabater-Munoz B., Bonhomme J. et Simon J.C., 2004.** Annotated expressed sequence tags for studies of the regulation of reproductive modes in aphides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 34:809-822.
222. **Tarnagda B., Tankoano A., Tapsoba F., Sourabié P-B., Abdoullahi H- O., Djbrine Adoum O., Drabo K- M., Traoré Y. et Savadogo A., 2017.** Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles : le cas des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers de Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 117: 11658-11668.
223. **Telang A, Sanström J. P, Dyreson E. et Moran N. A., 1999.** Feeding damage by *Diuraphis noxia* results in a nutritionally enhanced phloem diet. *Entomo. Ex. Appl.* 91: 403-412.
224. **Thienneman A., 1939.** Grundzüge dell allgemeinen ökologie. *Arch. Hydrobiology*, 35 : 267-285.
225. **Tanno K., et Willcox G. 2006.** The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and (*Vicia faba* L.): early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium B.P. *Vegetation History and Archaeobotany*. 15: 197–204.
226. **Teixeira Da Silva, J.A. 2004.** Mining the essential oils of the Anthemideae. *African Journal of Biotechnology*. 3 (12): 706-720.
227. **Tendeng, E., Labou, B., Djiba, S., et Diarra, K., 2017.** Actualisation de l'entomofaune des cultures maraîchères en Basse Casamance (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(3): 1021-1028.
228. **Teuscher., Anton R. et Lobstein A., 2005.** Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris, Lavoisier, 522p.
229. **Tona L., Kambu K., Ngimbi N., Cimanga K., et Vlietinck, A. J., 1998.** Antiamoebic and phytochemical screening of some congolese medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.* 61(1): 57-65.
230. **Turpeau-Aït Ighil E., Hullé M. et Chaubet B. 2010.** Puceron et milieu. *Encyclo'Aphid.* www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.
231. **Turpeau-ait Ighil E., Dedryver CA., Chaubet B. et Hulle M., 2011.** Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol. Ed. Quae, Paris. 33p.
232. **Van Emden H.F., 1972.** Aphid technology. Ed. Academic press, London, 34p.

233. **Vance C.P., Graham P.H. et Allan D. L., 2000.** Biological nitrogen fixation: Phosphorus- A critical future need. In FO Pedrosa, M Hungria, MG Yates, WE Newton, eds, Nitrogen Fixation: From Molécules to Crop Productivity. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 38: 506-514.
234. **Vayssières J. F., Delvare G., Maldès J. M. et Aberlenc H. P., 2001.** Inventaire préliminaire des arthropods ravageurs et auxiliaires des cultures maraichères dans l'île de la réunion. Insect Sci. Applic. 21 (1) : 1-22.
235. **Vertès F., Jeuffroy M.H., Louarn G., Voisin A.S. et Justes E., 2015.** Légumineuses et prairies temporaires: des fournitures d'azote pour les rotations. Fourrages, 223 :221-232.
236. **Villenave-Chasset et Leblond, 2019.** Des bandes fleuries pour les auxiliaires dans les grandes cultures : Oui, mais lesquelles ? Innovation Agronomiques, INRA, 75 : 137-151.
237. **Walter A. et Lebot V., 2003.** Jardins D'océanie. Edition Quae, 325p.
238. **Wang H-F., Zong X-X., Guan J-P., Yang T., Sun X-L., Ma Y. et Redden R., 2012.** Genetic diversity and relation-ship of global faba bean (*Vicia faba*) germplasm revealed by ISSR makers. Theor Appl Genet. 124:789-797.
239. **Yadav S.S., Redden R., Chenw A. et Andsharma B., 2007.** Chickpea breeding andmanagement. Ed.Cambridge library of congress.823 p.
240. **Yattara 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. Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology. 66, 89-95
241. **Yao I. et Akimoto S., 2001.** Ant attendance changes the sugar composition of the honeydew of the drepanosiphid aphid *tuberculatus quercicola*. Departement of Ecology and systematic, Oecologia. 128:36-43.
242. **Zhu H., Choi H.K, Cook D.R et Shoemaker R.C., 2005.** Bridging Model and Crop Legumes through Comparative Genomics. Plant Physiology. 137: 1189-1196.

ENTOMOLOGY

Aphid diversity in two food legume crops: fava bean and pea in Naciria region, and first record of *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) in Algeria

N. Bouabida,¹ K. Benoufella-Kitous,¹ S. Ait Amar,¹ F. Medjdoub-Bensaad²

¹Laboratory of Production, Improvement and Protection of Plants, Department of Animal and Plant Biology, Faculty of Biological Sciences and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou; ²Production Laboratory, Safeguard of Threatened Species and Crops, Influence of Climatic Variations, Faculty of Biological Sciences and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou, Algeria

Abstract

Beans and peas are very important legumes because of their importance in human food and their high protein contents, as well as their role in the supply of atmospheric nitrogen to the soil. However, these crops are subject to various pest outbreaks, reducing their yield. The purpose of this study is to carry out an exhaustive inventory of aphids present on bean (*Vicia faba* and Seville variety) and pea crops (Merveille De Kelvedone and Utrillo variety) in the region of Naciria (Boumerdes), in order to evaluate the diversity and abundance of aphids present in these crops. Sampling of aphid populations has been done using two trapping techniques: Barber pitfall trap and yellow traps. The results obtained express a richness of 48 aphid species, with one *Melanaphis sacchari* species identified for the first time in Algeria. 28 species are inventoried in the pea crop of Utrillo variety, 27 species on the Merveille de Kelvedone variety, 21 species

in the bean crop of Seville variety (*Vicia faba major*) and 20 species on the faba bean (*Vicia faba minor*).

Introduction

Food legumes are the basis of the human diet thanks to their nutritional interests and their high protein content. They also play a role in soil fertility through atmospheric nitrogen fixation (Schneider & Huyghe, 2015). Unfortunately, these crops are infested by aphids causing a decrease in crop yields. They suck their hosts sap and inject saliva that could be phytotoxic causing wilting, yellowing and often death of plants. In addition, aphids are particularly damaging as vectors of plant disease viruses (Brault *et al.*, 2010). They excrete a sticky substance “honeydew” on which fumagin develops decreasing the market value of the products (Eaton, 2016). In Algeria, few studies have been developed on aphids infesting food legumes (Laamari & Hebbel, 2006; Benoufella-Kitous *et al.*, 2014; Benoufella-Kitous & Medjdoub-Bensaad, 2016; Benoufella-Kitous *et al.*, 2019). There were no studies on legume aphids in the region of Naciria (Boumerdes). For this reason, an inventory of bean and pea aphids is managed to assess their diversity and abundance in this region.

Materials and methods

Study area

This study was carried out on fields of broad beans of Seville variety (*Vicia faba* var. *major*) and field bean variety (*Vicia faba* var. *minor*) and fields of peas of the Merveille de Kelvedone and Utrillo varieties during 2017-2018 crop year. The 4 study fields are located at an altitude of 158 m a.s.l. in the region of Naciria (36°44'51"N, 3°49'44"E), part of the province of Boumerdes, around 80 km East of Algiers (Figure 1) where the Mediterranean climate is characterized by a rainy and mild winter and a dry and hot summer. It must be emphasised that the fields did not undergo any phytosanitary treatment during the entire sampling period.

Aphid trapping method

Sampling was carried out over 13 weeks, from 26/01/2018 until the end of the crop on 20/04/2018. Each field was divided into nine

Correspondence: Karima Benoufella-Kitous, Laboratory of Production, Improvement and Protection of Plants, Department of Animal and Plant Biology, Faculty of Biological Sciences and Agronomic Sciences, Mouloud Mammeri University of Tizi-Ouzou 15000 Algeria. E-mail: ben.kitous@yahoo.fr

Key words: Aphids, inventory, bean, pea, Naciria.

Contributions: The authors contributed equally.

Conflict of interest: The authors declare no potential conflict of interest.

Funding: None.

Received for publication: 14 November 2020.

Revision received: 24 December 2020.

Accepted for publication: 8 January 2021.

©Copyright: the Author(s), 2020

Licensee PAGEPress, Italy

Journal of Entomological and Acarological Research 2020; 52:9503
doi:10.4081/jea.2020.9503

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License (by-nc 4.0) which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

homogeneous quadrats. In the centre of each quadrat, a Barber pot (20 cm in diameter by 10 cm high) and a yellow trap (20 cm in diameter by 15 cm high) were placed. The yellow traps were placed on stakes 40 cm above the ground. Barber pots were placed in the ground.

The traps were filled with water to which was added a small amount of detergent to act as a wetting agent, reducing water surface tension and preventing trapped insects from escaping once caught (Benkhelil, 1992).

Aphid sampling and recovery were carried out on regular basis during weekly field trips. Collected aphids were preserved in 70% Ethanol, counted and then identified in the laboratory. Aphid identification was carried out based on the determination keys described by Jacky & Bouchery (1982); Remaudière *et al.* (1985); Autrique & Ntahimpera (1994); Blackman & Eastop (2000, 2006).

Exploitation of results

Different analyses were applied in order to exploit the results obtained, namely the ecological indices composition (total richness and relative abundance), as well as the ecological indices structure (Shannon and Peilou equitability indices).

Ecological composition indices

Specific richness

The specific wealth is one of the fundamental parameters characteristic of a settlement. The total richness (S) of a biocenosis corresponds to the totality of species that make it up (Ramade, 1984).

Relative abundance or percent frequency

Relative abundance (AR%) is the percentage of the number of

individuals of a species (n_i) in relation to the total number of individuals (N): $AR\% = n_i \times 100/N$ (Faurie *et al.*, 1980).

Ecological indices structure

Shannon-Weaver Diversity Index

This index provides information on the diversity of each environment under consideration. It varies both according to the number of species present and the abundance of each of them (Barbault, 2008). It is calculated using the following formula:

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

H' : Shannon-Weaver Diversity Index expressed in bit units.

q_i : Probability of occurrence of the species ($q_i = n_i/N$, where n_i is the number of each species in the sample and N is the sum of the n_i of all species combined).

Log₂: logarithm - base 2.

Peilou equidistribution or equitability index (E)

It is the relationship between real diversity and maximum theoretical diversity (Blondel, 1975).

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

H' is Shannon's diversity index expressed in bits.

$H' \text{ max.}$ is the index of maximum diversity expressed in bits, with $H' \text{ max.} = H' / \log_2 S$ where S is the total richness corresponding to the number of species present.



Figure 1. Map of Boumerdes region and location of study site, (A) Map of Algeria showing the study region, (B) the study region.

Results

In this experimental study, trapping winged aphids using the yellow traps resulted in a list of aphids that could infest four field of food legumes.

List of aphids found in the four legume fields: Seville bean, Faba bean, Merveille de Kelvedone pea and Utrillo pea

Aphid fauna analysis in the four studied fields revealed the existence of 48 species of aphids: 28 species of aphids in the Utrillo pea crop and 27 species in the Merveille de Kelvedone variety; in the bean crop, 21 species were identified in the Seville variety field and 20 species in the broad bean variety.

Sampling made it possible to trap a new species that has never been identified in Algeria. It is *M. sacchari* trapped in the Utrillo field (Table 1).

Percent frequency or relative abundance (%)

During the 13 weeks of trapping, 383 individuals were collected representing 48 species belonging to 21 genera, two tribes and a single subfamily, in the four study fields. The relative abundance of these species varied from one crop to another. *A. gossypii* and *M. persicae* were the most present species in the pea crop of Merveille de Kelvedone variety. *A. gossypii* was the most abundant in the Utrillo variety. *A. fabae* and *A. gossypii* were the most frequent in the two bean crops. The other species were poorly represented with frequencies ranging from 1.25% to 8.93% (Table 2).

Ecological indices structure

The results of the ecological structure indices applied to the species caught by different types of traps show that the highest Shannon diversity index value ($H' = 4.38$ bits) is observed in the Utrillo pea crop. This value varies between 3.66 and 3.92 bits for the other crops (Figure 2).

The maximum diversity H' max varies between 4.32 and 4.81 bits for all cultivated varieties. The equitability obtained tends towards 1 at the level of the 4 cultivated varieties.

Discussion and conclusions

Analysis of the aphid fauna in the four fields used for the study pointed out the presence of 48 aphid species. In Oued-Smar (Algiers, Algeria), Boussad & Doumandji (2004) report that among the insects collected on a bean crop, the Aphididae family is the most representative with a total of 73 specimens. Working in Biskra (Algeria) region, Laamari & Hebbel (2006) identified 16 aphid species in a field of *V. faba*. In 2014, Benoufella-Kitous *et al.* (2014) reported the presence of 27 species of aphids in a bean field in the region of Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou, Algeria) inclusive of 125 specimens belonging to 25 species in 2008 and 143 specimens attributed to 19 species in 2013. In chickpea and lentil crops situated in Tala Amara (Tizi-Ouzou, Algeria), Benoufella-Kitous & Medjdoub-Bensaad (2016) have identified 55 aphid species. The work of Lopes *et al.* (2012) in Belgium recorded the presence of 37 aphid species in a pea field. Singh *et al.* (2016) in a study on biodiversity of aphids infesting legumes in India, reported the presence of 73 species that could infest these crops. In 2019, Benoufella-Kitous *et al.* (2019) studied the aphid diversity of four food legumes (broad bean, chickpea, pea and lentil) in the region of Tizi-Ouzou. The results obtained by these authors showed the existence of 43 species of aphids.

Aphid species richness characterizing the investigated fields can be justified on the one hand by the climatic conditions favourable to aphid flight and on the other hand by the abundance and diversity of cultivated host plants and weeds likely to attract aphids. Hanski & Cambefort (1991) assert that the richness of a stand depends on the level of available trophic resources and climatic conditions of the investigated biotopes. Indeed, the increase in plant diversity leads to an increase in the diversity of phy-

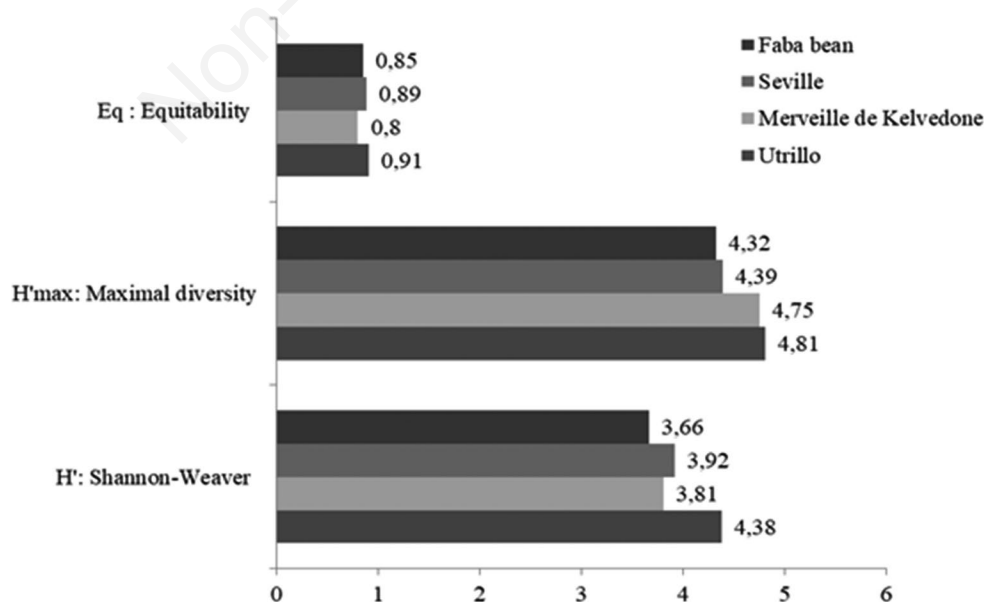


Figure 2. Shannon-Weaver index value for the different trapping techniques used for each cultivated plot.

tophagous plants (Barbault, 1981). Wild plants are very often the additional source of winged aphids that will settle on receptive crops (Remaudière & Autrique, 1984).

The analysis of the surveys shows that *A. gossypii* and *M. persicae* are the most frequent species in the pea field in Merveille de Kelvedone variety. In the Utrillo variety, *A. gossypii* is the most

represented. In the two bean crops, two species are abundant: *A. fabae* and *A. gossypii*.

In a bean crop, Benoufella-Kitous *et al.* (2014) noted the presence of *A. gossypii* with a frequency of 9.3% of winged aphid species captured in 2008 and 16.1% in 2013. In Tunisia, this aphid

Table 1. List of aphids detected in the four food legume fields: bean (Seville variety, broad bean variety) and pea (Kelvedone variety, Utrillo variety) fields located in Naciria region (Boumerdes).

Sub-families	Tribes	Genera	Species	F	Fr	M	U		
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. spiraeicola</i> Patch, 1914	-	-	+	-		
			<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. nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	+	+	-	+		
			<i>A. verbasci</i> Schrank, 1801	-	-	+	+		
			<i>Aphis</i> sp.	+	-	+	+		
			<i>Melanaphis</i>	<i>M. sacchari</i> (Zehntner, 1897)	-	-	-	+	
			<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. oxyacanthae</i> (Schrank, 1801) (= <i>insertum</i> Walker)	-	-	-	+	
				<i>R. maidis</i> (Fitch, 1856)	+	+	+	+	
				<i>R. padi</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	
		<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>Schizaphis</i> sp.	-	-	+	-		
		Macrosiphini		<i>Acyrtosiphon</i>	<i>A. ilka</i> (Mordvilko, 1914) (= <i>bidentis</i> Eastop)	-	+	-	-
					<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. helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)	+	+	+	+
					<i>B. rumexicolens</i> (Patch, 1917)	-	-	-	+
				<i>Brevicoryne</i>	<i>B. brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-
				<i>Cavariella</i>	<i>C. pastinaceae</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-
					<i>C. theobaldi</i> (Gillette et Bragg, 1918)	-	-	+	-
					<i>Cavariella</i> sp.	+	-	-	-
				<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i> (Mordvilko, 1913) ex 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. tulipae</i> (Boyer de Fonscolombe, 1814)	+	-	-	-
				<i>Hyadaphis</i>	<i>H. foeniculi</i> (Passerini, 1860)	-	-	+	-
<i>Hyperomyzus</i>	<i>H. lactucae</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+		
<i>Liosomaphis</i>	<i>L. berberidis</i> (Kaltenbach, 1843)			-	-	-	+		
<i>Lipaphis</i>	<i>L. erysimi</i> (Kaltenbach, 1843)			+	+	-	-		
<i>Macrosiphoniella</i>	<i>M. artemisiae</i> Boyer de Fonscolombe, 1841			-	+	-	-		
<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i> Thomas, 1878			-	-	+	+		
	<i>M. rosae</i> Linnaeus, 1758			+	-	+	+		
<i>Metapolophium</i>	<i>M. festucae</i> (Theobald, 1917)			-	-	+	-		
<i>Myzus</i>	<i>M. ascalonicus</i> Doncaster, 1946			-	-	-	+		
	<i>M. cymbalariae</i> Stroyan, 1954			-	-	-	+		
	<i>M. langei</i> (Börner, 1933)			-	+	-	-		
	<i>M. persicae</i> (Sulzer, 1776)			+	+	+	+		
<i>Nasonovia</i>	<i>N. ribisnigri</i> (Mosley, 1841)			-	+	+	-		
<i>Sitobion</i>	<i>S. fragariae</i> (Walker, 1848)			-	-	-	+		
<i>Uroleucon</i>	<i>U. compositae</i> (Theobald, 1915)			+	-	-	-		
	<i>U. sonchi</i> (Linnaeus, 1767)			-	+	-	+		
01	02			22	48				

F: Bean Seville variety; Fr: Broad bean variety; K: Merveille de Kelvedone2; U: Pea Utrillo; + : Presence ; - : Absence.

Table 2. Values of centesimal frequencies (%) applied to the different aphid species harvested in the crops studied.

Species	Pea Merveille de Kelvedone		Pea Utrillo		Bean Seville variety		Broad bean variety	
	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%	ni	AR%
<i>A. craccivora</i>	9	4.79	4	5.06	3	5.36	6	10
<i>A. fabae</i>	24	12.77	4	5.06	8	14.29	13	21.66
<i>A. gossypii</i>	41	21.81	11	13.92	6	10.71	12	20
<i>A. verbasci</i>	7	3.72	2	2.53	0	0	0	0
<i>A. spiraeicola</i>	3	1.59	0	0	0	0	0	0
<i>A. idaei</i>	1	0.53	1	1.26	1	1.79	0	0
<i>A. solani</i>	8	4.25	3	3.79	1	1.79	2	3.33
<i>Aphis</i> sp.	7	3.72	1	1.26	1	1.79	0	0
<i>A. ilka</i>	0	0	0	0	0	0	3	5
<i>M. ascalonicus</i>	0	0	1	1.26	0	0	0	0
<i>A. pisum</i>	0	0	0	0	0	0	2	3.33
<i>A. nerii</i>	0	0	3	3.79	1	1.79	1	1.66
<i>A. coreopsidis</i>	2	1.06	1	1.26	1	1.79	1	1.66
<i>B. cardui</i>	1	0.53	2	2.53	2	3.57	2	3.33
<i>B. helichrysi</i>	3	1.59	3	3.79	3	5.36	1	1.66
<i>B. rumexicolens</i>	0	0	2	2.53	0	0	0	0
<i>B. brassicae</i>	0	0	0	0	0	0	2	3.33
<i>Cavariella</i> sp.	0	0	0	0	1	1.79	0	0
<i>C. pastinaceae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.66
<i>C. theobaldi</i>	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>D. apiifolia</i>	4	2.13	3	3.79	0	0	0	0
<i>D. foeniculus</i>	0	0	0	0	1	1.79	0	0
<i>D. tulipae</i>	0	0	0	0	1	1.79	0	0
<i>D. plantaginea</i>	2	1.06	0	0	0	0	0	0
<i>D. noxia</i>	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>H. lactucae</i>	11	5.85	8	10.12	5	8.93	2	3.33
<i>H. foeniculi</i>	0	0	0	0	1	1.79	0	0
<i>M. persicae</i>	29	15.41	9	11.39	7	12.5	5	8.33
<i>M. langei</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.66
<i>M. euphorbiae</i>	2	1.06	3	3.79	0	0	0	0
<i>M. rosae</i>	6	3.19	3	3.79	1	1.79	0	0
<i>M. festucae</i>	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>M. sacchari</i>	0	0	1	1.26	0	0	0	0
<i>M. cymbalariae</i>	0	0	1	1.26	0	0	0	0
<i>N. ribisnigri</i>	1	0.53	0	0	0	0	1	1.66
<i>R. padi</i>	13	6.91	3	3.79	5	8.93	0	0
<i>R. maidis</i>	5	2.67	3	3.79	5	8.93	2	3.33
<i>R. oxyacanthae</i>	0	0	3	3.79	0	0	0	0
<i>L. erysimi</i>	0	0	0	0	1	1.79	1	1.66
<i>L. berberidis</i>	0	0	1	1.26	0	0	0	0
<i>S. rotundiventris</i>	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>Schizaphis</i> sp.	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>S. eastopi</i>	1	0.53	0	0	0	0	0	0
<i>S. graminum</i>	3	1.59	1	1.26	0	0	0	0
<i>S. fragariae</i>	0	0	1	1.26	0	0	0	0
<i>M. artemisiae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.66
<i>U. sonchi</i>	0	0	1	1.26	0	0	1	1.66
<i>U. compositae</i>	0	0	0	0	1	1.79	0	0
Total	188	100	79	100	56	100	60	100

ni: Number of individuals; AR: Relative abundances.

is identified by Ben Halima-Kamel & Ben Hamouda (1993) on eggplant, chilli pepper, cucumber and melon. This species is also reported by Vayssières *et al.* (2001) on Solanaceae, Cucurbits, Fabaceae and Asteraceae. On courgette crops, *A. gossypii* is in the vast majority with 99 % of aphids identified on this crop (Lopes *et al.* 2012). Benoufella-Kitous (2015) reports the presence of this species in the form of low density colonies, apterous individuals on *Avena sterilis* L. and denser colonies on *Lavatera cretica* L. Sekkat (2015) reports it on Cucurbits, Solanaceae and *Citrus* in Morocco, whereas Singh *et al.* (2016) note the presence of *A. gossypii* on 39 legume species in India.

Mezani *et al.* (2016), in a study of invertebrate assessment on a bean field in the region of Tizi-Ouzou, show that *A. fabae* is the most dominant species in the yellow traps with 48 specimens representing a relative abundance of 17.84%. The study carried out by Medjdoub-Bensaad *et al.* (2014) shows that *A. fabae* is the most represented species with a frequency of 23.1% in a bean field. Kheloul & Medjdoub-Bensaad (2014a) mention that this species only totals 8.2% compared to all aphids trapped in a bean field.

Benoufella-Kitous *et al.* (2019) report that the species *A. fabae* is the most present with a frequency of 23.1% in a broad bean crop. Kheloul & Medjdoub-Bensaad (2014b) highlight the presence of *A. fabae* on *Rumex sp.*, *Vicia sicula* (Raf.) Guss., *Sonchus sp.* and *Melilotus officinalis* (L.) Pall. Alhmedi *et al.* (2007) note the presence of this aphid on wheat and peas. Laamari *et al.* (2010) report that this aphid is identified on about 15 plant species.

Myzus persicae has as primary hosts peaches and other Rosaceae of the genus *Prunus* and as secondary hosts Asteraceae, Brassicaceae, Apiaceae and Cucurbitaceae (Hullé *et al.* 1999). Vayssière *et al.* (2001) note it on *Rumex abyssinicus*, *Euphorbia hirta*, *Solanum nigrum* L., *Cajanus cajan* Millsp., *Tropaeolum sp.* and *Callistephus sp.* According to Laamari *et al.* (2011), *M. persicae* is identified on 16 plant species. *M. persicae* is caught by Sekkat (2015) on peach, pepper, potato, tomato and several weed species. According to this author, *M. persicae* is among the most feared aphid species and most frequently harmful to crops, requiring specific phytosanitary treatments.

It should be noted that in the present study, one species is identified for the first time in Algeria. It is *Melanaphis sacchari*, which is caught with a very low frequency (1.26%).

The sugarcane aphid, *M. sacchari* is present in many African countries such as Angola, Egypt, Ethiopia, Nigeria, and Uganda. In Mexico, this species was first identified in 2013, in sorghum fields (Maya-Hernandez & Rodriguez-Del-Bosque, 2014). In 2016, this aphid was reported for the first time as a pest on sorghum in North America (Bowling *et al.*, 2016). Blackman & Eastop (2000, 2006) report that this pest can also develop on grasses. According to Holman (2009), *M. sacchari* was observed on several species of Poaceae, Rosaceae, but also on Brassicaceae. The latter family was represented in the pea field (Utrillo variety) by a species namely *Sinapis arvensis* L., which could perhaps explain the presence of this species in the trap.

Shannon's diversity varies from one culture to another. In the present study, the specific richness and diversity of the flora provide favourable conditions for the settlement of aphids. In a study carried out by Medjdoub-Bensaad *et al.* (2014), Shannon diversity index calculated from fields of Seville bean and field bean is 0.75 and 0.69 bits respectively. Benoufella-Kitous *et al.* (2019) note that in chickpea, lentil and pea crops, H' values are 3.92, 3.88 and 0.32 bits respectively.

Equitability obtained tends towards 1 for the 4 cultivated varieties. This indicates that the numbers of the species present tend to be in equilibrium with each other.

According to Blondel (1975), when living conditions in an

environment are favourable, many species are found. Aphid fauna is therefore diversified in the presence of the flora (Bassino, 1983). The density and diversity of insects are strongly influenced by the environment close to the crop field (Francis *et al.*, 2001). Marc (2004) reports that winged specimens contribute in the dissemination of the population at variable distances and ensure the colonization of new habitats to be exploited.

Our study carried out on aphid diversity in four fields of bean and pea food legumes of two different varieties in Naciria region, shows the existence of 48 species of aphids with one species recorded for the first time in Algeria. This rather large number demonstrates the abundance of aphids on these crops. It would be edifying to continue this work for several years and on other crops to improve results.

References

- ALHMEDI A., FRANCIS F., BODSON B., HAUBRUGE E. 2007 - Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité de parcelles d'orties. - Notes Faun. Gembloux 60: 147-152.
- AUTRIQUE A., NTAHIMPERA X. 1994 - Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sud-sahariennes. - Administration Générale de la Coopération au Développement (A.G.C.D.), Bruxelles. 78 pp.
- BARBAULT R. 1981 - Ecologie des populations et des peuplements. Masson, Paris. 200 pp.
- BARBAULT R. 2008 - Écologie générale: structure et fonctionnement de la biosphère. Dunod, Paris. 390 pp.
- BASSINO J.P. 1983 - Influence des techniques de cultures en verger : notes de synthèse, faune et flore auxiliaire en agriculture. - Journées d'Etude et d'Information, 4-5 mars, Paris 289-293.
- BEN HALIMA-KAMEL M., BEN HAMOUDA M.H. 1993- Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels. - Tropicultura 11: 50-53.
- BENKHELIL M.L. 1991 - Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. - Office des Publications Universitaires, Alger. 68 pp.
- BENOUFFELLA-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 d'Agronomie, El Harrach, Alger. 334 pp.
- BENOUFFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI S., MEDJDOUB F. 2014 - Interest and place of three *Vicia faba* Aphid species in Draa Ben Khedda (Great Kabylia, Algeria). - Int. J. Agric. Res. 4: 27-36.
- BENOUFFELLA-KITOUS K., MEDJDOUB-BENSAAD F. 2016 - Aphids' diversity in chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*) cultures within Tala Amara region (Tizi-Ouzou, Algeria). - Adv. Environ. Biol 10: 19-29.
- BENOUFFELLA-KITOUS K., MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELOUL L. 2019 - Diversité des pucerons des légumineuses alimentaires dans la région de Tizi-Ouzou. - Faun. Entomol. 72: 5-12.
- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F. 2000 - Aphids on the World's crops. An identification and information guide. 2nd edition, The Natural History Museum, Wiley, Chichester, UK. 466 pp.
- BLACKMAN R.L., EASTOP V.F. 2006 - Aphids on the World's herbaceous plants and shrubs. The Natural History Museum, Wiley, Chichester, UK. 1439 pp.
- BLONDEL J. 1975 - L'analyse des peuplements d'oiseaux-élé-

- ments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E. F. P.). - Rev. Ecol. 29: 533-589.
- BOUSSAD F., DOUMANDJI S.D. 2004 - Inventaire et dégâts dus aux insectes sur quatre Variétés de la fève à l'institut technique des grandes cultures d'Oued-Smar. 5ème journée scientifique et techniques phytosanitaire 15-16 Juin 2004.
- BOWLING R.D., BREWER M.J., KERNS D.L., GORDY J., SEITER N., ELLIOTT N.E., BUNTIN G.D., WAY M.O., ROYER T.A., BILES S., MAXSON E. 2016 - Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. - J. Integr. Pest Manag. 7: 1-13.
- BRAULT V., UZEST M., MONSION B., JACQUOT E., BLANC S. 2010 - Aphids as transport devices for plant viruses. - C. R. Biol. 333: 524-538.
- EATON A.T. 2016 - Aphids. Pest Fact Sheet 19. (UNH) Cooperative Extension. 3 pp.
- FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J., 1980 - Ecologie approche scientifique et pratique. Lavoisier, Paris 488 pp.
- 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.
- HANSKI I., CAMBEFORT Y. 1991 - Dung beetle ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 493 pp.
- HOLMAN J. 2009 - Host Plant catalog of aphids: Palaearctic region. Springer Verlag, New York, USA. 1216 pp.
- HULLÉ M., IGHIL E.T.A., ROBERT Y., MONNET Y. 1999 - Les pucerons des plantes maraichères. Cycles biologiques et activités de vol. Institut National Recherche Agronomique, Paris. 136 pp.
- JACKY F., BOUCHERY Y. 1982 - Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons. Institut National Recherche Agronomique, Colmar. 48 pp.
- KHELOUL L., MEDJDOUB-BENSAAD F. 2014a - Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la féverole *Vicia faba minor* dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Séminaire Nationale biodiversité faunistique 7-9 décembre 2014, Alger.
- KHELOUL L., MEDJDOUB-BENSAAD F. 2014b - 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). 1^{er} Congrès maghrébin sur la Biodiversité, la Protection des milieux naturels écodéveloppement 16 et 17 décembre 2014, Sidi Bel Abbès.
- LAAMARI M., HEBBEL S. 2006 - Les principaux insectes ravageurs de la fève dans une région de Biskra. - Rech. Agronom. 18: 72-78.
- LAAMARI M., JOUSSELIN E., COEUR D'ACIER A. 2010 - Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. - Faun. Entomol. 62: 73-87.
- LAAMARI M., TAHAR CHAUCHE S., BENFERHAT S., AABES B., MEROUANI H., GHODBANE S., KHENISSA N., STARY P. 2011 - Interactions tritrophiques: Plante-Pucerons-Hyménoptère Parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien - Faun. Entomol. 63: 115-120.
- LOPES T., BOSQUEE E., POLO LOZANO D., CHEN J.L., CHENG DENGFA C., YONG L., FANG-QIANZ Z., HAUBRUGE E., BRAGARD C., FANCIS F. 2012 - Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraichées dans l'est de la chine. - Faun. Entomol. 64: 63-71.
- MARC P. 2004 - Les pucerons. Dossier Technique 2. - Asbl. Adalia: 1-6.
- MAYA-HERNANDEZ V., RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE L.A. 2014 - Pulgón amarillo: una nueva plaga del sorgo en Tamaulipas. Desplegable para productores No MX-0-310301-32-03-13-48-30. INIFAP, Centro de Investigación Regional Noreste Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas, México. 2 pp.
- MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELOUL L., BENOUELLA-KITOUS K. 2014 - Diversité aphidienne au niveau des cultures de fève *Vicia faba major* et *Vicia faba minor* dans la région Tizi-Ouzou. Séminaire Nationale biodiversité faunistique 7-9 décembre 2014, Alger.
- MEZANI S., KHELFAANE-GOUCHEM K., MEDJDOUB-BENSAAD F. 2016 - Evaluation de la diversité des invertébrés dans une parcelle de fève (*Vicia faba major*) dans la région de Tizi-Ouzou en Algérie. - Zool. Ecol. 26: 129-133.
- RAMADE F. 1984 - Eléments d'écologie-écologie fondamentale. Mc Graw-Hill, Paris. 397 pp.
- REMAUDIÈRE G., AUTRIQUE A. 1984 - Contribution à l'écologie des aphides africains. Food Alimentary Organisation, Paris. 64 pp.
- REMAUDIÈRE G., AUTRIQUE A., EASTOP V.F., STARY P., AYMOUNIN G. 1985 - Contribution à l'écologie des aphides africains. Organisation Nations Unies Alimentation Agriculture, Rome. 214 pp.
- SCHNEIDER A., HUYGHE C. 2015 - Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Quae, Paris. 473 pp.
- SEKKAT A. 2015 - Les pucerons du Maroc: abrégé bioécologique des espèces évoluant sur les cultures. Aphids of Morocco: abridged bio-ecology of species evolving on crops. - Rev. Maroc. Protect. Plantes 7: 1-23.
- SINGH R., SINGH G., SINGH K., SHARMA A. 2016 - Biodiversity of Aphids (Insecta: Homoptera: Aphididae) Infesting Legumes (Angiospermae: Fabales: Fabaceae) in India. - IJRSZ 2: 30-44.
- VAYSSIERES J.F., DELVARE G., MALDES J.M., ABERLENG H.P. 2001 - Inventaire préliminaire des arthropodes des cultures maraichères sur l'Ile de la Réunion. - Insect Sci. Applicat. 21: 1-22.