République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach - Alger
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة –الحراش- الجزائر

Thèse

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

Département : Zoologie agricole et forestière

Spécialité : Entomologie Appliquée

Sujet :

Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aïssi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou)

Présentée par :

Mme. BENOUFELLA-KITOUS Karima

Devant le jury:

Présidente	Mme. DOUMANDJI-MITICHE Bahia	Professeur ENSA (El Harrach)
Directeur de thèse	M. DOUMANDJI Salaheddine	Professeur ENSA (El Harrach)
Co-directeur de thèse	M. HANCE Thierry	Professeur Université de Louvain
Examinateurs	Mme. MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur UMM (Tizi-Ouzou)
	Mme. CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba	M.C.A. UMB (Boumerdes)
	M. HAMMACHE Miloud	M.C.A. ENSA (El Harrach)

Soutenue le 15/03/2015

LA VÉRITABLE CONNAISSANCE COMMENCE PAR
LA CONNAISSANCE DE NOTRE IGNORANCE.

PLATON
APOLOGIE DE SOCRATE.

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon très cher père
A ma mère, mon mari et mes chers enfants
Aucune dédicace ne saurait exprimer mon immense amour, mon estime, ma profonde affection et ma reconnaissance pour tous les sacrifices consentis pour mon bonheur et ma réussite. Merci pour votre soutien et votre amour.

Que Dieu tout puissant vous protège et vous accorde longue vie et nous garde toujours réunis pour le bonheur et la prospérité.

A tous ceux qui me sont chers.

REMERCIEMENTS

La valeur d'un travail reflète celle de l'équipe qui l'a produit. Que les personnes qui ont su m'encadrer, me guider, m'aider trouvent dans ces pages l'expression, sincère, de ma reconnaissance. Elles sont nombreuses.

J'adresse ma gratitude et je remercie le Professeur Doumandji S. qui a dirigé ce travail. Je lui exprime toute ma grande reconnaissance pour la confiance, la disponibilité, la générosité et le grand soutien qu'il m'a accordée pour faire avancer ce travail.

Mes profonds remerciements vont également à Monsieur Hance T. Professeur à l'université du Louvain pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être co-promoteur de cette thèse, me permettant ainsi de bénéficier de son expertise. Je le remercie pour le temps qu'il m'a consacré à juger ce travail et je tiens à lui exprimer ma respectueuse considération.

Je remercie vivement Mme le Professeur Doumandji-Mitiche B. qui m'a fait un grand honneur en acceptant de présider le jury de ma soutenance.

Je remercie également Mme Medjdoub-Bensaad F. Professeur à l'U.M.M.T.O. pour son aide, sa disponibilité, sa gentillesse, son amitié et pour ses conseils qui m'ont beaucoup aidés et pour avoir bien voulu faire partie du jury. Mes remerciements sont aussi adressés aux membres de jury Mme Chebouti-Meziou N. et Mr Hammache M. Qu'ils acceptent ici mes sentiments de gratitude pour le grand intérêt qu'ils ont accordé au sujet de ma thèse.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur Saharaoui L. pour son aide précieuse dans la confirmation des espèces aphidiennes, ses précieux conseils scientifiques avisés qu'il m'a prodigué. Qu'il trouve ici toutes les expressions de mes respects.

Je remercie vivement le Professeur Kellouche A. pour ses conseils précieux et Mr Amir pour m'avoir permis de travailler dans son laboratoire. Qu'ils trouvent ici mon profond respect.

J'adresse mes vifs remerciements à Mme Brahimi K. pour la détermination des ennemis naturels et à Mr Daoudi, Mr Laribi et Mr Asla pour la détermination des plantes adventices, ainsi que Mr Laamari pour l'identification des parasitoïdes.

J'exprime mes profonds remerciements à tous les propriétaires des exploitations privés : Mr Cherrak H., Mr Khelfouni A. et Mr Toumi qui m'ont permis de travailler dans d'excellentes conditions.

Mes vives et sincères reconnaissances à toutes mes amies et mes collègues pour leur gentillesse, sympathie, encouragement et surtout pour leur précieuse aide : Melle Zerouki Lynda, Melle Zerouki Zakia, Mme Goucem-Khelfane K., Mme Ait-Slimane-Lardjane N., Mme Bachouche N., Melle Chougar S., Melle Metna F., Mme Hamiti-Lardjane A., Mme Chaouchi-Talmat N.

Enfin, je ne saurais terminer cette liste sans adresser un remerciement particulier à ceux qui m'ont soutenu dans l'ombre. Que tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude

Liste des abréviations

A.N.D.I. : Agence Nationale de Développement de l'Investissement.

B.N.E.D.E.R. : Bureau national d'étude et de développement rural.

I.N.C. : Institut national de cartographie.

O.N.M.T.O. : Office nationale de météorologie de Tizi-Ouzou.

S.A.T.O. : Service Agricole de Tizi-Ouzou.

Liste des figures

Figure 1 - Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou (B.N.E.D.E.R., 2009 modifiée) 8
Figure 2 - Principaux éléments topographiques de la région de Tizi-Ouzou (A.N.D.I., 2013) ……..8
Figure 3 - Variations des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2009) 12
Figure 4 - Variations des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2014) 12
Figure 5 - Variations des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2008 (O.N.M.T.O, 2009) 13
Figure 6 - Variations des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Ouzou en 2013 (O.N.M.T.O, 2014) 13
Figure 7 - Variations des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2008 (O.N.M.T.O, 2009) 15
Figure 8 - Variations des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2013 (O.N.M.T.O, 2014) 15
Figure 9 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 17 ans (1996 – 2012) 17
Figure 10 - Place de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme pluviométrique d'Emberger..... 17
Figure 11 - Localisation des stations d'étude (I.N.C., 1990 modifiée) 21
Figure 12 - Station d'étude de Draâ Ben Khedda (Google Earth, 2015) 21
Figure 13 - Parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda (Photographie originale) 22
Figure 14 - Parcelle de fève à Draâ Ben Khedda (Photographie originale) 22
Figure 15 - Station d'étude d'Abid Chamlal (Google Earth, 2015) 23
Figure 16 - Verger d'orangers *valencia late* à Abid Chamlal (Photographie originale) 25
Figure 17 - Verger d'orangers *thomson navel* à Abid Chamlal (Photographie originale) 25
Figure 18 - Station d'étude de Sikh Oummedour (Google Earth, 2015) 26
Figure 19 - Verger d'orangers *thomson navel* à Sikh Oummedour (Photographie originale) 27
Figure 20 - Verger de citronniers *Citrus limon* à Sikh Oummedour (Photographie originale) 27

Figure 21 - Adulte d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (Photographie originale) 31
Figure 22 - Adulte de *Coccinella algerica* (Photographie originale) 31
Figure 23 - Menthe poivrée : *Mentha piperita* (Photographie originale) 33
Figure 24 - Ail : *Allium sativum* (Photographie originale) 33
Figure 25 - Lavande dentée : *Lavandula dentata* (Photographie originale) 33
Figure 26 – Laurier noble : *Laurus nobilis* (Photographie originale) 34
Figure 27 – Sauge : *Salvia officinalis* (Photographie originale) 34
Figure 28 – Origan : *Origanum glandulosum* (Photographie originale). 36
Figure 29 - Ortie : *Urtica dioïca* (Photographie originale) 36
Figure 30 - Fougère mâle *Dryopteris filix-mas* (Photographie originale) 36
Figure 31 - Dispositif expérimental (Photographie originale) 39
Figure 32 - Position des pucerons sur les jeunes pousses (Photographies originales) 39
Figure 33 - Larves des principaux prédateurs (Photographies originales) 41
Figure 34 - Mise en place du parapluie japonais (Photographie originale) 41
Figure 35 - Transect végétal de la parcelle de fève 43
Figure 36 - Transect végétal du verger de *Citrus sinensis* 44
Figure 37 - Transect végétal de la parcelle de pomme de terre 45
Figure 38 -Méthodes de séchage au laboratoire des plantes adventices (Photographie originale) 47
Figure 39 - Dénombrement des pucerons aptères sous la loupe binoculaire (Photographie originale) 47
Figure 40 - Technique de montage des pucerons (Photographies originales) 49
Figure 41 – Etapes de la sortie du parasitoïde (Photographies originales) 51
Figure 42 - Boite d'élevage de masse des coccinelles (Photographie originale) 53
Figure 43 - Eclosion des œufs *d'Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (a) et de *Coccinella algerica* (b) (Photographies originales) 53
Figure 44 - Alimentation des coccinelles avec trois espèces de pucerons (Photographies originales) 55
Figure 45 - Mue indiquant le changement du stade larvaire (à gauche), exuvie (à droite) (Photographies originales) 55
Figure 46 - Pesée des individus d'*Aphis fabae* nécessaires à la ponte de la coccinelle (Photographie originale) 56
Figure 47 - Méthode d'obtention des extraits végétaux (Photographies originales) 59

Figure 48 - Méthode d'infestation des plants de fève et de traitement (Photographies originales) 60
Figure 49 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008 76
Figure 50 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013 76
Figure 51 - Abondances relatives des espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008 77
Figure 52 - Abondances relatives des espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013 77
Figure 53 - Evolution des trois espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre à Draâ Ben Khedda durant l'année 2008 79
Figure 54 - Evolution des trois espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre à Draâ Ben Khedda durant l'année 2013 79
Figure 55 - Evolution de la population globale des pucerons aptères en fonction du temps à Draâ Ben Khedda sur pomme de terre en 2008 81
Figure 56 - Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères à Draâ Ben Khedda sur pomme de terre en 2013 81
Figure 57 - *Coccinella algerica* (Photographies originales) 83
Figure 58 – *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (Photographies originales) 83
Figure 59 - *Scymnus pallipediformis* (Photographie originale) 83
Figure 60 - *Episirphus balteatus* (Photographies originales) 84
Figure 61 - *Chrysoperla carnea* (Photographies originales) 84
Figure 62 - Fluctuations des prédateurs recensés sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008 89
Figure 63 - Fluctuations des prédateurs recensés sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013 89
Figure 64 - Femelle d'*Aphidius ervi* (Photographie originale) 91
Figure 65 - Mâle de *Diaretilla rapae* (Photographie originale) 91
Figure 66 - Mâle de *Praon volucre* (Photographie originale) 91
Figure 67 - Momie de puceron parasité par *Praon volucre* (Photographie originale) 91
Figure 68 - Taux de parasitisme sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2008 92
Figure 69 - Taux de parasitisme sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2013 92

Figure 70 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008..... 99
Figure 71 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013..... 99
Figure 72 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008 101
Figure 73 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013 101
Figure 74 - Évolution temporelle du nombre moyen de pucerons aptères présents sur les plants de *Vicia faba* en 2008 102
Figure 75 - Évolution temporelle du nombre moyen de pucerons aptères présents sur les plants de *Vicia faba* en 2013 102
Figure 76 - Fluctuations de la population des prédateurs recensés sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008..... 108
Figure 77 - Fluctuations de la population des prédateurs recensés sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013..... 108
Figure 78 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013..... 121
Figure 79 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013 121
Figure 80 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013..... 122
Figure 81 - Courbe de vol des pucerons pièges par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013 122
Figure 82 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2008..... 125
Figure 83 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2013..... 125
Figure 84 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2008..... 126
Figure 85 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2013..... 126
Figure 86 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2008 127

Figure 87 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2013 127
Figure 88 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2008 128
Figure 89 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2013 128
Figure 90 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013 130
Figure 91 – Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013 . 130
Figure 92 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013 ... 131
Figure 93 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptère recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013 131
Figure 94 – Adulte de *Coccinella undecimpunctata* (Photographie originale) 134
Figure 95 – Adulte d'*Oenopia doublieri* (Photographie originale) 134
Figure 96 – Adulte de *Pullus subvillosus* (Photographie originale) 134
Figure 97 – Adulte de *Scymnus rufipens* (Photographie originale) 134
Figure 98 - Larves d'*Aphidoletes aphidimyza* (Photographie originale)……135
Figure 99 - Adulte de *Sphaerophoria scripta* (Photographie originale) 135
Figure 100 - Adulte de *Melanostoma mellinum* (Photographie originale) 135
Figure 101 - Adulte de *Phytocoris tilia*e (Photographie originale) 135
Figure 102 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 142
Figure 103 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2013 142
Figure 104 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008..... 143
Figure 105 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2013..... 143
Figure 106 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008……144

Figure 107 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2013 144
Figure 108 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 145
Figure 109 - Fluctuations des prédateurs recensés recensée dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2013 145
Figure 110 - Momies de parasitoïdes récoltées sur les feuilles de *Citrus* (Photographies originales) 147
Figure 111 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 148
Figure 112 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2013 148
Figure 113 - Taux de parasitisme recensé dans le verger de citronniers de la station d'Abid Chamlal en 2008 149
Figure 114 - Taux de parasitisme recensé dans le verger de citronniers de la station d'Abid Chamlal en 2013 149
Figure 115 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 150
Figure 116 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2013 150
Figure 117 - Carte factorielle des différentes espèces d'Aphididae en fonction des cultures et des années 152
Figure 118 - Carte factorielle des différentes espèces de prédateurs en fonction des cultures et des années 153
Figure 119 - Durée de développement de *Coccinella algerica* nourrie avec 3 espèces de pucerons (Photographie originale) 157
Figure 120 - Cannibalisme des larves L4 de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce 159
Figure 121 - Cannibalisme des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis de ses propres œufs 159
Figure 122 - Corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée de ponte de *Coccinella algerica*. 163
Figure 123 - Durée de développement d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie avec 3 espèces de pucerons (Photographie originale) 164

Figure 124 - Cannibalisme des larves L4 d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce 167
Figure 125 - Cannibalisme des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis de ses propres œufs 167
Figure 126 - Corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée de ponte d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* 170
Figure 127 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'ail 172
Figure 128 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'ail 172
Figure 129 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de fougère 173
Figure 130 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de fougère 173
Figure 131 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de lavande dentée 174
Figure 132 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de lavande dentée 174
Figure 133 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de menthe poivrée 175
Figure 134 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de menthe poivrée 175
Figure 135 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'ortie 177
Figure 136 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'ortie 177
Figure 137 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de laurier noble 178
Figure 138 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de laurier noble 178
Figure 139 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'origan 180
Figure 140 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'origan 180
Figure 141 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de sauge 181
Figure 142 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de sauge 181
Figure 143 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'ail, 3 et 6 jours après 183
Figure 144 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'ail 183
Figure 145 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de fougère, 3 et 6 jours après 184
Figure 146 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de fougère 184
Figure 147 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de lavande dentée, 3 et 6 jours après 185
Figure 148 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de lavande dentée 185

Figure 149 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de menthe poivrée, 3 et 6 jours après 187
Figure 150 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de menthe poivrée..... 187
Figure 151 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'ortie, 3 et 6 jours après 188
Figure 152 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'ortie 188
Figure 153 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de laurier noble, 3, 6 et 9 jours après 190
Figure 154 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de laurier noble… 190
Figure 155 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'origan, 3, 6 et 9 jours après..... 191
Figure 156 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'origan 191
Figure 157 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de sauge, 3, 6 et 9 jours après 192
Figure 158 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de sauge..... 192
Figure 159 – Mortalité corrigée pour les différents extraits végétaux..... 194
Figure 160 - Boxplot Mortalité-Nature de l'extrait et produit chimique..... 195

Liste des tableaux

Tableau 1 - Principales productions végétales dans la région de Tizi-Ouzou (S.A.T.O., 2013) 9

Tableau 2 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda.....68

Tableau 3 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés dans des bassines jaunes dans une parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda 69

Tableau 4 - Abondances relatives des espèces des pucerons ailés répertoriés sur des pieds de pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2008 et en 2013 71

Tableau 5 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés capturés par pièges jaunes sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda.....72

Tableau 6 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les bassines jaunes 74

Tableau 7 - Principales espèces prédatrices de pucerons recensées sur les feuilles de la pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda.....82

Tableau 8 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les plants de la pomme de terre à Draâ Ben Khedda 85

Tableau 9 - Abondances relatives des espèces prédatrices répertoriées sur les pieds de la pomme de terre à Draâ Ben Khedda 86

Tableau 10 - Fréquences d'occurrence et constances des espèces de prédateurs capturés sur la pomme de terre à Draâ Ben Khedda 87

Tableau 11 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturées.....88

Tableau 12 - Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans la parcelle de la pomme de terre, dans la région de Draâ Ben Khedda 90

Tableau 13 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de fève à Draâ Ben Khedda durant les campagnes 2008 et 2013 93

Tableau 14 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés par bassines jaunes sur fève à Draâ Ben Khedda.....94

Tableau 15 - Abondance relative des espèces des pucerons ailés répertoriés sur fève à Draâ Ben Khedda 96

Tableau 16 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés capturés par pièges jaunes sur fève à Draâ Ben Khedda 97
Tableau 17 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons ailés capturés durant les campagnes 2008 et 2013 98
Tableau 18 - Inventaire global des prédateurs recensés 103
Tableau 19 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur la fève à Draâ Ben Khedda 104
Tableau 20 - Abondance relative des espèces prédatrices répertoriées sur la fève à Draâ Ben Khedda 105
Tableau 21 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de prédateurs capturés sur la fève à Draâ Ben Khedda 106
Tableau 22 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturés 106
Tableau 23 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les vergers d'agrumes d'Abid Chamlal et Sikh Oummedour durant les années d'étude 2008 et 2013 110
Tableau 24 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés dans des bassines jaunes dans les vergers de *Citrus* 112
Tableau 25 - Abondances relatives des espèces des pucerons ailés répertoriés dans les vergers de *Citrus* en 2008 et en 2013 114
Tableau 26 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés répertoriées dans les vergers de *Citrus* en 2008 et en 2013 117
Tableau 27 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons ailés capturés durant les campagnes 2008 et 2013 119
Tableau 28 - Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les vergers d'agrumes d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour durant les deux années 2008 et 2013 133
Tableau 29 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs recensés dans les vergers de *Citrus* 136
Tableau 30 - Abondances relatives des espèces prédatrices répertoriées dans les vergers de *Citrus* de la station d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour en 2008 et en 2013 138
Tableau 31 - Fréquences d'occurrence et constances des espèces de prédateurs capturés dans les vergers de *Citrus* de la région d'Oued-Aïssi 140

Tableau 32 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturées dans les vergers de *Citrus* durant les années 2008 et 2013 141

Tableau 33 - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica* nourrie avec des pucerons *Aphis fabae* dans les conditions de laboratoire 155

Tableau 34 - Quantité de nourriture d'*Aphis fabae* nécessaire pour déclencher la ponte de *Coccinella algerica* 156

Tableau 35 - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement 160

Tableau 36 - Test de Newman et Keuls au seuil 5% pour le facteur F1 (nourriture) 160

Tableau 37 - Durée d'incubation des œufs et fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie à l'aide d'*Aphis fabae* au laboratoire 162

Tableau 38 - Quantité de nourriture d'*Aphis fabae* nécessaire pour déclencher la ponte d'*Hippodamia variegata* 165

Tableau 39 - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement 168

Tableau 40 - Test de Newman et Keuls au seuil 5% pour le facteur F1 (nourriture) 168

Sommaire

Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction 1
Chapitre I - Présentation de la région d'étude
1.1. - Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou 7
1.2. - Relief et morphologie 7
1.3. - Répartition des terres et des productions végétales 9
1.4. – Hydrologie 10
1.5. - Caractéristique climatiques 10
1.5.1. – Températures 11
1.5.2. – Précipitations 11
1.5.3. - Humidité relative de l'air 14
1.5.4. – Vent 14
1.6. - Synthèse climatique 15
1.6.1. - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 16
1.6.2. - Quotient pluviothermique d'Emberger 16
1.7. – Caractéristiques floristiques 18
1.8. – Caractéristiques faunistiques 18
Chapitre II – Matériel et méthodes
2.1. – Choix des stations d'étude 20
2.1.1. – Station de Draâ Ben Khedda 20
2.1.2. – Station d'Abid Chamlal 20
2.1.3. – Station de Sikh Oummedour 24
2.2. – Présentation des modèles biologiques 28
2.2.1. – Brèves données sur la bioécologie des Aphides 28
2.2.2. – Brèves données sur les ennemis naturels des pucerons 28
2.2.3. – Brèves données sur les deux coccinelles aphidiphages 29
2.2.3.1. - Description de la coccinelle *Hippodamia (Adonia) variegata* 29
2.2.3.2. - Description de la coccinelle *Coccinella algerica* 30
2.2.4. – Brèves données sur les extraits végétaux 30

2.2.4.1. - Présentation botanique des plantes étudiées 30
2.3. – Méthodologie utilisée sur le terrain 37
2.3.1. - Méthodes d'échantillonnage des pucerons 37
2.3.1.1. - Piégeage des pucerons ailés 37
2.3.1.2. - Contrôle visuel 38
2.3.2. - Méthodes d'échantillonnage des ennemis naturels 38
2.3.2.1. - Méthode d'échantillonnage des prédateurs 40
2.3.2.2. - Méthode d'échantillonnage des parasitoïdes 42
2.3.3. - Inventaire floristique 42
2.4. – Méthodologie employée au laboratoire 46
2.4.1. – Méthodes utilisées pour les pucerons et leurs ennemis naturels 46
2.4.1.1. - Triage des pucerons capturés par piégeage 46
2.4.1.2. - Dénombrement des pucerons aptères 46
2.4.1.3. - Identification des pucerons 46
2.4.1.4. - Identification des ennemis naturels 50
2.4.2. – Méthode utilisée pour l'étude de la biologie de deux coccinelles aphidiphages 52
2.4.2.1. - Elevage des coccinelles 52
2.4.2.2. - Détermination de la durée d'incubation et de la fertilité 52
2.4.2.3. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement 54
2.4.2.4. - Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la ponte 54
2.4.2.5. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes vis-à-vis des œufs de la même espèce 57
2.4.3. – Méthode utilisée pour l'étude de l'effet bioinsecticide d'extraits végétaux sur *Aphis fabae* 57
2.4.3.1. – Dispositif expérimental 57
2.4.3.2. – Méthode d'obtention des extraits végétaux 57
2.4.3.3. – Méthode d'infestation des plants de fève 58
2.4.3.4. – Préparation des doses 58
2.4.3.5. – Application du traitement 58
2.4.3.6. – Dénombrement de la population aphidienne 58
2.5. – Techniques d'exploitation des résultats 61
2.5.1. – Test sur les espèces par la qualité d'échantillonnage 61
2.5.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques 61
2.5.2.1. – Traitement des résultats par des indices écologique de composition 61

2.5.2.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure 63
2.5.3. – Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) ... 64
2.5.4. - Analyse de la variance 65
2.5.5. - Comparaison des groupes 65
2.5.6. - Droite de régression linéaire 65
2.5.7. -Test de Kruskall-Wallis 65
2.5.8. - Degré d'efficacité DE (%) 65
Chapitre III – Résultats
3.1. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels 67
3.1.1. - Bioécologie des pucerons et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de pomme de terre 67
3.1.1.1. - Résultats de l'inventaire global des aphides 67
3.1.1.2. - Analyse des résultats 69
3.1.1.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés 75
3.1.1.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de pomme de terre 75
3.1.1.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs 80
3.1.1.6. - Analyse des résultats 85
3.1.1.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés 88
3.1.1.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés 90
3.1.1.9. - Importance du parasitisme 90
3.1.2. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de fève 90
3.1.2.1. - Résultats sur l'inventaire global des aphides dans la parcelle de fève 93
3.1.2.2. - Analyse des résultats 94
3.1.2.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés 98
3.1.2.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de fève 100
3.1.2.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs 103
3.1.2.6. - Analyse des résultats 104
3.1.2.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés 107
3.1.3. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans les verger d'agrumes ... 107
3.1.3.1. - Résultats de l'inventaire global des aphides 107
3.1.3.2. - Analyse des résultats 109
3.1.3.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés 120

3.1.3.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur des feuilles de *Citrus* 123
3.1.3.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs 132
3.1.3.6. - Analyse des résultats 132
3.1.3.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés 141
3.1.3.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés 146
3.1.3.9. - Importance du parasitisme 146
3.1.4. - Analyse factorielle des correspondances des espèces aphidiennes et des prédateurs 146
3.1.4.1. – Traitement des pucerons par une analyse factorielle des correspondances 146
3.1.4.1. – Traitement des espèces prédatrices par une analyse factorielle des correspondances 151
3.2. – Résultats sur la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages 154
3.2.1. – Résultats sur la biologie de *Coccinella algerica* 154
3.2.1.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica* 154
3.2.1.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée du développement 155
3.2.1.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte 156
3.2.1.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de la même espèce 158
3.2.1.5. - Exploitation des résultats par les méthodes statistiques 158
3.2.2. – Résultats sur la biologie d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* 161
3.2.2.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* 161
3.2.2.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement 162
3.2.2.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte 165
3.2.2.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de la même espèce 166
3.2.2.5. – Exploitation des résultats par les méthodes statistiques 166
3.3. – Résultats sur l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux sur *Aphis fabae* 169
3.3.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae* 169
3.3.1.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'ail sur les populations d'*Aphis fabae* 169

3.3.1.2. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de fougère sur les populations d'*Aphis fabae*.....171
3.3.1.3. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de lavande dentée sur les populations d'*Aphis fabae*.....171
3.3.1.4. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de menthe poivrée sur les populations d'*Aphis fabae*.....171
3.3.1.5. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'ortie sur les populations d'*Aphis fabae*.....176
3.3.1.6. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de laurier noble sur les populations d'*Aphis fabae*.....176
3.3.1.7. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*Aphis fabae*.....179
3.3.1.8. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de sauge sur les populations d'*Aphis fabae*.....179
3.3.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae*.....180
3.3.2.1. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'ail sur les populations d'*Aphis fabae*.....180
3.3.2.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de fougère sur les populations d'*Aphis fabae*.....180
3.3.2.3. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de lavande dentée sur les populations d'*Aphis fabae*.....180
3.3.2.4. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de menthe poivrée sur les Populations d'*Aphis fabae*.....186
3.3.2.5. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'ortie sur les populations d'*Aphis fabae*..... 186
3.3.2.6. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de laurier noble sur les populations d'*Aphis fabae*.....189
3.3.2.7. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*Aphis fabae*.....189
3.3.2.8. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de sauge sur les populations d'*Aphis fabae*.....189
3.3.3. - Effet la nature de l'extrait et du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae*.....193

Chapitre IV – Discussion

4.1. - Etude de la bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels 196
4.1.1. - Bioécologie des aphides dans une parcelle de la pomme de terre 196
4.1.1.1. - Inventaire global des aphides 196
4.1.1.2. - Analyse des résultats 198
4.1.1.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés 203
4.1.1.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de pomme de terre 205
4.1.2. - Bioécologie des aphides dans une parcelle de fève 209
4.1.2.1. -- Inventaire global des aphides dans la parcelle de fève 210
4.1.2.2. - Analyse des résultats 211
4.1.2.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés sur fève 215
4.1.2.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de fève 216
4.1.3. - Bioécologie des ennemis naturels des aphides dans les parcelles de la pomme de terre et de la fève 219
4.1.3.1. - Inventaire global des ennemis naturels recensés dans les parcelles de la pomme de terre et de la fève 216
4.1.3.2. - Analyse des résultats 222
4.1.3.3. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés 229
4.1.3.4. - Inventaire global des parasitoïdes recensés 232
4.1.4. – Discussion sur la bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans des vergers d'agrumes 234
4.1.4.1. - Inventaire global des aphides 234
4.1.4.2. - Analyse des résultats 236
4.1.4.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés 242
4.1.4.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de *Citrus* 244
4.1.4.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs 248
4.1.4.6. - Analyse des résultats 251
4.1.4.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés 257
4.1.4.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés 259
4.1.5. - Analyse factorielle des correspondances des espèces aphidiennes et des prédateurs 260

4.1.5.1. – Discussion sur les pucerons traités par une analyse factorielle des correspondances 260
4.1.5.2. – Discussion sur les espèces prédatrices traitées par une analyse factorielle des correspondances 262
4.2. – Discussion sur la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages 264
4.2.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* 264
4.2.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement 265
4.2.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte 268
4.2.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de leurs espèces 269
4.3. – Discussion de l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux et du produit chimique sur *Aphis fabae* 270
4.3.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae* 270
4.3.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae* 273
4.3.3. - Effet la nature de l'extrait et du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae* 275
Conclusion 278
Références bibliographiques 281
Annexes 302

Introduction

Introduction

Les pucerons constituent un groupe très diversifié quoique très spécialisé sur le plan de leur mode de nutrition. Plus de 4.700 espèces sont déjà répertoriées dans le monde (BLACKMAN et EASTOP, 1994 ; REMAUDIERE et REMAUDIERE, 1997) sur une très large gamme de plantes-hôtes. Environ 450 espèces sont identifiées sur des plantes cultivées (BLACKMAN et EASTOP, 2000), dont près de 100 ont une importance économique notable, compte tenu de leurs adaptations à divers agro-écosystèmes (BLACKMAN et EASTOP, 2006). Au moins 220 espèces aphidiennes sont recensées en Afrique au sud du Sahara (AUTRIQUE et NTAHIMPERA, 1994). Les pucerons (Aphididae) constituent donc un problème récurrent en agriculture (*Myzus persicae* Sulzer, 1776, *Aphis fabae* Scopoli, 1763 et A*cyrthosiphon pisum* Harris, 1776) et en arboriculture fruitière (*Brachycaudus helichrysi* Kaltenbach, 1843 et *Aphis pomi* De Geer, 1773) (VANDEREYCKEN *et al*., 2011). Ils sont probablement les insectes phytophages causant les plus grandes pertes économiques par rapport à leurs caractères morphologiques et biologiques qui en font des ravageurs majeurs des cultures (BLACKMAN et EASTOP, 1994). En effet, les pucerons ont la capacité d'exploiter rapidement les habitats dans la plupart des paysages agricoles. Cette capacité résulte de leur grand potentiel de reproduction, de leur capacité de dispersion, du caractère polyphage de certaines espèces, ou au contraire la forte spécialisation d'autres espèces vis-à-vis de plantes-hôtes cultivées et de leur adaptabilité à la survie locale en fonction des conditions du milieu. Leurs pullulations s'expliquent par le fait que les pucerons ont un potentiel de reproduction élevé en raison de leur longue période de parthénogenèse, combiné à un temps de génération sexué court. Cela conduit à des taux quotidiens de croissance élevés. Par ailleurs, en réponse aux changements à court terme de la taille de la population et de la qualité de la plante-hôte suite aux surpeuplements et à la sénescence de la plante, les pucerons produisent des formes ailées capables de se disperser par la voie aérienne sur de grandes distances (DEDRYVER, 2010). Les quantités de pucerons ailés émigrés vers les champs pourraient être très grandes. Le polymorphisme du cycle de vie qui permet à de nombreuses espèces de pucerons d'optimiser localement leur survie pendant l'hiver est un paramètre qui permet de comprendre le grand dynamisme des Aphides. Leur cycle de vie est fortement influencé par le climat (SIMON *et al*., 2006). Les pucerons produisent des individus sexuels en automne, qui s'accouplent et pondent des œufs qui résistent aux basses températures en hiver. Mais des individus parthénogénétiques peuvent hiverner sous les conditions d'hiver doux.

Toutes ces caractéristiques peuvent conduire à des pullulations de pucerons spectaculaires. Les pertes mondiales causées par les ravageurs et les maladies des cultures avant et après la récolte sont estimées à plusieurs milliards de dollars en 1999; soit 30 % en moyenne de la production agricole (SILVY, 2005). En Europe, WELLINGS *et al*. (1989 cités par DEDRYVER *et al*., 2010) indiquent que les pucerons sont responsables de pertes annuelles moyennes de 700.000 tonnes de blé, 850. 000 tonnes de pommes de terre et 2.000.000 tonnes de betteraves à sucre. Les dégâts infligés aux plantes hôtes sont variés et ont plusieurs origines. Les Aphidae sont responsables de dégâts directs sur les plantes. Ils affaiblissent ces dernières de diverses manières. Tout d'abord, la perforation des tissus végétaux blesse la plante. En réaction à cette agression, souvent une modification des tissus végétaux intervient comme l'enroulement des feuilles colonisées qui réduit la surface photosynthétique et finalement induit une baisse de rendement. Ensuite, en se nourrissant du phloème, ils détournent à leur profit les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes et leur reproduction. De même, au cours de la phase d'alimentation, ils injectent de la salive qui pourrait être phytotoxique (BRAULT *et al.,* 2010). Par ailleurs, la production de miellat et son accumulation à la surface de la plante hôte contribuent au développement de champignons qui peuvent entraver l'activité photosynthétique. Les aphides sont également particulièrement dommageables en tant que vecteurs de virus de plantes. Ceux-ci sont transmis par la salive du puceron qui entre en contact direct avec la sève élaborée et circule ensuite dans la plante. Ces virus peuvent entraîner des pertes sévères chez des cultures économiquement importantes. Ils utilisent ces moyens de transport que sont les pucerons pour se maintenir dans la nature et se propager de plante à plante (BRAULT *et al*., 2010). Le puceron vert du pêcher, *Myzus persicae*, par exemple est agent vecteur de plus de 100 virus de plantes (EMDEN *et al*., 1969). Dans les légumes de plein champ, une synthèse faite par TOMLINSON (1987 cité par DEDRYVER *et al*., 2010) dans plus de 28 pays à climat tempéré a révélé que les cinq virus les plus importants économiquement sont transmis par les pucerons. Il s'agit du virus de la mosaïque du concombre (CMV), le virus de la mosaïque du navet (TUMV), le virus de la mosaïque de la laitue (LMV), le Papaya ringspot virus (PRSV) et le virus Y de la pomme de terre (PVY). Ce dernier est d'un intérêt particulier pour les producteurs de pommes de terre de semence. Sur les agrumes, la maladie virale la plus dommageable est la Tristeza (BAR-JOSEPH *et al*., 1989). Pour les combattre et ainsi limiter l'impact des épidémies virales dans les cultures, les phytopathologistes préconisent d'agir indirectement et de lutter plutôt contre les vecteurs, c'est-à-dire les aphides (LESUEUR, 2006). Ces phytophages sont combattus essentiellement avec des insecticides de synthèse. Toutefois, l'emploi abusif et non contrôlé

de telles matières actives conduit progressivement à des problèmes d'ordres génétiques, environnementaux et sanitaires (GUESMI-JOUINI *et al*., 2011). L'utilisation à grande échelle de produits aphicides a en effet conduit à la sélection de populations de pucerons résistants (HARMEL *et al*., 2008). De plus, les pesticides sont reconnus comme dangereux pour la santé humaine et l'environnement (DEDRYVER *et al*., 2010). En Algérie, des problèmes de non adaptation des produits peuvent se produire dans de nombreuses exploitations du fait que la majorité des agriculteurs ont souvent du mal à faire la distinction entre certains ravageurs; les produits sont fréquemment appliqués à des doses non respectées et à des moments inopportuns. En effet, certains agriculteurs n'appliquent pas correctement la technique de traitement sur seuil, ce qui peut à tout moment engendrer l'apparition de souches résistantes aux pesticides et l'inefficacité des aphicides. Par ailleurs, il ne faut pas oublier les déboires provoqués sur la faune auxiliaire ainsi que sur l'environnement. Les excès d'une lutte chimique intensive ont démontré leur incapacité à éradiquer les ravageurs. Ceux-ci contournent de diverses manières cet obstacle à leur multiplication. La lutte chimique intensive a révélé d'autres effets indésirables sur les cultures, comme par exemple l'induction de pullulations du ravageur visé ou la multiplication de ravageurs jugés peu dangereux par la destruction de la faune auxiliaire (MILAIRE, 1986). Des alternatives novatrices et efficaces aux pesticides doivent donc être adoptées afin de ne pas rester démuni face à ces insectes ravageurs. Dans ce contexte de lutte biologique contre les pucerons, l'utilisation de la faune auxiliaire et des substances naturelles contenues dans les plantes sont de plus en plus des stratégies mises en œuvre.

Il existe de très nombreux prédateurs naturels des pucerons. Une grande diversité d'ennemis naturels peut accroître leur activité en général et réduire, par là même, la pression des ravageurs (ALTIERI, 1991 cité par MAISONHAUTE, 2009). Le contrôle naturel des ravageurs se fait entre autres par des insectes prédateurs, comme par exemple les prédateurs aphidiphages, principaux ennemis des pucerons, que l'on trouve plus fréquemment sur le feuillage. Ils incluent les coccinelles larves et adultes (Coleoptera : Coccinellidae), les larves de chrysopes (Nevroptera : Chrysopidae), de cécidomyies (Diptera: Cecidomyiidae) et de syrphes (Diptera: Syrphidae) et d'hémérobes (Neuroptera : Hemerobiidae) (BOUKHRIS-BOUHACHEM, 2011). De minuscules guêpes parasitoïdes (Hymenoptera) contribuent aussi à la réduction des populations de pucerons. Le contrôle naturel des ravageurs des cultures repose principalement sur la colonisation des champs par les ennemis naturels qui, en s'attaquant aux ravageurs, réduisent les dommages aux cultures et augmentent, par là même, les rendements (MAISONHAUTE, 2009). L'utilisation d'insectes auxiliaires pour combattre

les ravageurs des cultures est une pratique utilisée depuis quelques années. De nombreuses études ont décrit les interactions prédateurs-proies impliquant la prédation des pucerons par les coccinelles (FERRAN et LARROQUE, 1977; HEMPTINNE *et al*., 1992, 2002; DIXON, 2000; SAHARAOUI et GOURREAU, 2000; FRANCIS *et al.*, 2001; SAHARAOUI, 2008; SAHARAOUI et HEMPTINNE, 2009; BEN HALIMA-KAMEL, 2010; SCHAUB *et al*., 2010; BEN HALIMA-KAMEL *et al*., 2011). En 1997, la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae) a été introduite en Belgique afin de lutter efficacement contre les pucerons dans les cultures sous-serres (BROWN *et al.*, 2008). En effet, un individu peut consommer pendant ses quatre stades larvaires près de 400 pucerons (HUKUSIMA et KAMEI, 1970 cités par VANDEREYCKEN *et al*., 2011). Les coccinelles sont bien connues en lutte biologique depuis le succès de *Rodolia cardinalis* Mulsant, 1850 en Californie pour le contrôle de la cochenille australienne *Icerya purchasi* Maskell, 1878 dans les vergers d'agrumes (DIXON *et al.*, 1997). Les coccinelles sont des ennemis naturels qui contribuent efficacement au contrôle des populations de ravageurs. Leur intérêt réside dans le fait qu'elles sont en mesure de consommer d'autres types de proies lorsque le ravageur ciblé est absent. Ceci permet de maintenir des populations de prédateurs dans l'habitat, prêtes à réagir s'il y a résurgence de l'espèce ciblée (DIXON, 2000). Lors de programmes de lutte biologique, les coccinelles peuvent permettre de diminuer les infestations de pucerons. Récemment, deux études ont démontré que les coccinelles *Harmonia axyridis* et *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 étaient les principales responsables du contrôle biologique du puceron du soya et parvenaient à maintenir les populations de ce ravageur sous le seuil économique (COSTAMAGNA *et al.*, 2007). Parmi les autres alternatives, l'utilisation de biopesticides d'origine végétale, a connu depuis une trentaine année, parallèlement au développement de la chimie ‘’verte’’ ou substances naturelles, un nouvel engouement (LESUEUR, 2006). En effet, l'utilisation de molécules allélochimiques végétales, autrefois appelées composés secondaires des plantes peut être considérée comme une méthode complémentaire ou substitutive de la lutte chimique. Dans un objectif de complémentarité, leur utilisation pourrait permettre de réduire l'épandage des molécules de synthèse organiques dans l'environnement. Pour un tel programme de lutte phytosanitaire, l'application d'insecticides de synthèse serait strictement curative. Ils seraient donc épandus lorsque le délai d'action du pesticide botanique ne permettrait pas d'abaisser suffisamment une population de ravageur en dessous du seuil de nuisibilité. Dans un objectif de substitution, leur utilisation pourrait venir renforcer l'arsenal des intrants utilisables en agriculture biologique et pour un tel système de lutte, l'application de molécules allélochimiques serait déclenchée au seuil

économique c'est-à-dire lorsque la population d'entomophages ou de micro-organismes serait insuffisante pour empêcher la population des ravageurs d'atteindre le niveau de préjudice économique. Il est donc clair que leur utilisation serait en conformité avec les principes de la lutte intégrée et s'inscrirait délibérément dans une perspective d'agriculture durable (LESUEUR, 2006).

Avant de bâtir un programme de lutte contre les ravageurs, il est important de connaître la dispersion spatiale et temporelle des insectes dans une région (DEBOUZE et THIOULOUSE, 1986). Dans le monde, plusieurs travaux ont été effectués notamment ceux de BONNEMAISON (1951; 1962), de LECLANT (1976; 1999), de ROBERT (1980; 1982) et de HULLE *et al.* (1998 ; 1999).

Les études sont menées à ce jour, en Algérie, sur l'inventaire et les fluctuations des populations de pucerons dans plusieurs régions d'Algérie (AROUN, 1982; LAAMARI et HEBBEL, 2006 ; LAAMARI *et al.*, 2010 ; DJAZOULI *et al.*, 2011 ; BENOUFELLA-KITOUS *et al.*, 2008a ; 2008b ; MOSTEFAOUI *et al.*, 2013 ; LAAMARI *et al.*, 2013), montrent l'existence d'un très grand nombre d'espèces, toutes susceptibles de causer de graves dégâts aux cultures et de transmettre nombreux virus. Parmi les études effectuées dans la région de Tizi-Ouzou sur l'éco-biologie des pucerons, il y a celles de KITOUS et LADDAOUI (1999), MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999), BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009) KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014) et MEDJDOUB-BENSAAD *et al*. (2014) Les données disponibles sur la faune auxiliaire et en particulier sur les insectes aphidiphages en Algérie, sont très limitées et fragmentaires. Les recherches menées sur l'emploi des insectes prédateurs en lutte biologique ont démontré que, parmi ces insectes, les coccinelles aphidiphages présentent un grand intérêt dans la régulation des populations de pucerons (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000). KAVALLIERATOS *et al.* (2001) ont montré que la flore spontanée assure la survie de la plupart des insectes auxiliaires en attendant leur passage vers le milieu cultivé.

L'étude de l'aphidofaune de différentes cultures en Kabylie offre une grande importance écologique. Cette étude vise donc trois objectifs. Le premier est d'apporter une contribution sur la connaissance des espèces aphidiennes de la région de Tizi-Ouzou et de chercher à travers cette étude des facteurs écologiques pouvant expliquer la distribution de cette faune. Une étude de la dynamique des pucerons inféodés à plusieurs cultures est abordée par l'identification des espèces incriminées, par leur succession spatio-temporelle, leur évolution en fonction de la phénologie de la plante et par la détermination de la richesse de la faune

auxiliaire pouvant avoir un impact sur l'évolution des populations de ces ravageurs durant deux années (2008 et 2013). La pratique de la lutte biologique reste encore à ce jour en Algérie à la phase expérimentale. Dans de nombreux agro-écosystèmes, les coccinelles ont démontré un important rôle régulateur des populations de pucerons, de cochenilles et autres organismes nuisibles. Ce sont souvent les entomophages qui ont le plus grand impact sur eux (IPERTI 1983 ; DIXON *et al.*, 1997). Dans les communautés équilibrées, il existe d'étroites relations entre, d'une part, la qualité et la diversité des ressources disponibles et, d'autre part, la diversité des espèces en présence (SAHARAOUI et HEMPTINNE, 2009). Dans ce contexte, le second objectif est de cerner quelques aspects de la biologie de deux coccinelles aphidiphages répandues en Kabylie, soit *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* Goeze, 1777 et *Coccinella algerica* Kovar, 1977 par la mise en élevage de ces deux espèces au laboratoire et de chercher à caractériser des stratégies de prévention pour améliorer les niveaux de suppression de ces espèces nuisibles par ces auxiliaires. Les coccinelles aphidiphages constituent un bon modèle pour aborder le principe de lutte biologique et intégrée contre les pucerons. D'autant plus que la connaissance et la maîtrise des paramètres biologiques et écologiques sous-tendant les coccinelles aphidiphages en Kabylie, restent négligées voire absentes. Le troisième objectif vise à l'étude de l'effet bioinsecticide de 8 extraits végétaux vis-à-vis du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*). Ainsi, au cours de cette étude, les effets de plusieurs solutions aqueuses, préparées à partir d'extraits à base de lavande, menthe, ortie, fougère, ail, sauge, laurier et origan sont évalués sur ce ravageur.

Dans le présent travail, le chapitre I est réservé pour la région d'étude. Le deuxième chapitre traite du matériel et des méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. Le chapitre III et IV sont consacrés à la présentation des résultats et à leurs discussions. Enfin, la présente étude se termine par une conclusion générale assortie des perspectives pour les travaux futurs.

Chapitre I

Présentation de la région de Tizi Ouzou

Chapitre I – Présentation de la région de Tizi Ouzou

Quelques aspects de la région d'étude sont développés. Ce sont sa présentation géographique et ses caractéristiques morphologiques, édaphiques, climatiques, floristiques et faunistiques.

1.1. - Situation géographique de la région de Tizi Ouzou

La région de Tizi-Ouzou occupe une superficie de 2.958 km². Elle est située dans le Littoral centre-est du pays et dispose d'une façade maritime de 85 km (36° 43' à 36° 74' N., 4° 26' à 4° 44' E.). Elle est limitée par: la mer Méditerranée au nord, Boumerdes à l'ouest, Bouira au sud et Bejaia à l'est (Fig. 1).

1.2. - Relief et morphologie

Les éléments topographiques dominants se subdivisent en 4 zones (A.N.D.I., 2013).
La zone 1 est composée de vallées et de plaines dont la pente est inférieure à 3 %. Elle possède une nature du sol à prédominance limono-sableuse et une pluviométrie supérieure à 600 mm d'eau par an. Elle longe l'oued Sebaou de Boubehir jusqu'à Tadmait et comprend également les périmètres irrigués de Djebla et de Drâa-El-Mizan et la petite plaine côtière d'Azeffoun. Elle représente 6,2 % de la superficie totale de la région soit environ 18.351 ha (Fig. 2). La majorité des ressources hydrauliques, nappes phréatiques et barrages sont situés dans cette zone, ce qui la prédispose à une agriculture intensive liée à l'arboriculture, à l'élevage et au maraîchage, compte tenu aussi des potentialités agropédologiques présentes.
La zone 2 est celle des bas-piémonts. Ses caractéristiques s'apparentent à celles de la précédente zone avec cependant une pente des terrains comprise entre 3 et 12,5 %. Une partie se trouvant juxtaposée à la zone1 longeant l'Oued Sebaou, est localisée à la hauteur d'Azazga, de Freha, d'Ouaguenoun, d'Aït-Aissa-Mimoun, de Sidi-Naamane, de Makouda, de Boghni, des Ouadhias, d'Irdjen, et de Tizi-Rached. La nature des sols est argileuse avec une pluviométrie supérieure à 600 mm d'eau par an. C'est une zone prédisposée aux cultures de la vigne, des légumes secs et à l'arboriculture. Elle représente 10,5 % de la superficie de la région d'étude soit 31.059 hectares.

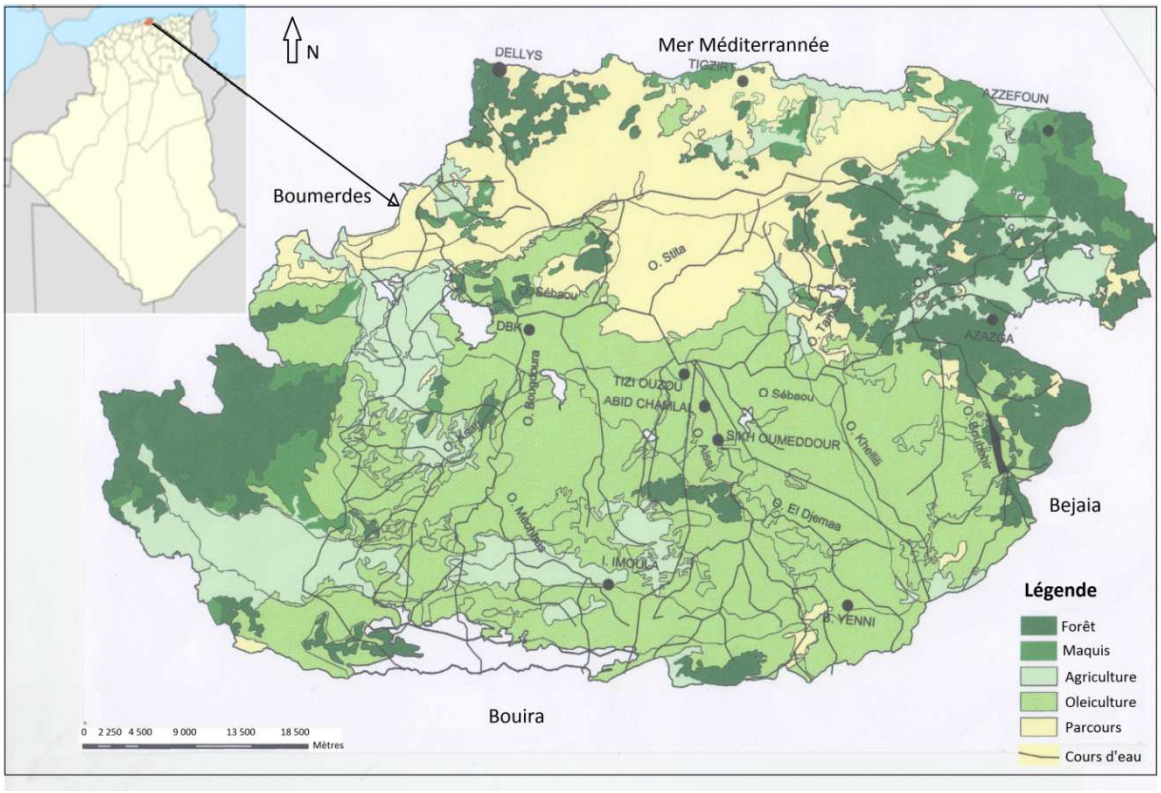


Figure 1 - Situation géographique de la région de Tizi-Ouzou (B.N.E.D.E.R., 2009 modifiée)

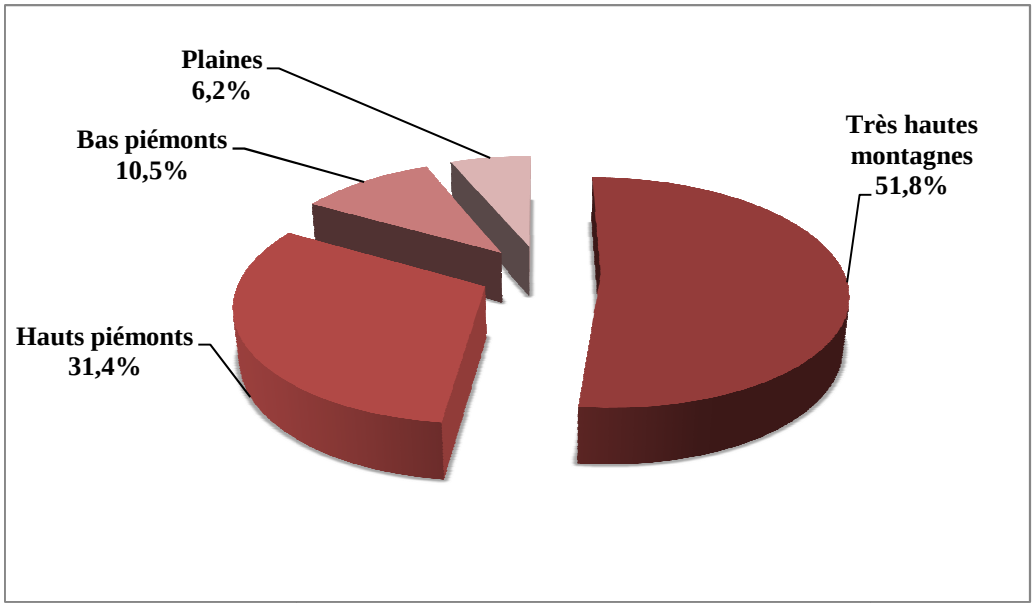


Figure 2 - Principaux éléments topographiques de la région de Tizi-Ouzou (A.N.D.I., 2013)

La zone 3 correspond aux hauts piémonts. Elle englobe des terres à pentes comprises entre 12,5 % et 25 % avec une superficie de 92.940 hectares soit 31,4 % de la région. La nature juridique des terrains est à dominance privée. Cette zone touche essentiellement la montagne côtière de Mizrana à Ait- Chafaa. Il y est pratiqué généralement une agriculture de subsistance vivrière. C'est à dire une polyculture fréquemment associée à l'élevage et dont toute une partie est destinée à la consommation familiale.

La zone 4 est une ceinture de massifs montagneux de l'intérieur où la pente des terrains est supérieure à 25 %. Elle couvre plus de 51,8% de la surface totale de la région. L'arboriculture rustique est dominante, à base d'oliviers et de figuiers. L'étroitesse des exploitations fait apparaître une agriculture pratiquée sans agriculteurs à plein temps. Les revenus agricoles procurés ne représentent en général qu'un appoint aux revenus issus des autres secteurs.

Aux quatre zones physiques homogènes distinguées, il y a lieu d'ajouter la zone des forêts qui englobe toute la frange orientale de la région qui englobe Zekri, le sud d'Aït Chafaa, Akerrou, Yakourene, Bouzeguene, Ifigha, et Irdjen. Les spéculations dominantes sont l'arboriculture rustique et l'élevage.

1.3. - Répartition des terres et des productions végétales

La surface agricole utile (SAU) de la région de Tizi-Ouzou estimée à 98.842 hectares demeure très réduite, ce qui correspond à 33 % de la superficie totale et 38 % de l'ensemble des terres sont affectées à l'agriculture (37.560 ha). Cette superficie agricole utile (SAU) se caractérise par un morcellement extrême des exploitations au nombre de 66. 650 unités et par le statut juridique privé (96 %) des propriétés qui entravent toute intensification et modernisation de l'agriculture. Les superficies et les productions des plus importantes cultures menées dans la région de Tizi-Ouzou sont rassemblées dans le tableau 1.

Tableau 1 - Principales productions végétales dans la région de Tizi-Ouzou (S.A.T.O., 2013)

Types de cultures	Surfaces (ha)	Productions (qx)
Céréales	5.461	120.425
Légumes secs	948	12.920
Maraîchages	8.138	1.336.587
Pomme de terre	1.422,5	42.235
Fourrages	30.551	2.970.058
Noyaux et pépins rustiques	10.622	440.261
Oliviers	33.722	179.231
Agrumes	1.409	279.786
Vigne de table	1.269	194.982

La superficie agricole utile est dominée par l'arboriculture, surtout celles des oliviers et des figuiers à concurrence de 45.432 hectares soit 47,6 % de l'espace total (S.A.T.O., 2013). Les autres spéculations sont représentées par les cultures fourragères (30,5 %) et maraîchères (5,8 %), la viticulture (1,5 %) et les légumes secs (0,8 %) (Tab. 1).

1.4. – Hydrologie

La région de Tizi-Ouzou représente un réservoir d'eau appréciable pour la zone médio-septentrionale du pays. Mais les capacités de mobilisation restent insuffisantes. Deux cours d'eau, localisés à l'est de Tizi-Ouzou et alimentés principalement par les eaux de pluie et de fonte du manteau nival du Djurdjura, parcourent le territoire de cette région. Il s'agit de l'Oued Sabaou (120 km) et de l'Oued Aïssi. Le massif central, le Djurdjura et même la chaîne côtière sont littéralement entaillés par de nombreuses rivières dont l'importance socio-économique est évidente parmi lesquels Oued-Boubehir, Oued Djemaa, Oued Bougdoura, Assif Ousserdhoun et Assif El Hammam sont à citer. Il est à noter aussi la présence du barrage de Taksebt qui s'étend sur une surface de 550 ha et qui se situe à 10 km à l'est de Tizi-Ouzou, sur Oued Aïssi (S.A.T.O., 2013).

1.5. - Caractéristique climatiques

Le climat est un facteur de première importance dans l'étude de la dynamique des populations. Selon HUFTY (2001) 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.

Les facteurs écologiques, en particulier ceux en rapport avec le climat n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément. L'étude de chacun de ces facteurs représente une approche indispensable, pour la compréhension des phénomènes écologiques **(**RAMADE, 1984). DAJOZ (2006) rapporte que les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises de température, d'humidité relative et de pluviométrie.

Les donnés météorologiques se rapportant à la pluviométrie, la température et l'humidité de l'air sont fournies par l'office national de la météorologie (O.N.M.T.O., 2009 ; 2014) de Tizi-Ouzou.

1.5.1. - Températures

La température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent. Ce facteur agit sur l'activité biologique et écologique des êtres vivants (DAJOZ, 2006). Elle est fonction de l'altitude, de la distance à la mer et des saisons (OZENDA, 1982). Les valeurs des températures mensuelles moyennes, maximales et minimales pour l'année 2008 sont illustrées par la figure 3.

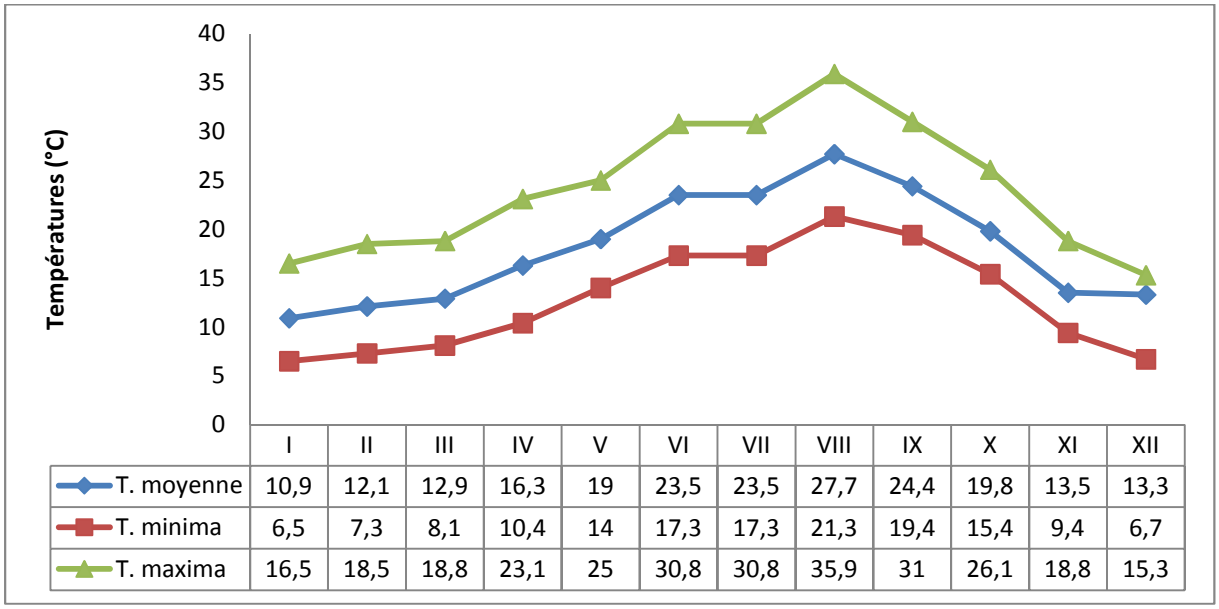
Les températures moyennes mensuelles sont très variables. Le mois de janvier est le plus froid avec une température moyenne de 10,9 °C. Le mois d'août est le plus chaud avec une température moyenne de 27,7 °C (Fig. 3). Les valeurs des températures mensuelles moyennes, maximales et minimales pour l'année 2013 sont illustrées par la figure 4. D'après ces données, il est à remarquer que le mois le plus froid est février avec une température moyenne de 9,4 °C, tandis que le plus chaud est août, avec une température moyenne de 26,9°C (Fig. 4).

1.5.2. - Précipitations

La pluviométrie désigne la quantité totale des précipitations, pluie, grêle et neige reçue par unité de surface (RAMADE, 2003). La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental. Les activités trophiques et reproductrices des êtres vivants sont influencées par ce facteur. Les précipitations déterminent l'aptitude des pucerons à se déplacer. Leurs abondances et violences empêchent le déplacement des pucerons et entrainent la mort d'un grand nombre d'entre eux par noyade (LECLANT, 1970).

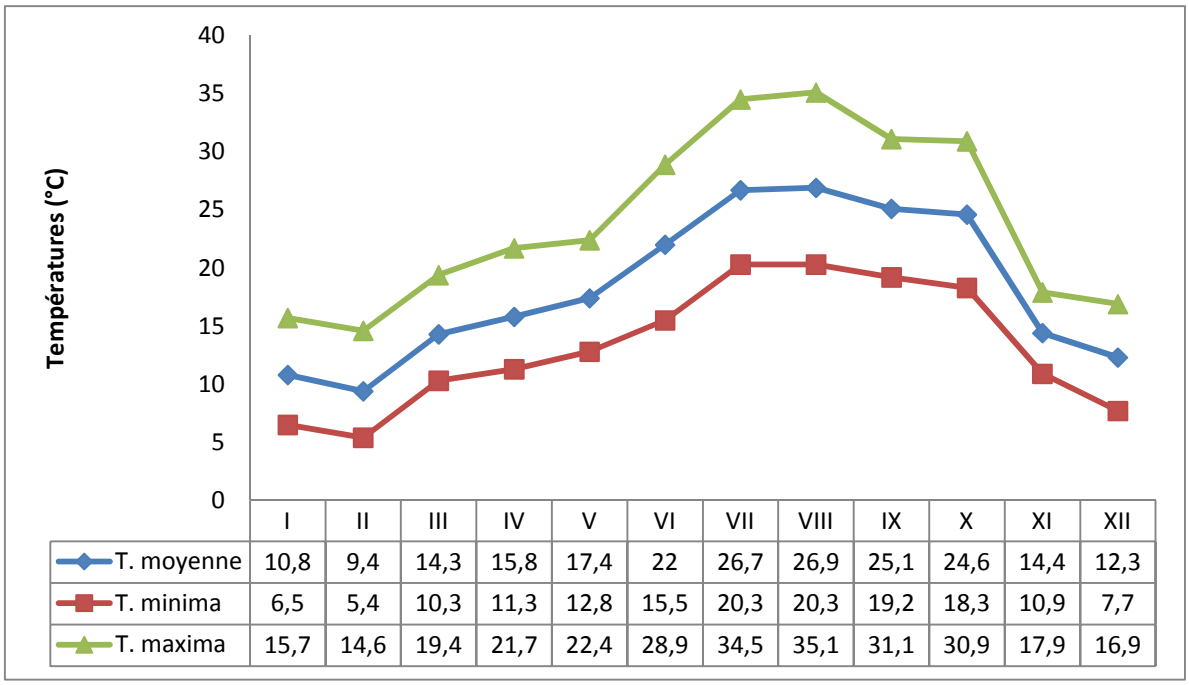
Les moyennes mensuelles de la pluviométrie exprimées en mm et enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou durant l'année d'étude 2008 sont illustrées par la figure 5.

Il ressort de ces données, que le mois le plus pluvieux est novembre durant lequel une quantité de 190,3 mm est mentionnée (Fig. 5). Une très faible quantité de pluie est notée durant juillet avec 7,2 mm. Il est à mentionner l'absence totale des précipitations au mois d'août. Les moyennes mensuelles de la pluviométrie en mm enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2013 sont illustrées par la figure 6. En 2013, le mois de janvier est le mois le plus pluvieux avec une quantité enregistrée de 212,8 mm. Le mois de juillet est le plus sec avec 0 mm de pluie (Fig. 6).



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. moyenne	10,9	12,1	12,9	16,3	19	23,5	23,5	27,7	24,4	19,8	13,5	13,3
T. minima	6,5	7,3	8,1	10,4	14	17,3	17,3	21,3	19,4	15,4	9,4	6,7
T. maxima	16,5	18,5	18,8	23,1	25	30,8	30,8	35,9	31	26,1	18,8	15,3

Figure 3 - Variations des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2009)



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T. moyenne	10,8	9,4	14,3	15,8	17,4	22	26,7	26,9	25,1	24,6	14,4	12,3
T. minima	6,5	5,4	10,3	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,2	18,3	10,9	7,7
T. maxima	15,7	14,6	19,4	21,7	22,4	28,9	34,5	35,1	31,1	30,9	17,9	16,9

Figure 4 - Variations des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude (O.N.M.T.O, 2014)

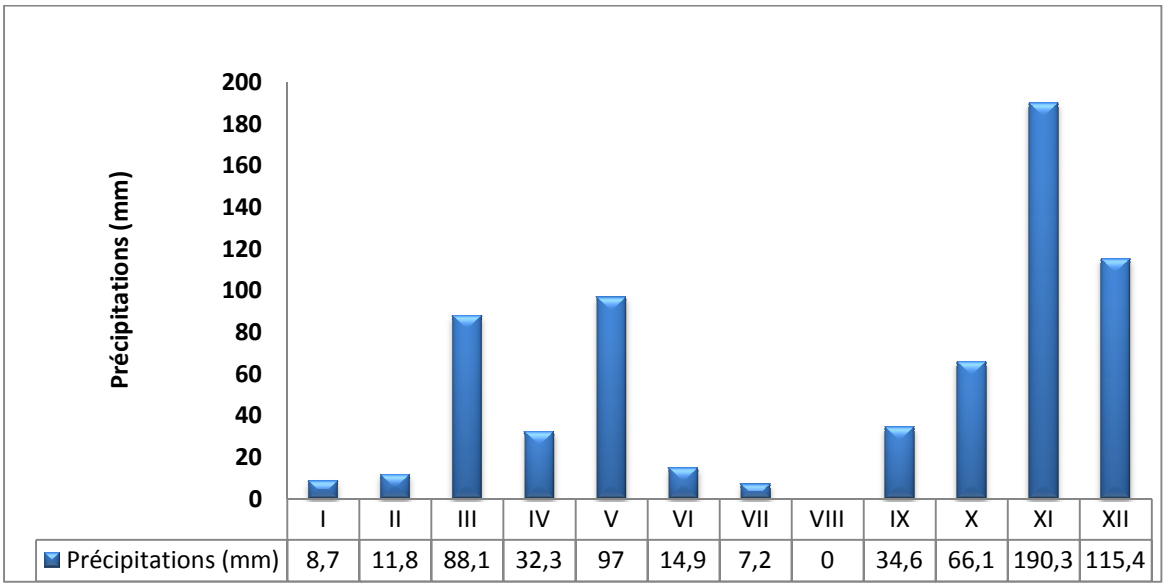


Figure 5 - Variations des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2008 (O.N.M.T.O, 2009)

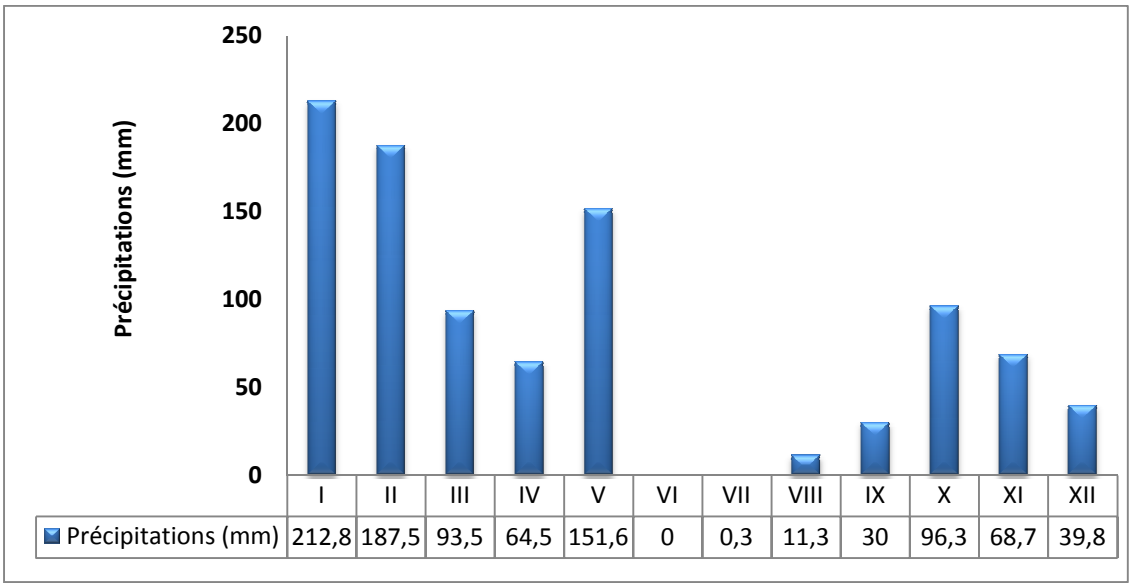


Figure 6 - Variations des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Ouzou en 2013 (O.N.M.T.O, 2014)

1.5.3. - Humidité relative de l'air

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (DREUX, 1980). Selon BONNEMAISON (1950), l'humidité relative de l'air peut faciliter ou inhiber l'envol des pucerons. DAJOZ (1985) atteste que l'humidité a une influence sur la longévité, la vitesse de développement, la fécondité et le comportement des espèces. Les valeurs de l'humidité relative moyenne (H.R. %) enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2008 sont présentées dans la figure 7. Les mois les plus humides pour l'année 2008 sont décembre et janvier avec les valeurs de 82 %. La valeur la plus faible est notée en août avec 58 % (Fig. 7). Les valeurs de l'humidité relative moyenne (H.R. %) relevées dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2013 sont exposées dans la figure 8. Pour l'année 2013, les mois les plus humides sont janvier et février avec un taux moyen d'humidité pour les deux mois de 80 %. Le mois le moins humide est août avec un taux de 60 % (Fig. 8).

1.5.4. – Vent

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat. Il constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous son influence, la végétation est limitée dans son développement (DAJOZ, 1982). Selon SELTZER (1946), le vent fait partie des facteurs climatiques les plus importants. Sa force est estimée d'après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants : 0 vent calme, 1 à 2 vent faible, 3 à 4 vent modéré, 5 à 6 vent assez fort, 7 à 8 vent fort, $>$ 9 vent violent. Dans la région de Tizi-Ouzou, les vents dominants soufflent depuis l'ouest et parfois de l'ouest-nord-ouest (O.N.M.T.O., 2009). Les vitesses du vent sont calmes à modérées avec des vitesses variant entre 0,6 et 2,3 m/s durant l'année 2008 et variant entre 0,9 et 2,5 m/s en 2013.

1.6. - Synthèse climatique

La synthèse climatique repose sur le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le climagramme d'Emberger.

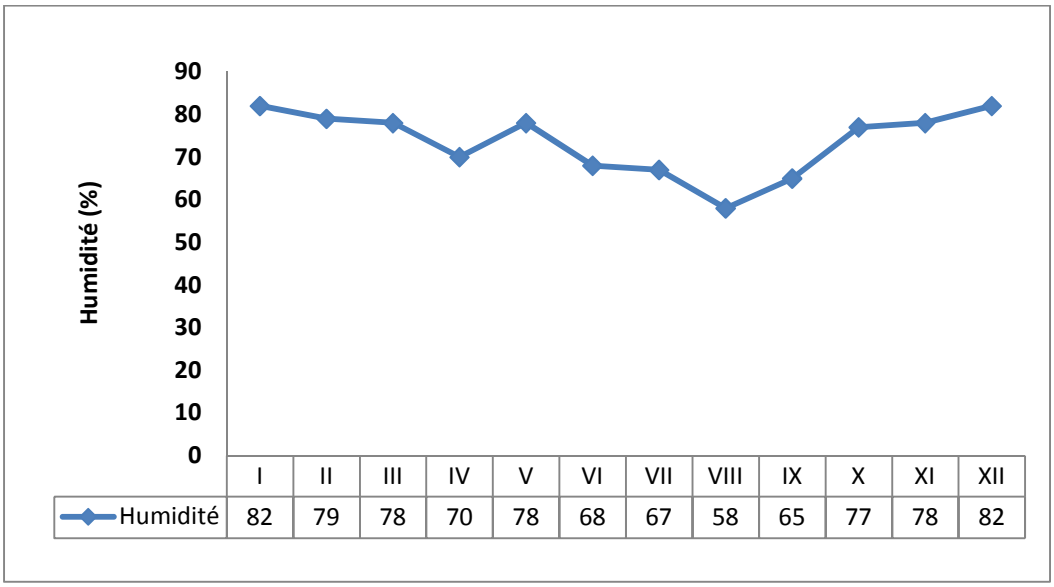


Figure 7 - Variations des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2008 (O.N.M.T.O, 2009)

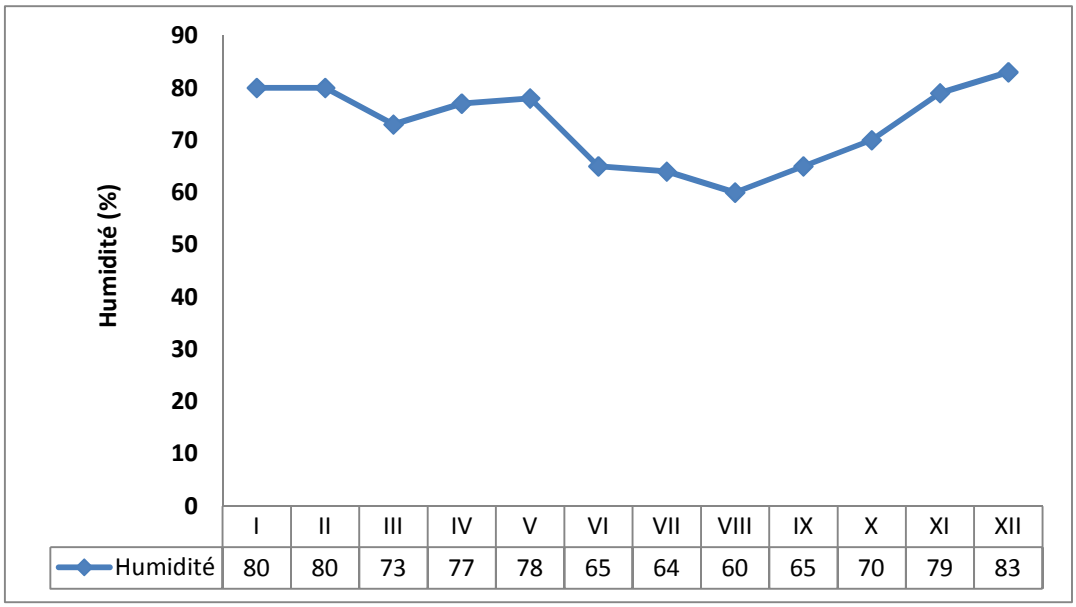


Figure 8 - Variations des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2013 (O.N.M.T.O, 2014)

1.6.1. - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Selon MUTIN (1977) le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de définir les périodes sèches. C'est un mode classique de représentation du climat d'une région déterminée (DAJOZ, 2000). BAGNOULS et GAUSSEN (1953), définissent un mois sec comme étant celui où le total mensuel des précipitations, exprimées en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés Celsius.

La relation entre les deux paramètres est la suivante : **P ≥ 2T**

P : Précipitations moyennes mensuelles en mm

T : Températures moyennes mensuelles en degrés Celsius

La période sèche est de 4 mois, elle s'étale de la fin du mois de mai jusqu'à la fin du mois de septembre (Fig. 9). La saison sèche correspondant à la saison estivale caractéristique du climat méditerranéen. Par contre, la période humide s'étend sur 8 mois (de la fin de septembre jusqu'à la fin de mai).

1.6.2. - Quotient pluviothermique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet le classement de différents types de climat. Il définit un quotient pluviométrique qui aide à distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen (DAJOZ, 2000). Le quotient est calculé par la formule de STEWART (1969) :

$$\mathbf{Q_2 = 3{,}43\ p/\ (M-m)}$$

P: Moyenne des précipitations exprimée en mm, des années prises en considération

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

M : Moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en degré Celsius.

Selon les variantes climatiques, froid, frais, doux ou chaud et les valeurs du quotient d'Emberger, l'étage bioclimatique auquel la région d'étude appartient est déterminé. Plus la sécheresse annuelle globale sera grande, plus le quotient sera petit.

Pour P = 784 mm, M = 35,6 °C et m = 6,6°C ⇨ Q_2 = 92,73.

Le quotient de la région d'étude est égal à 92,73. Cette région se situe donc dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (Fig. 10).

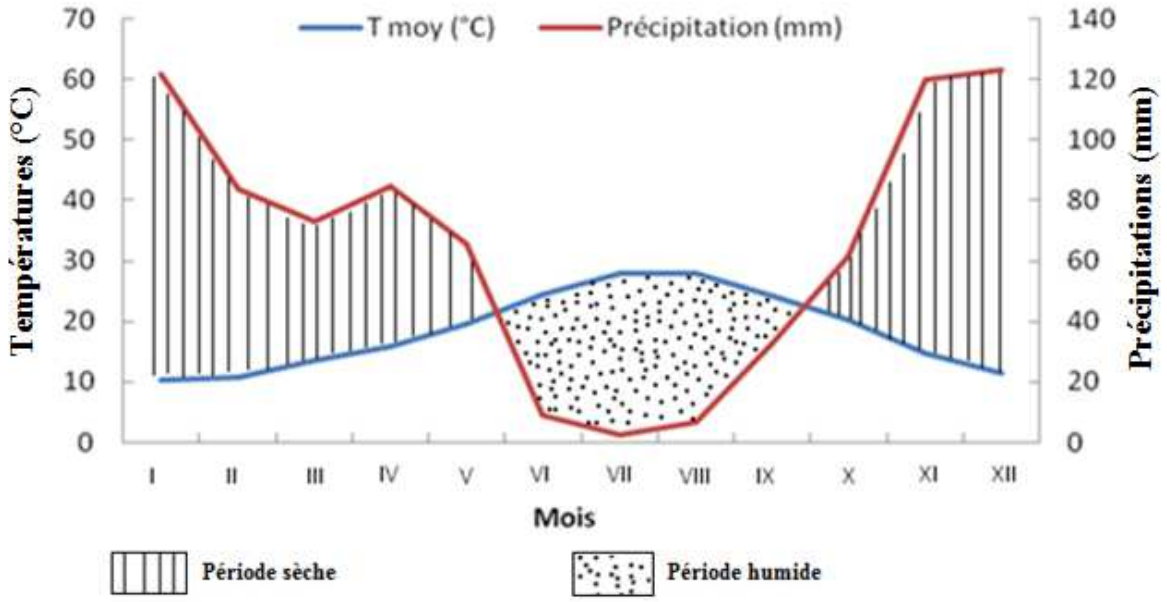


Figure 9 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou durant une période de 17 ans (1996 – 2012)

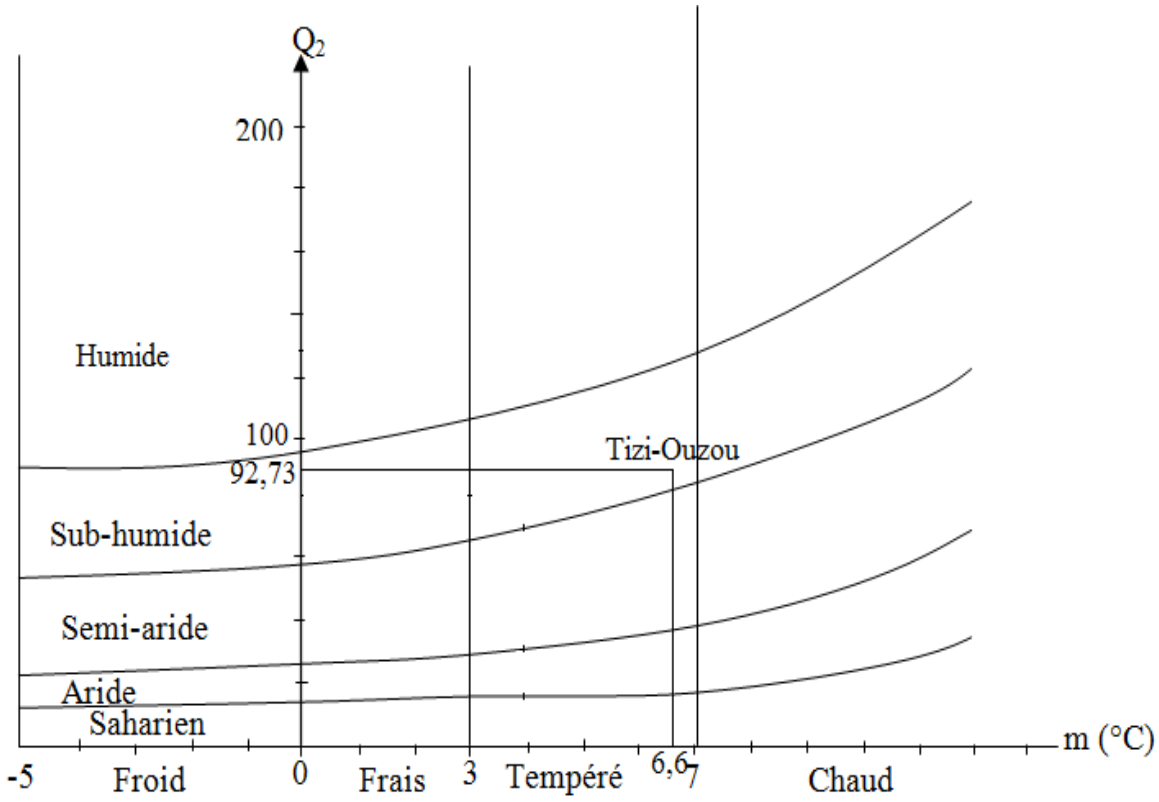


Figure 10 – Place de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme pluviométrique d'Emberger

1.7. – Caractéristiques floristiques

Plusieurs activités agricoles sont pratiquées dans la région de Tizi-Ouzou (Tab. 1). Par ailleurs des formations telles que des roselières de type phragmites à *Typha angustifolia* L. et à *Phragmites australis* Steud., 1841 sont présentes le long des cours d'eau, sur les marres et en bordure des cultures irriguées (BOUKHEMZA *et al*., 1995). Selon ces derniers auteurs, Il y a également des maquis à strate buissonnante constituée essentiellement de *Myrtus communis* Linné, 1753, de *Genista tricuspidata* Linné, 1753, de *Cistus monspeliensis* Linné, 1753, d'*Erica arborea* Linné, 1753, de *Calycotome spinosa* Link, 1822, de *Pistacia lentiscus* Linné, 1753, de *Rhamnus alaternus* Linné, 1753, de *Rubus ulmifolius* Schott et d'*Arbutus unedo* Linné, 1753. Plusieurs espèces adventices cohabitent avec les agrumes, comme *Arum italicum* Mill., 1768 (Araceae), *Erigeron canadensis*, Cronquist, 1943, *Galactites tomentosa* Moench, 1794 (Asteraceae), *Chenopodium album* Linné, 1753 (Chenopodiaceae), *Convolvulus tricolor* (Convolvulaceae), *Lavatera cretica* Linné, 1753 (Malvaceae), *Oxalis pes-caprae* Linné, 1753 (Oxalidaceae), *Fumaria* sp. (Papaveraceae), *Arundo donax* Linné, 1753 (Poaceae), *Emex spinosa* Campd., 1819 (Polygonaceae), *Portulaca oleracea* Linné, 1753 (Portulacacea) et *Urtica urens* Linné, 1753 (Urticaceae) (BENOUFELLA-KITOUS *et al*., 2008a). Il y a aussi des essences introduites tels que le frêne oxyphylle (*Fraxinus oxyphylla* Vahl.), l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum* Linné) et le merisier des oiseaux (*Prunus avium* Linné) (BOUKHEMZA *et al*., 1995).

1.8. – Caractéristiques faunistiques

La faune de la région d'étude est diversifiée et encore peu connue. Selon TALMAT *et al.* (2004), les invertébrés sont recensés en grand nombre dans la région d'étude. Il y a des Mollusques (Gastéropodes), des arachnides, des crustacées, des Myriapodes et divers insectes tels que des Thysanoptères, des Dermaptères, des Hétéroptères, des Coléoptères et des Diptères (LOUNACI, 2011), les Névroptères, les Homoptères et les Hyménoptères (BENOUFELLA-KITOUS *et al*., 2009). Le Barbeau (*Barbus setivimensis* Valenciennes, 1842) est le seul poisson d'eau douce spontané de la région. La carpe commune (*Cyprinus carpio* Linné, 1758**)** est introduite dans le barrage de Djebla. La région est peuplée de grenouilles et de crapauds tels *Rana saharica* Hartert, 1913, *Discoglossus pictus* Otth, 1837, *Hyla meridionalis* Boettger, 1874 et *Bufo mauritanicus* Schlegel, 1841 ainsi que de reptiles tels que *Lacerta viridis* Laurenti, 1768, *Mauremys leprosa* Schweigger, 1812 et *Natrix maura*

Linné, 1758 (LARBES *et al*., 2007). Plusieurs espèces d'oiseaux comme le Canard colvert (*Anas platyrhynchos* Linné, 1758), le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca* Güldenstädt, 1770), le Fuligule milouin (*Aythya ferina* Linné, 1758), le Canard souchet (*Anas clypeata* Linné, 1758) (Anatidae), la Foulque macroule (*Fulica atra* Linné, 1758), la Poule d'eau (*Gallinula chloropu* Linné, 1758), le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus* Linné, 1758), le Grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis* Pallas, 1764), le Pigeon biset (*Columba livia* Gmelin, 1789), la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur* Linné 1758), la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia* Linné, 1758), le Goéland leucophée (*Larus michahellis* Naumann, 1840), l'Hirondelle de cheminée (*Hirundo rustica* Linné, 1758) et l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum* Linné, 1758) (BOUKHEMZA *et al*., 2007). Des mammifères tels que le sanglier (*Sus scrofa* Linné, 1758), le chacal (*Canis aureus* Linné, 1758), le porc-épic (*Hystrix cristata* Linné, 1758), le hérisson d'Algérie (*Atelerix algirus* Lereboullet, 1842) et le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus* Linné, 1758) sont signalés par TALMAT *et al.* (2004).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre II – Matériel et méthodes

Les stations d'étude et la méthodologie de travail sont prises en considération.

2.1. – Choix des stations d'étude

Le choix des stations d'étude est basé sur les critères suivants, l'accessibilité au terrain, la richesse floristique au niveau de trois stations, l'importance et la diversité de l'aphidofaune et les possibilités de comparaison entre les cultures maraichères et les cultures pérennes. La présente étude s'est déroulée dans trois stations de la région de Tizi Ouzou, celles de Draâ Ben Khedda, d'Abid Chamlal et de Sikh Oumeddour (Fig. 11). Les différentes stations prises en considération sont exposées.

2.1.1. – Station de Draâ Ben Khedda

La station de Draâ Ben Khedda se trouve à une altitude de 56 m, sur le coté droit de la route nationale n°12 en allant vers Tadmait. Elle est distante de 8,7 km de la ville de Tizi-Ouzou (36° 44' N.; 3° 52 ' E.) (Fig. 12). Elle comprend plusieurs parcelles de cultures maraîchères (fève, piment, poivron, courgette) et plusieurs espèces fruitières telles que le grenadier (*Punica granatum*), le figuier (*Ficus carica*), la vigne (*Vitis vinifera*), des agrumes (orangers *valencia late* et *thomson navel*, clémentinier et mandarinier) et l'olivier (*Olea europaea*). Un inventaire est réalisé dans deux parcelles de pomme de terre de variété *resita*, plantée le 1 mars 2008 et le 9 mars 2013, sur une superficie de 2.903,6 m^2 (Fig. 13) et dans deux parcelles de fève (*Vicia faba*), plantée l'une le 15 décembre 2007 et l'autre le 13 décembre 2012, sur une superficie de 1.258 m^2 (Fig. 14).

2.1.2. – Station d'Abid Chamlal

La station d'Abid Chamlal se situe également sur le côté droit de la route nationale n°12 en allant vers Azazga et elle est distante de 8 km de Tizi-Ouzou (36° 44' N.; 4° 01 ' E.) (Fig. 15). Le présent travail est mené dans deux parcelles d'agrumes d'orangers (*valencia late* et *thomson*) du 1 janvier 2008 au 31 décembre 2008 et du 1 janvier au 31 décembre 2013. Ces parcelles occupent une superficie de 4 ha. Elles sont constituées d'arbres âgés de 53 ans d'orangers *valencia late* et de 25 ans d'orangers *thomson*. Les arbres sont distants de 5,5

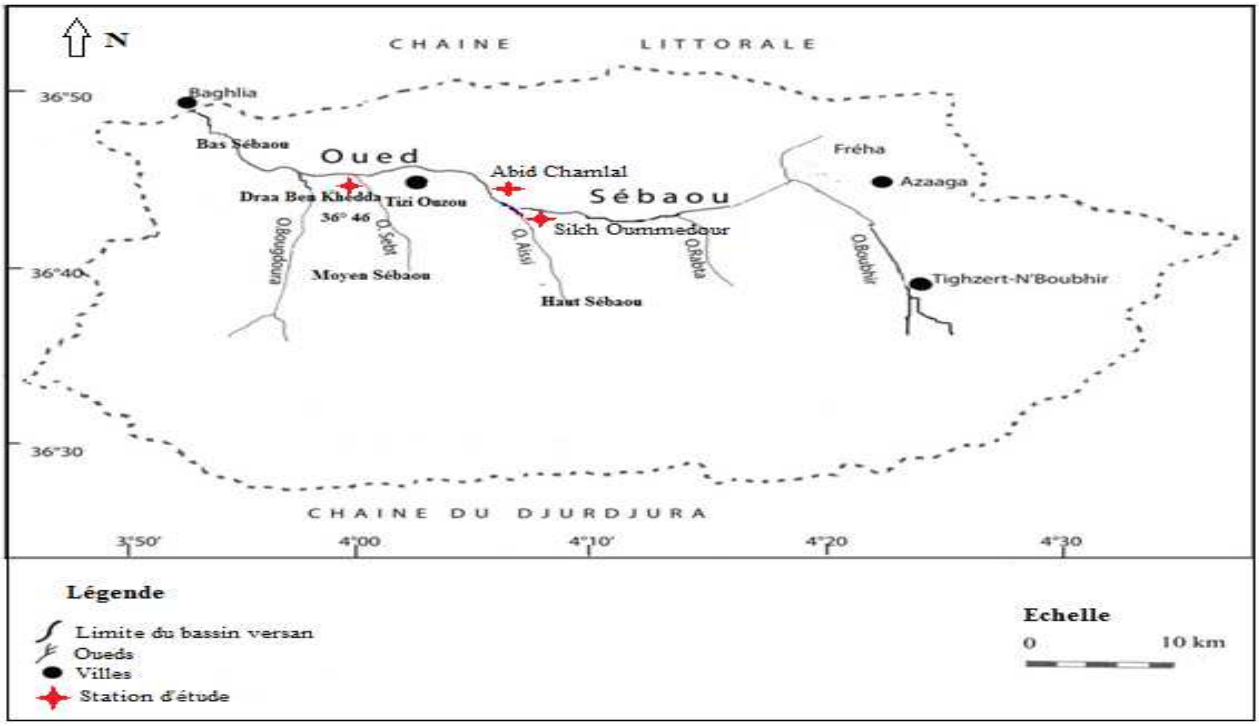


Figure 11 – Localisation des stations d'étude (I.N.C., 1990 modifiée)



Figure 12 - Station d'étude de Draâ Ben Khedda (Google Earth, 2015)

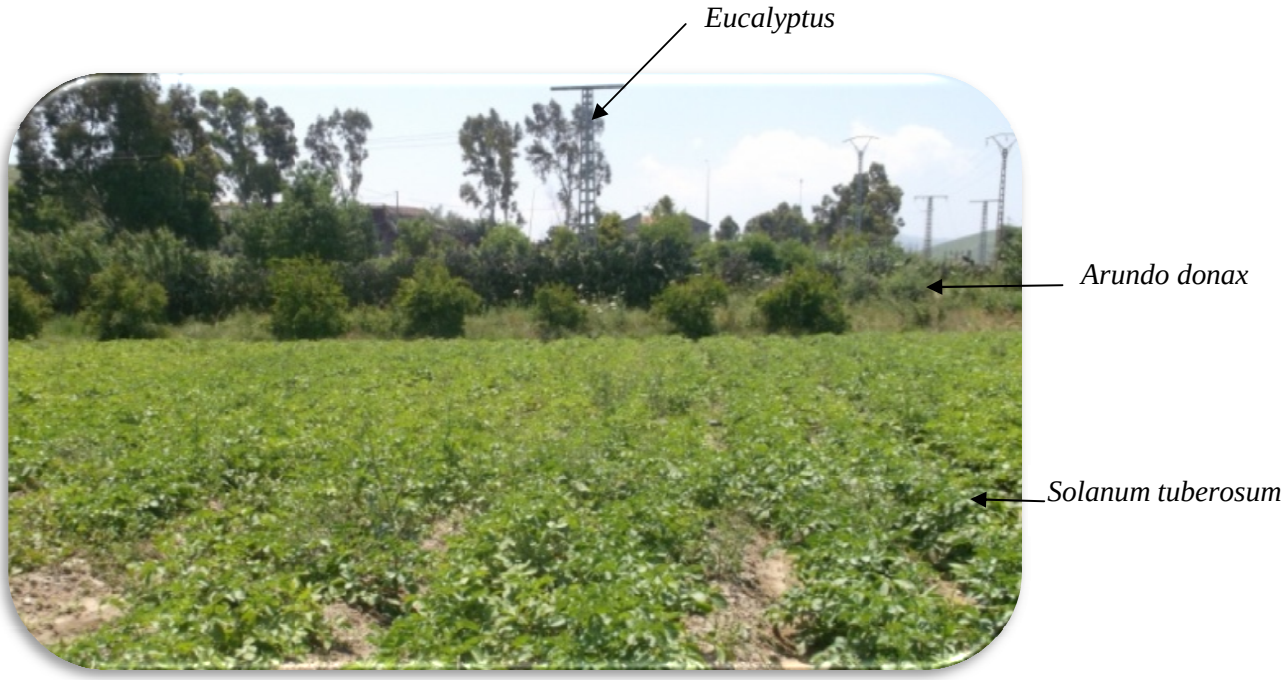


Figure 13 - Parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda (Photographie originale)



Figure 14 - Parcelle de fève à Draâ Ben Khedda (Photographie originale)

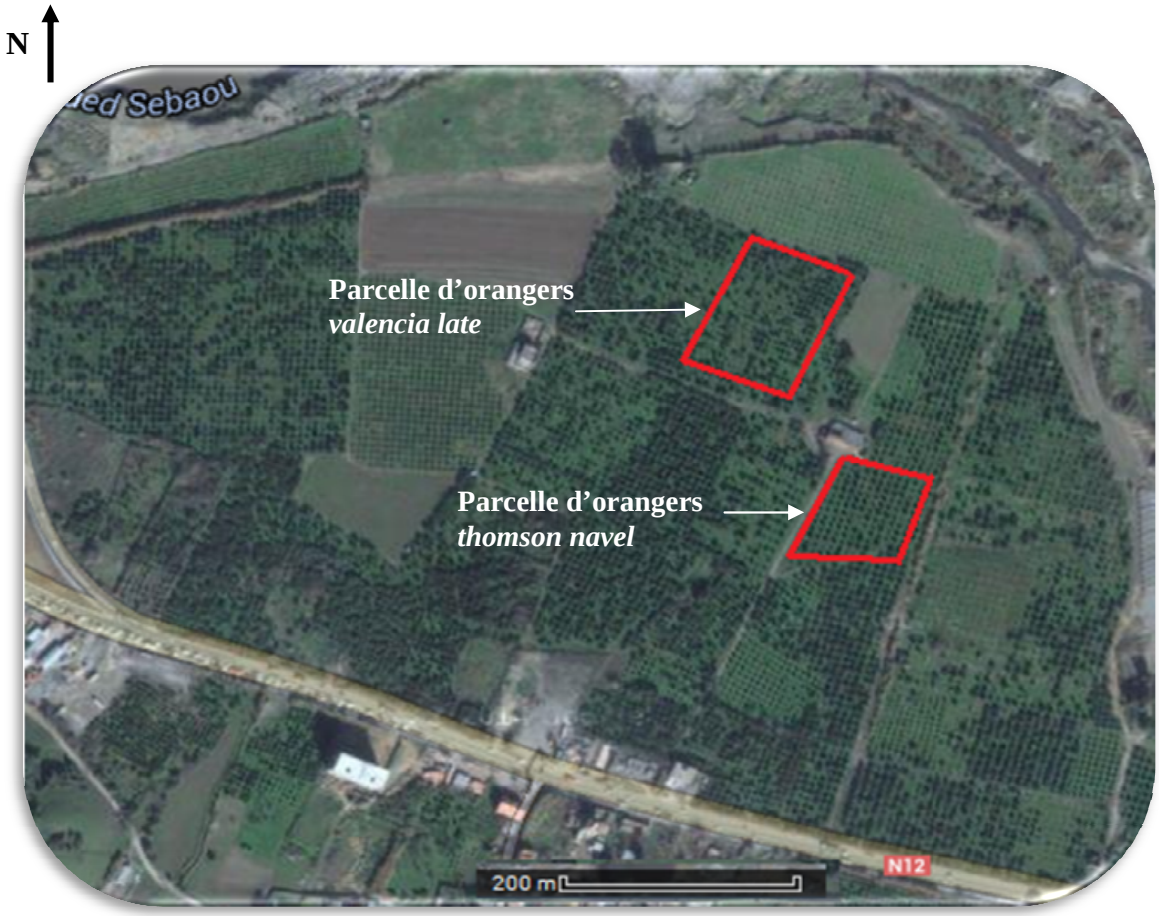


Figure 15 - Station d'étude d'Abid Chamlal (Google Earth, 2015)

mètres les uns des autres (Fig. 16, 17). Au niveau des deux parcelles, des travaux d'entretien sont effectués. Chaque année les arbres subissent une taille de fructification, ainsi que des traitements phytosanitaires à base de dursban et de diméthoate 40 vallès, contre les insectes nuisibles tels que les cochenilles, les pucerons et les aleurodes. Les amendements organiques et minéraux sont réguliers et les apports en eau d'irrigation en période estivale sont fréquents. Au voisinage de ces parcelles d'autres espèces et variétés d'agrumes comme l'oranger *thomson navel*, le clémentinier, le citronnier, l'oranger de variété sanguine, l'oranger amer sont cultivées, ainsi que des cultures maraîchères comportant de la pomme de terre, de l'oignon, de la carotte, du choux, du choux fleur, du navet, du haricot, de la carde et de la fève, ainsi que d'autres cultures fruitières comme le néflier, le prunier, le mûrier, le pommier et le pêcher.

2.1.3. – Station de Sikh Oummedour

Les deux parcelles d'étude sont situées sur le coté droit de la route nationale n°12, en face de l'hôpital psychiatrique Fernane Hanafi (36° 44' N.; 4° 02 ' E.) (Fig. 18). Elles sont distantes de 10 Km de la ville de Tizi-Ouzou. Ce sont deux vergers d'agrumes composés d'orangers *thomson* (*Citrus sinensis*) et de citronniers (*Citrus limon*). Les échantillonnages ont commencé le 1 janvier jusqu'au 31 décembre 2008 et du 1 janvier au 31 décembre 2013. Ces parcelles occupent une superficie de 4 ha. Elles sont constituées d'arbres âgés de 30 ans pour le citronnier (Fig. 19) et de 25 ans pour l'oranger *thomson* (Fig. 20). Les arbres sont distants de 5,5 mètres les uns des autres. Au niveau de cette exploitation les travaux d'entretien sont rarement effectués. Les traitements phytosanitaires contre les différents ravageurs sont pratiquement absents. Toutefois les apports en eau d'irrigation en période estivale sont fréquents et les arbres subissent une taille de fructification chaque année. Au voisinage de ces parcelles d'autres espèces et variétés d'agrumes comme l'oranger de variété *thomson*, le clémentinier, l'oranger de variété sanguine et l'oranger amer sont cultivées ainsi que des arbres fruitiers néfliers, figuiers et pruniers. Entre les plantations fruitières, des cultures maraîchères impliquant la pomme de terre, la courgette, la carotte et la fève sont intercalées. La flore adventice y est abondante, ce qui constitue un lieu d'hébergement pour les pucerons.



Figure 16 - Verger d'orangers *valencia late* à Abid Chamlal (Photographie originale)



Figure 17 - Verger d'orangers *thomson navel* à Abid Chamlal (Photographie originale)

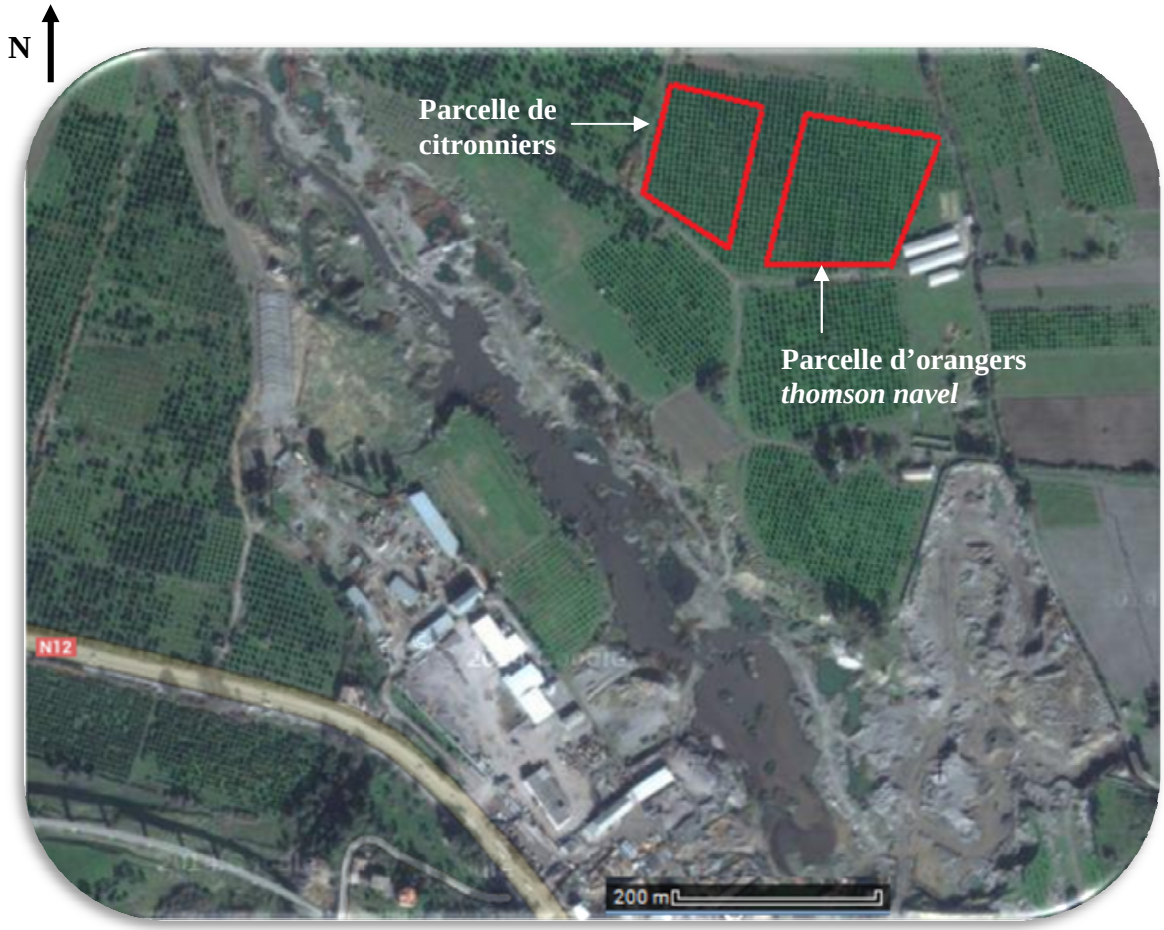


Figure 18 - Station d'étude de Sikh Oummedour (Google Earth, 2015)



Figure 19 - Verger d'orangers *thomson navel* à Sikh Oummedour (Photographie originale)



Figure 20 - Verger de citronniers *Citrus limon* à Sikh Oummedour (Photographie originale)

2.2. – Présentation des modèles biologiques

Dans cette partie de brèves données sur la bioécologie des Aphides, de leurs ennemis naturels dont deux coccinelles aphidiphages, ainsi que sur les extraits végétaux sont présentées.

2.2.1. – Brèves données sur la bioécologie des Aphides

Les pucerons appartiennent à l'ordre des Homoptera et à la superfamille des Aphidoidae qui comprend près de 4.700 espèces réparties entre dix familles selon REMAUDIERE et REMAUDIERE (1997). Les pucerons sont un groupe d'insectes qui est à l'origine de pertes importantes sur les plantes cultivées. Ils sont phytophages. Leur cycle complexe et leur polymorphisme leur permettent d'exploiter leurs plantes hôtes au maximum tout en répondant très rapidement aux modifications de leur environnement (DEDRYVER, 1982). Certaines familles botaniques comprennent des associations plantes-pucerons complexes. C'est le cas des Asteraceae qui présentent plus de 600 espèces de pucerons en association, autant au niveau des Apiaceae (600), moins avec les Rosaceae (300) et les Coniferae (350) (BLACKMAN et EASTOP, 2006). En zone tempérée, ce sont presque toutes les plantes d'intérêt agricole qui sont susceptibles d'être touchées par les méfaits des Aphidae (DEDRYVER, 2010). Les pucerons sont présents dans le monde entier, sous des conditions environnementales très variées, bien que plus abondants dans les zones tempérées que sous les tropiques. Leur aspect est très varié, par la taille, la forme et la couleur de leurs corps ainsi que par différents appendices qui varient d'une espèce à l'autre, mais également au sein d'une même espèce en réponse à leur environnement biologique et abiotique (BLACKMAN et EASTOP, 2000). Une des plus remarquables caractéristiques des pucerons est leur polymorphisme lié à leur cycle de vie souvent compliqué, au cours duquel différentes formes aptères et ailées et plusieurs plantes-hôtes se succèdent. Les pucerons se reproduisent par parthénogénèse et leur cycle se termine par une reproduction sexuée (FRAVAL, 2006a).

2.2.2. – Brèves données sur les ennemis naturels des pucerons

Les pucerons font partie de réseaux trophiques complexes et vivent au contact de nombreux organismes en plus de leur plante hôte. Ils sont la provende d'une grande variété d'insectes aphidiphages, les uns spécialisés et les autres entomophages opportunistes. Tous

sont activement surveillés, en tant qu'agents régulateurs des pullulations, et certains sont utilisés comme auxiliaires de lutte biologique. Les coccinelles sont les aphidiphages les plus populaires. Larves et adultes de nombreuses Coccinellidae sont prédateurs de pucerons. Elles font partie des genres notamment d'*Adalia*, d'*Exochomus*, de *Propylea*, de *Coccinella* et d'*Harmonia*. Parmi les Névroptères, les larves de Chrysopidae comme *Chrysopa* ou *Chrysoperla spp.* et d'Hémérobiidae (*Hemerobius humuli* Walk) sont d'actifs prédateurs. Certains syrphes ont des larves dévoreuses de pucerons. Ce sont des prédateurs très voraces entre autres des genres *Erysiphe* et *Syrphus.* Parmi les Diptères, certaines cécidomyies (Cecidomyidae) consomment les pucerons. Elles appartiennent aux genres *Aphidoletes*, *Cryptobremia, Isobremia* et *Phoenobremia*. Les Hyménoptères sont de grands ennemis des pucerons, comme prédateurs ou parasitoïdes. La femelle de la guêpe solitaire *Passaloecus* (Sphecidae) approvisionne ses larves en leur apportant des pucerons qu'elle stocke dans les cellules de son nid. Les parasites se recrutent chez les Braconidae, comme des genres *Aphidius*, *Ephedrus*, *Lysiphlebus* et *Praon*, parmi les Aphelinidae avec *Aphelinus* sp. Beaucoup de ces microhyménoptères parasitoïdes, une fois leurs imagos formés et envolés, laissent des traces caractéristiques, appelées momies: ce sont les dépouilles des pucerons, fixées sur le végétal, percées d'un gros trou (FRAVAL, 2006b).

2.2.3. – Brèves données sur les deux coccinelles aphidiphages

Quelques données sur les deux coccinelles aphidiphages, à savoir *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* et *Coccinella algerica* sont présentées.

2.2.3.1. - Description de la coccinelle *Hippodamia (Adonia) variegata*

Hippodamia (*Adonia*) *variegata* est une espèce au corps ovale, assez allongé, médiocrement convexe, glabre, mesurant entre 3,5 à 4,5 mm de long (Fig. 21). Le pronotum porte une grande tache noire discale dont les côtés et les bords antérieurs sont colorés en jaune. Les élytres sont rouges-jaunâtres, rosés ou ochracés, plus pâles vers l'avant, avec 0 à 13 taches noires dont les inférieures sont souvent plus grandes et présentes. La variabilité des taches est extrême. Elles peuvent disparaître en partie, fusionner ou apparaitre sous la forme de points (BENOUFELLA-KITOUS *et al*., 2008b).

2.2.3.2. - Description de la coccinelle *Coccinella algerica*

Coccinella algerica est une espèce au corps ovale, assez large, très convexe et glabre, mesurant entre 6 à 8 mm de long et 4,2 à 5,2 mm de large. Les élytres sont rouges, ochracés ou rouges parfois plus sombres, portant 7 taches noires isolées dont une scutellaire (Fig. 22) C'est une espèce aphidiphage très commune dans toutes les régions d'Algérie même dans l'extrême Sud. Néanmoins, elle est très active au Nord du fait de l'abondance et de la diversité de ses proies préférées que sont les pucerons (BEN HALIMA-KAMEL, 2010).

2.2.4. – Brèves données sur les extraits végétaux

Les différents extraits végétaux sont récoltés dans des jardins privés situés dans la région de Tizi-Ouzou. La sauge et l'origan sont récoltés dans un jardin qui se situe dans la région de Ain El Hammam à 1000 m d'altitude. Le laurier provient d'un jardin qui se situe dans la région de Boghni à 300 m d'altitude. Les feuilles d'ortie et de fougère sont recueillies dans des jardins situés dans la ville de Tizi-Ouzou. La menthe est récoltée dans un jardin situé à Ouacif à 600 m d'altitude, l'ail dans un jardin de la région des Ouadhias à 400 m d'altitude et la lavande au niveau de l'Institut des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les différentes plantes utilisées sont présentées.

2.2.4.1. - Présentation botanique des plantes étudiées

Les plantes étudiées, soit la menthe poivrée, l'ail, la lavande dentée, le laurier noble, la sauge, l'origan, l'ortie, la fougère et l'insecticide de synthèse acetamipride sont présentés.

2.2.4.1.1. - Menthe poivrée (*Mentha piperita* L., 1753)

La menthe poivrée est une plante vivace à rhizome long et rampant, avec une tige de 30 à 50 cm qui se divise en rameaux opposés (PIERRE, 2007). Les feuilles sont ovales et lancéolées, attachées à une tige verte mauve dont la coloration se retrouve jusque dans les nervures des feuilles. De petites fleurs violettes poussent aux extrémités des



Figure 21 - Adulte d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (Photographie originale)



Figure 22 - Adulte de *Coccinella algerica* (Photographie originale)

branches (Fig. 23). La menthe poivrée a une odeur forte et pénétrante. Une petite quantité suffit amplement à parfumer les aliments (FORTIN, 1996).

2.2.4.1.2. - Ail (*Allium sativum* L., 1753)

L'ail est une plante bulbeuse, vivace, originaire d'Asie centrale, de 20 à 40 cm de hauteur (Fig. 24). La tige est cylindrique à feuilles engainantes et linéaires. Les fleurs sont blanches ou roses en ombelle sphérique, enfermées dans une spathe effilée (BARDEAU, 2009). La partie utilisée est le bulbe formé de 3 à 15 gousses appelées aussi caïeux, et qui sont en fait des bourgeons tubérisés par lesquels se fait la multiplication de la plante (DUFRESNE et OUELLET, 2010).

2.2.4.1.3. - Lavande dentée (*Lavandula dentata* L., 1753)

La lavande dentée est une plante vivace de 40 à 80 cm de hauteur. Les tiges sont simples, non ramifiées. Les feuilles sont opposées, étroites et allongées. Les fleurs sont d'un bleu violacé, à deux lèvres, réunies en denses épis terminaux (Fig. 25). Les inflorescences dégagent une agréable odeur aromatique (DEBUIGNE et COUPLAN, 2009).

2.2.4.1.4. – Laurier noble (*Laurus nobilis* L., 1753)

Laurus nobilis est un arbuste ou arbre aromatique de 2 à 10 m de haut à tige droite grise dans sa partie basse et verte dans sa partie haute. Ses feuilles sont alternées, coriaces, légèrement ondulées sur les bords, longues de 16 cm et larges de 8 cm, persistantes vert foncé et glacées sur leur face supérieure et plus pâles en dessous (Fig. 26). Les fleurs sont dioïques, petites fleurs mâles et femelles sur des pieds séparés, jaunes, groupées par 4 à 5 en petites ombelles. Le fruit est une petite baie ovoïde de 2 cm de longueur sur 1 cm de largeur, noire vernissée à maturité (ISERIN, 2001).

2.2.4.1.5. - Sauge (*Salvia officinalis* L., 1753)

La sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base, formant un buisson d'environ 50 cm de haut (Fig. 27). Les rameaux sont dressés et portent des feuilles épaisses, opposées et allongées, d'un vert grisâtre, feutrées de poils blancs. Les fleurs sont



Figure 23 - Menthe poivrée : *Mentha piperita* (Photographie originale)



Figure 24 - Ail : *Allium sativum* (Photographie originale)



Figure 25 - Lavande dentée : *Lavandula dentata* (Photographie originale)



Figure 26 – Laurier noble : *Laurus nobilis* (Photographie originale)



Figure 27 – Sauge : *Salvia officinalis* (Photographie originale)

d'un bleu-violacé et sont groupées au sommet de la tige. Les fleurs et les sommités fleuries dégagent une odeur camphrée très aromatiques qui s'adoucit au séchage (DEBUIGNE et COUPLAN, 2009).

2.2.4.1.6. - Origan (*Origanum glandulosum* L., 1753)

Origanum glandulosum est une plante vivace de 30 à 80 cm de hauteur, formant de belles touffes. Les tiges sont dressées, rougeâtres et portent des feuilles ovales et opposées (Fig. 28). Les fleurs sont petites, rosées à deux lèvres, mêlées de nombreuses bractées d'un rouge violacé (DEBUIGNE et COUPLAN, 2009).

2.2.4.1.7. - Ortie (*Urtica dioïca* L., 1753)

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, vigoureuse et à longue durée de vie. Sa taille peut atteindre plus d'un mètre. Les feuilles sont d'un vert frais, opposées, pétiolées, stipulées, ovées, dentées et velues sur les deux faces (Fig. 29). Les tiges sont plus ou moins raides, quadrangulaires et couvertes de poils urticants. L'effet irritant de l'ortie provient de ces derniers qui renferment de l'acide formique. Les fleurs sont petites, unisexuées, verdâtres et disposées en grappes pendantes aux axes des feuilles, dans la partie supérieure de la tige pour les femelles, et sous forme de chatons pour les mâles. La floraison est estivale, soit de la fin du mois de juin jusqu'au mois de septembre. Le système racinaire est composé de longs rhizomes qui permettent à l'ortie de se propager rapidement, jusqu'à devenir envahissante (DUFRESNE et OUELLET, 2009).

2.2.4.1.8. - Fougère (*Dryopteris filix-mas* Schott, 1834)

La fougère mâle est une plante cryptogame qui ne donne jamais de fleurs. Elle possède une tige souterraine qui est un rhizome noueux et écailleux dont la partie inférieure porte de petites racines noires. La partie supérieure de la tige porte un grand nombre de feuilles enroulées en crosse, qui s'étalent au fur et à mesure de leur développement (Fig. 30). Ces feuilles sont très découpées et portent sur chaque lobe deux rangées de sores laissant échapper à maturité une fine poussière brune qui est la semence (DEBUIGNE et COUPLAN, 2009).



Figure 28 – Origan : *Origanum glandulosum* (Photographie originale)



Figure 29 - Ortie : *Urtica dioïca* (Photographie originale)



Figure 30 - Fougère mâle *Dryopteris filix-mas* (Photographie originale)

2.2.4.1.9. - Insecticide de synthèse acetamipride (le mospilan 20sp)

L'insecticide employé présente les caractéristiques suivantes :

- Sa matière active est de l'acétamipride.
-Il a pour nom commercial celui de mospilan 20sp.
- L'acétamipride est homologué sous le numéro CH.98.795.819 en 1998.

C'est un aphicide systémique, rapidement absorbé par la plante. Il est utilisé dès l'apparition des premières infestations. Il s'applique en pulvérisation foliaire à la dose de 10 à 12,5g/hl contre les pucerons.

2.3. – Méthodologie utilisée sur le terrain

Les différentes méthodes employées pour le piégeage des pucerons ailés, l'échantillonnage des colonies de pucerons installées sur le feuillage des différentes espèces de plantes, ainsi que celui des ennemis naturels sont décrits dans cette partie.

2.3.1. - Méthodes d'échantillonnage des pucerons

Les méthodes utilisées pour le piégeage des pucerons ailés ainsi que pour le contrôle visuel des populations aptères sont exposées.

2.3.1.1. - Piégeage des pucerons ailés

La phase de vol chez les Aphidae a un rôle très important dans la dispersion des espèces, dans la recherche des plantes hôtes et dans la transmission des maladies virales (BOUCHERY, 1979). Afin de contrôler tous ces phénomènes, il faut procéder à un échantillonnage du milieu aérien en capturant les pucerons ailés qui se déplacent librement (RABASSE *et al.*, 1976). Selon ROBERT (1980), le système de piégeage à retenir doit pouvoir échantillonner quantitativement le milieu aérien, avec suffisamment de précision pour que la diversité écologique de l'Environnement soit suivie correctement, avec assez de fidélité pour que les résultats obtenus en un lieu et période donnés soient comparables et reproductibles si les conditions sont identiques. Dans la présente étude, il est opté pour le piégeage à l'aide de cuvettes jaunes afin de caractériser la fréquence et l'importance de l'activité de vol du plus grand nombre possible d'espèces de pucerons tout au long des deux

années d'étude 2008 et 2013. Dans chacune des 6 parcelles chaque année, 9 pièges circulaires de 30 cm de diamètre et de 10 cm de profondeur sont déposés (Fig. 31). Ces pièges sont remplis d'eau, aux deux tiers de leur hauteur et additionnée d'un agent mouillant. Ceci, afin de réduire la tension superficielle de l'eau et d'agir sur les téguments des insectes capturés. Les pièges sont installés par terre dans la parcelle de pomme de terre, à 30 cm au dessus du sol dans la parcelle de fève et à 70 cm du sol dans les parcelles d'agrumes. La collecte des échantillons est effectuée une fois par semaine et l'eau des pièges est renouvelée après chaque prélèvement. Les pucerons sont récupérés au pinceau, conservés dans l'alcool à 70° et rapportés au laboratoire pour les déterminer jusqu'à l'espèce sous une loupe binoculaire et les dénombrer.

2.3.1.2. - Contrôle visuel

L'utilisation des pièges jaunes doit être accompagnée d'autres méthodes telles que le contrôle visuel. Lors des sorties hebdomadaires effectuées au cours de la présente étude, l'échantillonnage est fait en utilisant la technique du contrôle visuel sur différentes cultures et sur des adventices. Ces observations sont menées sur des plantes basses et des arbres pris au hasard, à raison d'un échantillon pour chacun des 9 blocs. A chaque fois, tous les organes végétaux, bourgeons, fleurs et feuilles de la flore adventice sont examinés (Fig. 32). Il en est de même sur les arbustes pour les jeunes pousses et les fruits, en s'aidant d'une loupe de poche. Les pucerons infestant les différents organes sont prélevés délicatement à l'aide d'un pinceau et mis dans des tubes à essai remplis d'alcool éthylique à 70 °, portant une étiquette indiquant la date du prélèvement, le nom de la plante hôte et l'orientation des rameaux sur l'arbre. La mise en place d'un plateau sous la partie végétale colonisée permet de récupérer les Aphidae tombés par la suite des contacts avec le pinceau.

2.3.2. - Méthodes d'échantillonnage des ennemis naturels

La méthode employée pour l'échantillonnage des prédateurs, ainsi que celle utilisée pour l'échantillonnage des parasitoïdes sont présentées dans cette partie.

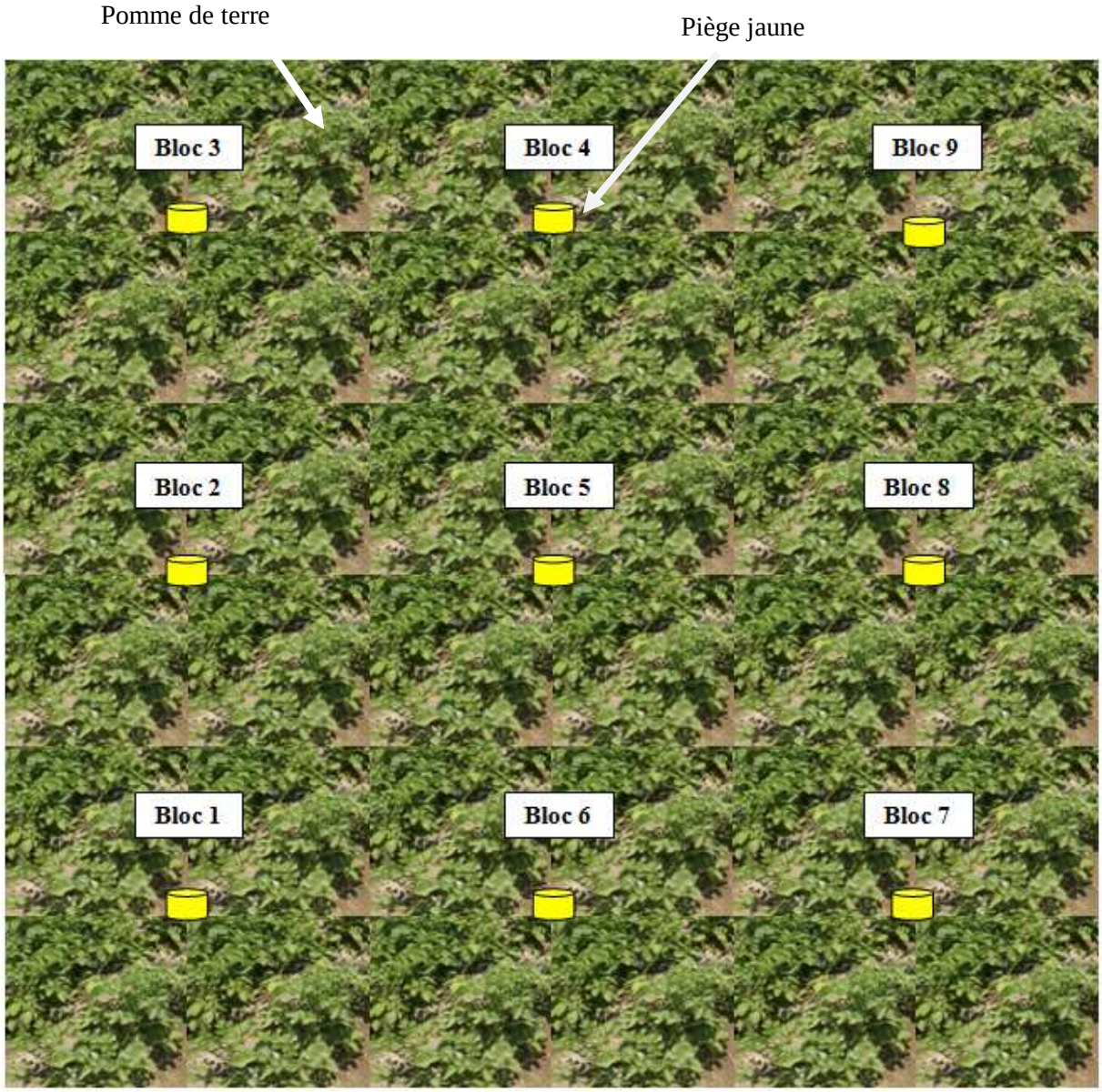


Figure 31 - Dispositif expérimental (Photographie originale)



Figure 32 - Position des pucerons sur les jeunes pousses (Photographies originales)

2.3.2.1. - Méthode d'échantillonnage des prédateurs

Les méthodes du contrôle visuel, du battage sur un parapluie japonais et du fauchage à l'aide d'un filet fauchoir utilisées pour l'échantillonnage des prédateurs sont exposées.

2.3.2.1.1. - Méthode du contrôle visuel

Le recensement des différents prédateurs de pucerons est effectué, une fois par semaine, sur les mêmes plants retenus pour le comptage des pucerons aptères (Fig. 33). L'inventaire des auxiliaires est effectué avant celui des pucerons, vu leur sensibilité aux perturbations externes. Il est fondé sur l'observation et le dénombrement visuel de ces derniers. Les adultes des coccinelles, des chrysopes et des syrphes sont comptés séparément.

2.3.2.1.2. - Méthode du battage sur un parapluie japonais

Le battage est une méthode simple permettant une estimation simultanée des populations de ravageurs et d'auxiliaires présents sur l'arbre ou sur les branches, qu'ils soient ailés ou pas (FAUVEL *et al.,* 1981). En effet, il est très difficile de capturer la microfaune à l'œil nu, et de ce fait, cette méthode convient parfaitement. Après la mise en place du parapluie japonais sous le feuillage, qui est constitué d'un tissu en drap blanc, de 1 mètre de coté maintenu par un cadre en bois, les branches sont ensuite vigoureusement frappées à l'aide d'un bâton et parfois à la main (Fig. 34). Les insectes tombent sur la toile qu'il faut rapidement ramasser afin d'éviter toutes pertes (KHELIL, 1995). Régulièrement 5 coups de bâton sont donnés par groupement de branches, selon les quatre points cardinaux soit environ 20 coups par arbre. Cet échantillonnage intervient à partir de mars jusqu'en octobre de chacune des deux années en 2008 et en 2013. Il est recommandé dans cette méthode d'éviter les jours de vents forts. Les récoltes sont ensuite placées dans des boites de Pétri. Au laboratoire le tri est effectué. Cette méthode permet de capturer tous les insectes présents sur les branches des arbres. L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait que son utilisation par temps de pluie ou de vent est pratiquement impossible et que le battage fait tomber les inflorescences et parfois même les fruits.

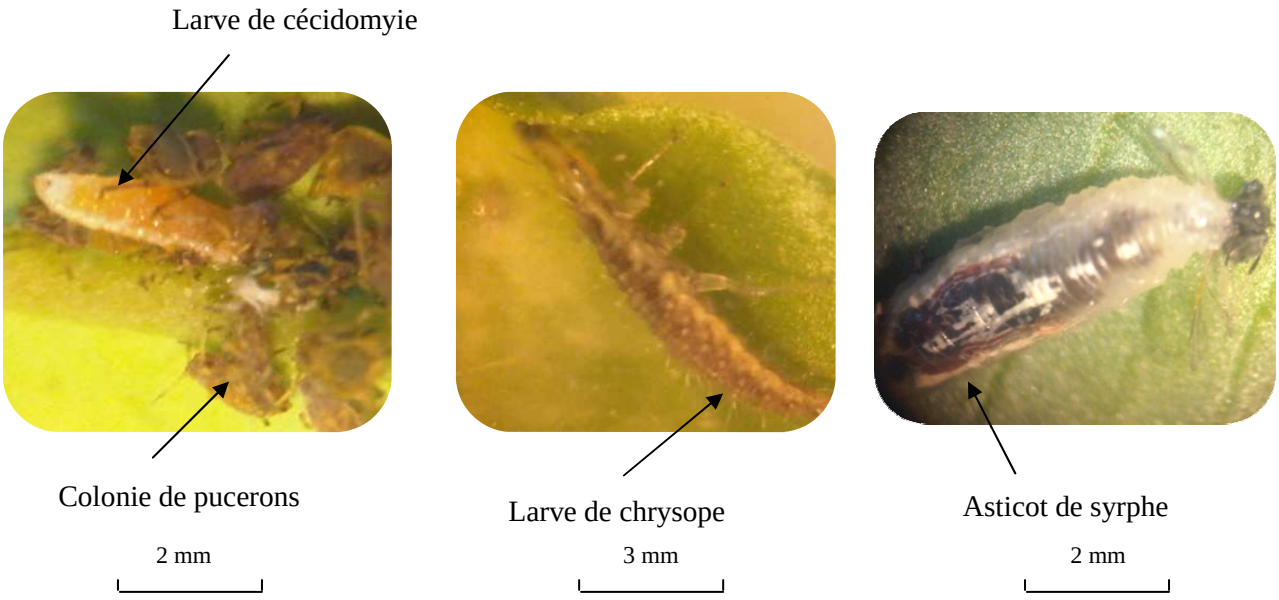


Figure 33 - Larves des principaux prédateurs (Photographies originales)



Figure 34 - Mise en place du parapluie japonais (Photographie originale)

2.3.2.1.3. - Méthode du fauchage à l'aide d'un filet fauchoir

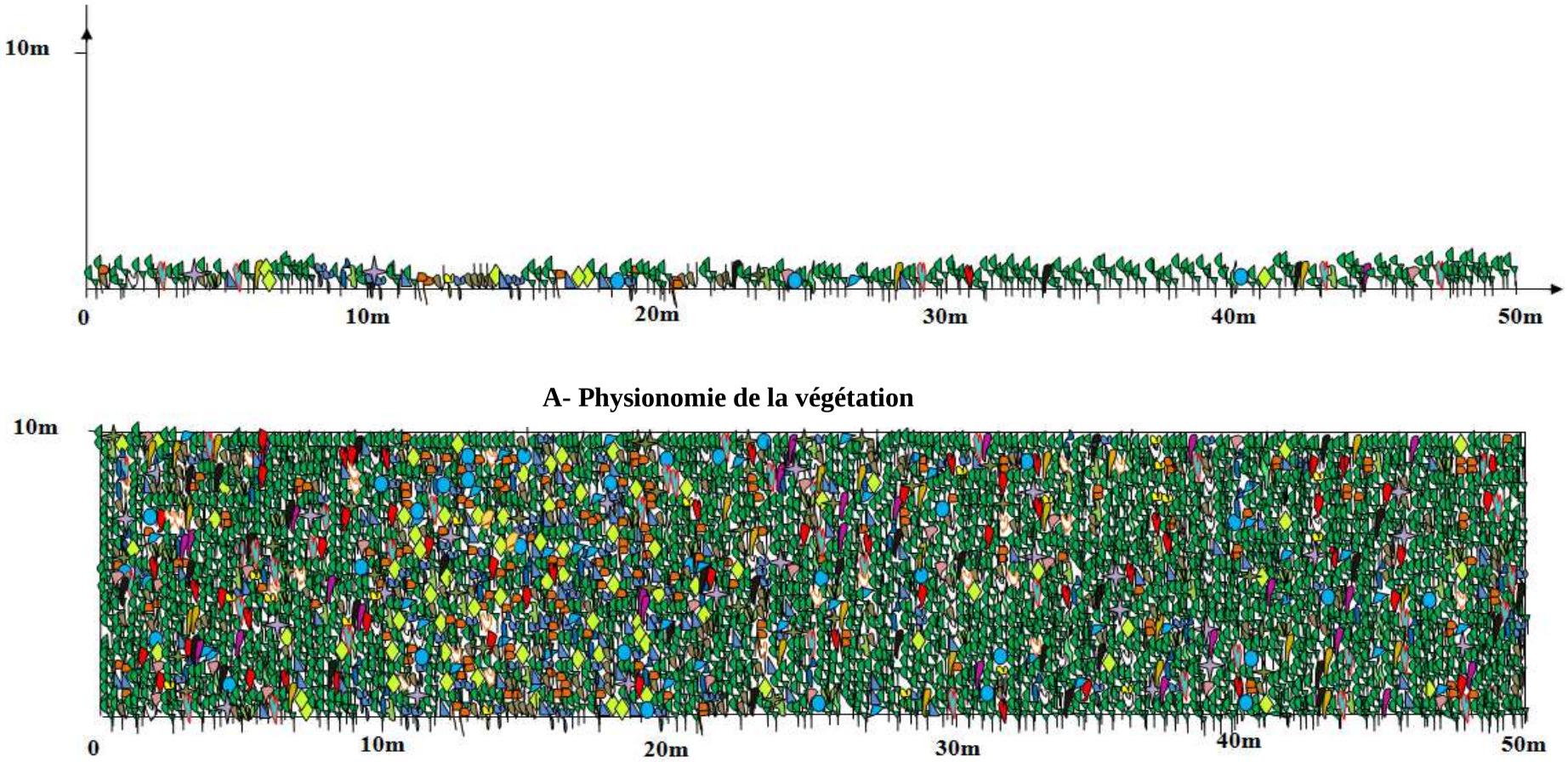
La méthode du fauchage dans la végétation est une chasse qualifiée d'au hasard. Elle a pour but de déloger les insectes présents sur les végétaux. Le filet fauchoir permet de collecter une entomofaune extrêmement abondante. Il est composé d'un manchon en métal léger de 80 cm de long et portant à son extrémité un cercle en fil de fer sur lequel est attachée une poche en tissu léger de 30 cm de diamètre et de 50 cm de profondeur. D'après BENKHELIL (1991) les filets doivent être aussi légers que possible pour offrir le moins de résistance à l'air et être aussi solides et durables. Cette méthode consiste à frapper la base des plantes en faisant décrire au filet fauchoir des mouvements de va-et-vient proches de l'horizontal, tout en maintenant le plan perpendiculaire au sol, avec des coups très rapides. A chaque sortie dans la même parcelle, l'opération compte 10 coups répétés 3 fois. Les insectes surpris par le choc tombent dans la poche. Les mouvements sont pratiqués sur l'ensemble des plantes situées autour de 1 m^2 de la plante où sont récoltés les pucerons aptères. Les insectes recueillis sont mis dans des boites de Pétri, sur lesquelles des indications de date et du lieu de capture sont écrites.

2.3.2.2. - Méthode d'échantillonnage des parasitoïdes

Pour le cas des parasitoïdes, le nombre de momies sur les feuilles où sont échantillonnés les pucerons aptères, est compté lors de chaque sortie. Après le décompte, les pucerons momifiés sont recueillis et mis dans des boites de Pétri étiquetées accompagnés de renseignements portant sur la date et le lieu d'échantillonnage.

2.3.3. - Inventaire floristique

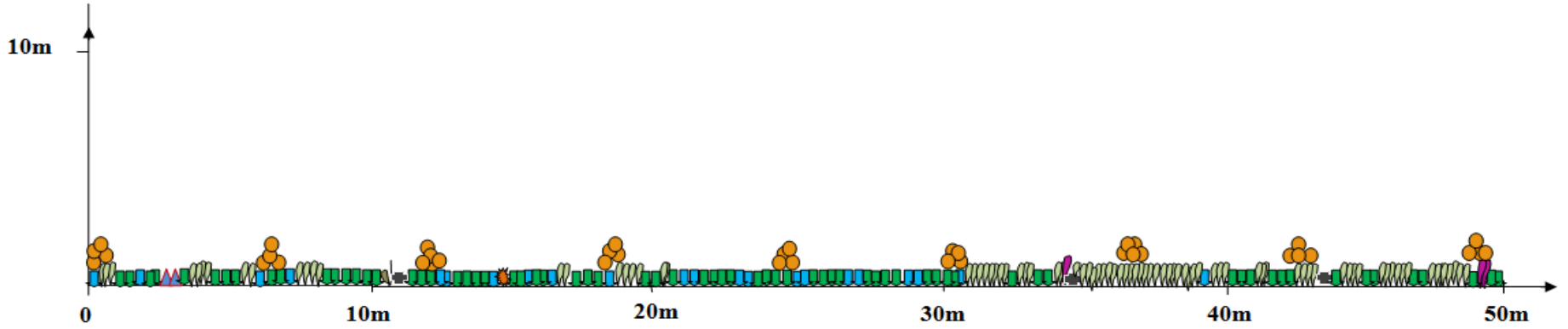
TILMAN (1997) souligne que l'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasitoïdes. Pour connaître la flore adventice qui règne dans les trois stations d'étude, au niveau de chaque station un inventaire floristique est fait (Fig. 35, 36, 37). Les plantes adventices récoltées sont mises entre les feuilles d'un journal qui vont absorber l'humidité. Les éléments de l'herbier sont par la suite séchés au laboratoire (Fig. 38).



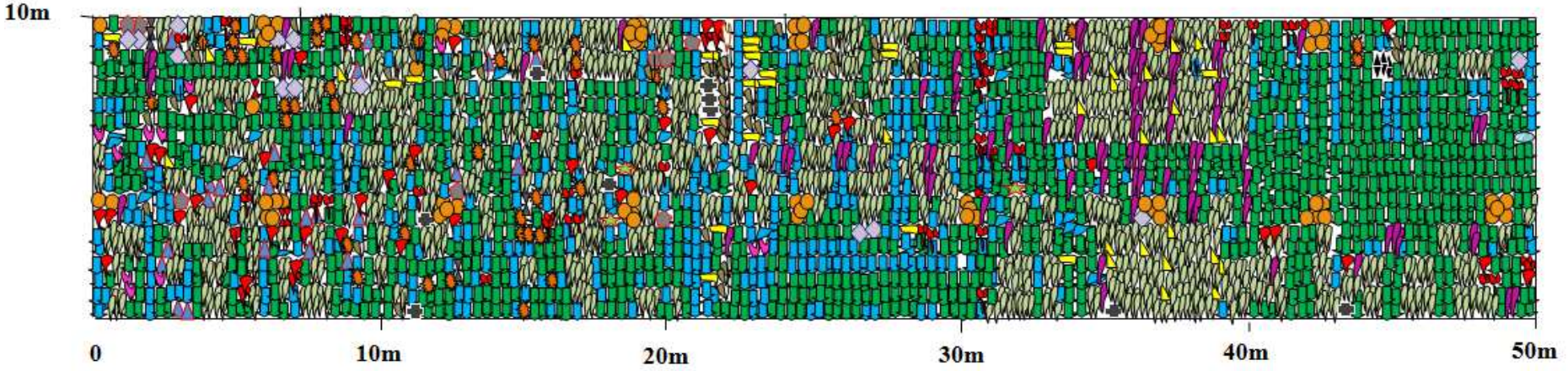
A- Physionomie de la végétation

B- Structure de la végétation

Figure 35 - Transect végétal de la parcelle de fève



A- Physionomie de la végétation



B- Structure de la végétation

Arum italicum; *Oranger ;* *Andryala integrifolia;* *Sorghone* sp; *Tamus communis;* *Convolvulus arvensis;* *Cyperus moturdus ;*
Erigerron sp ; *Sonchus oleraceus;* *Malva sylvestris ;* *Funaria agraria ;* *Crepis echioides ;* *Vicia sativa ;* *Chenopodium album ;*
Veronica arvensis ; *Morus nigra ;* *Vitis* sp. ; Crucifère ; *Aster squamatus ;* *Rumex* sp. ; *Oxalis* sp. ; *Anagalis arvensis ;*
Ficus carica ; *Silybum marianum;*

Figure 36 - Transect végétal du verger de *Citrus sinensis*

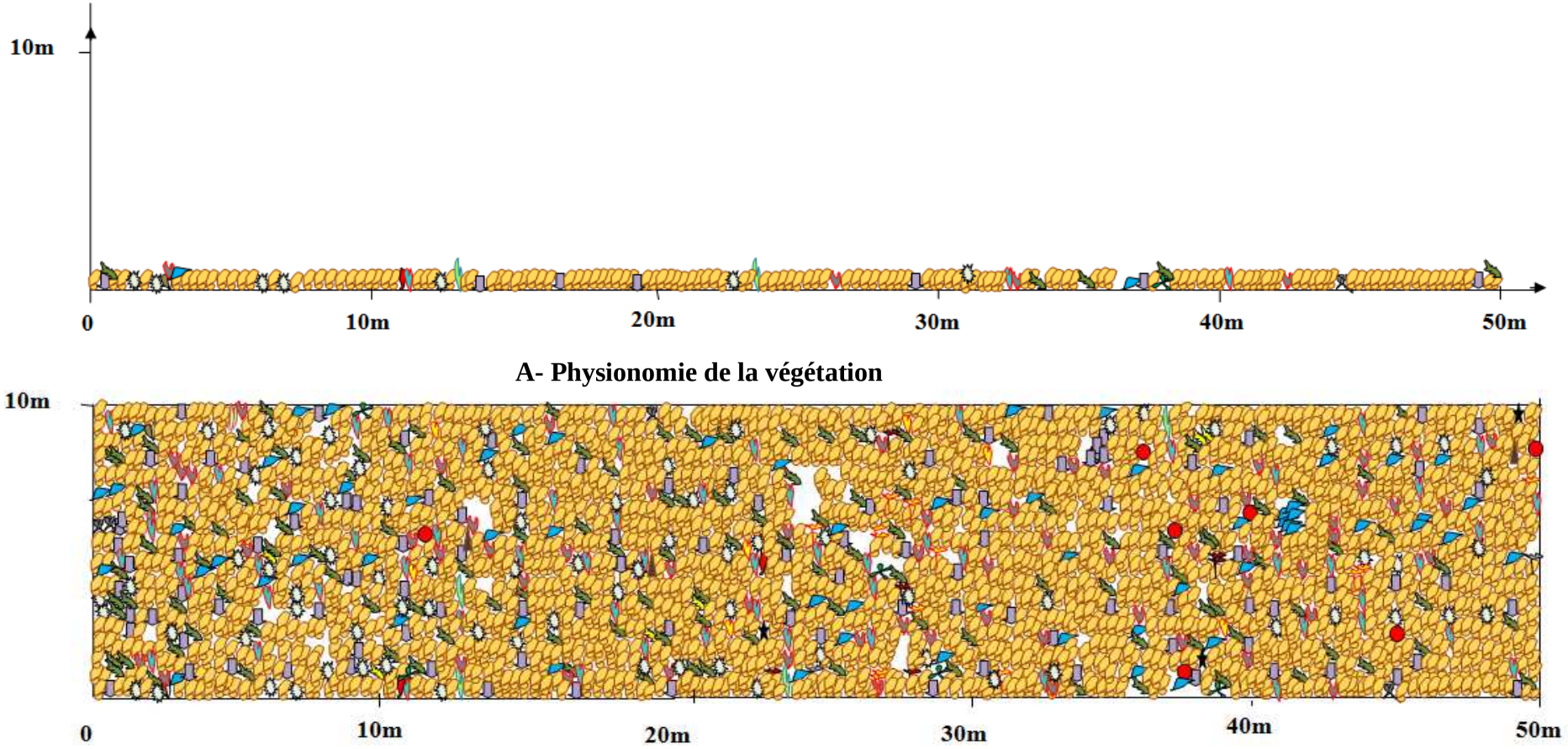


Figure 37 - Transect végétal de la parcelle de pomme de terre

2.4. – Méthodologie employée au laboratoire

Les méthodes utilisées au laboratoire pour l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels, pour l'étude de la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages, ainsi que la méthode employée pour l'étude de l'effet bioinsecticide d'extraits végétaux sur *Aphis fabae* sont présentées**.**

2.4.1. – Méthodes utilisées pour les pucerons et leurs ennemis naturels

Le triage des pucerons capturés par piégeage, le dénombrement des pucerons aptères, leur identification ainsi que celle de leurs ennemis naturels sont développés.

2.4.1.1. - Triage des pucerons capturés par piégeage

Un second tri est effectué au laboratoire. Après avoir versé le contenu du tube à essai dans une boite de Pétri, il est procédé à la séparation des ailés pour chacune des espèces. La détermination des différentes espèces de pucerons se fait soit directement par observation sous la loupe binoculaire pour les espèces communes, soit à l'aide du microscope optique, après montage entre lame et lamelle, pour les espèces plus difficiles à identifier.

2.4.1.2. - Dénombrement des pucerons aptères

Il est à rappeler que l'identification des pucerons est réalisée grâce à une loupe binoculaire, puis la séparation des individus intervient selon leurs stades de développement (Fig. 39). Les larves des premiers et deuxièmes stades (L1, L2) sont regroupées. Celles de troisième et de quatrième stade, soit les futurs adultes aptères (L3, L4), les futurs adultes ailés (N3, N4) ainsi que les adultes (aptères et ailés) sont pris en considération. Chaque groupe est ensuite compté.

2.4.1.3. - Identification des pucerons

L'identification des pucerons passe par deux étapes importantes. La première est un montage et la seconde la reconnaissance proprement dite.



Figure 38 - Méthodes de séchage au laboratoire des plantes adventices (Photographie originale)

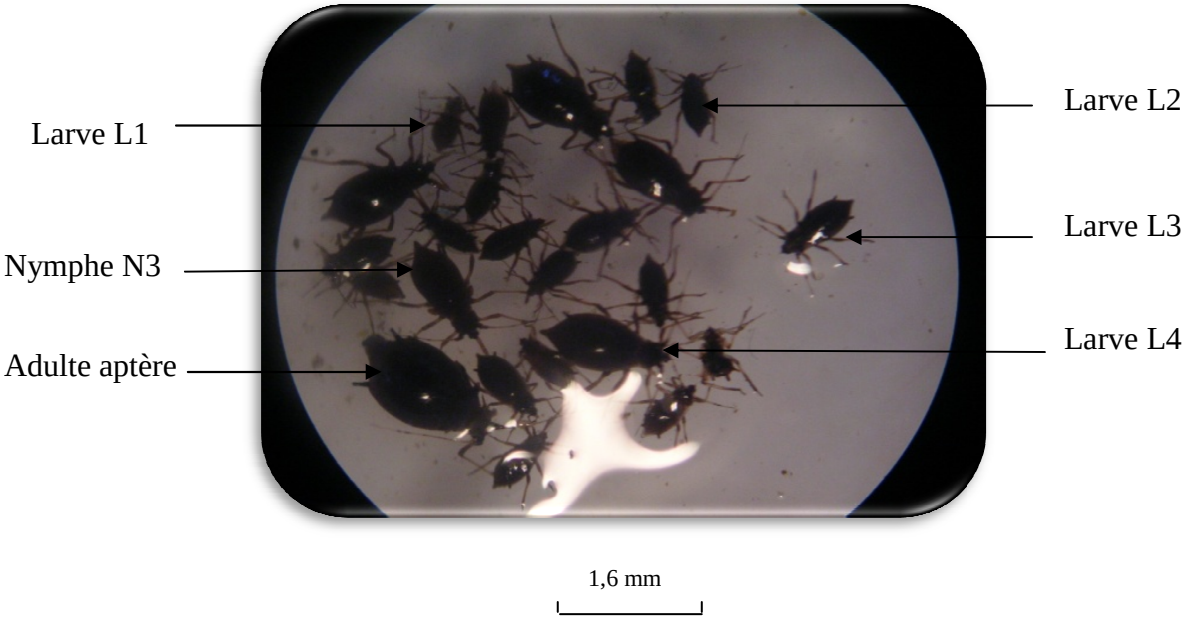


Figure 39 - Dénombrement des pucerons aptères sous la loupe binoculaire (Photographie originale)

2.4.1.3.1. - Montage des pucerons

La technique de préparation des pucerons utilisée est similaire à celle citée par LECLANT (1978) et par JACKY et BOUCHERY (1982). Celle-ci comprend les manipulations suivantes:

* L'incision du puceron : à l'aide d'une épingle entomologique, il est pratiqué une incision sur la face ventrale du puceron entre le quatrième et le sixième sternite abdominal.

* Le dégraissage du puceron : afin d'extraire toutes les réserves lipidiques, le puceron est plongé dans une solution chaude d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 % et y demeure pendant un temps variable en fonction notamment de sa taille et de sa forme aptère ou ailée, généralement entre 3 et 6 minutes.

* Le nettoyage du puceron : dans le but de se débarrasser de toute trace de potasse, le puceron est mis dans deux bains successifs d'eau distillée chaude non bouillante, durant 2 ou 3 minutes.

* L'éclaircissage du puceron : pour mettre en évidence certains détails auparavant non éclaircis, le puceron est baigné dans une solution de Chloral Phénol hydraté pendant 24 heures.

* Le montage du puceron : le montage est réalisé dans le liquide de Faure ou de Berlèse, préalablement préparé dans les proportions suivantes : 120 ml d'eau distillée, 20 ml d'acide acétique, 20 ml de glucose en solution aqueuse à 5%, 40 g de gomme arabique et 80 g d'hydrate de Chloral. Une goutte de ce milieu de montage est déposée sur la lame, puis à l'aide d'une pince fine, le puceron est prélevé et étalé.

Ainsi l'Aphidae est déposé sur sa face ventrale (face dorsale vers le haut), avec les antennes dirigées vers l'avant, le stylet buccal, la cauda et les cornicules vers l'arrière, les ailes étalées latéralement sur les côtés, les pattes antérieures vers le haut et les médianes et les postérieures vers le bas. La lame doit porter une étiquette sur laquelle, la date de prélèvement de l'espèce, le lieu de récolte, le nom de la plante hôte et l'appellation de l'espèce de puceron sont mentionnés.

* Le séchage du puceron : après les montages, les lames sont installées horizontalement dans une étuve réglée à une température voisine de 30 °C pendant 15 jours (Fig. 40).



Incision du puceron sous loupe binoculaire

Solution chaude de KOH à 10% (3 à 6 min.)

Deux bains d'eau distillée 2 à 3 min. chacun

Solution de chloral phénol hydratée

Montage du puceron dans une goutte de liquide de Faure

Séchage du puceron

Observation sous microscope photonique

Figure 40 - Technique de montage des pucerons (Photographies originales)

2.4.1.3.2. - Reconnaissance des pucerons

L'identification des pucerons est réalisée au niveau taxonomique de l'espèce, grâce à des clés d'identification reposant sur les critères morphologiques, comme celles de STROYAN (1961), LECLANT (1978), JACKY et BOUCHERY (1982), PATTI (1983), REMAUDIERE et AUTRIQUE (1984), AUTRIQUE et NTAHIMPERA (1994) et HULLE *et al*. (1998, 1999).

Les critères de différenciation des genres et des espèces de pucerons portent le plus souvent sur les caractères suivants :

- la forme, la couleur et la longueur du corps,
- la forme et la longueur des antennes ainsi que le nombre d'articles antennaires,
- le nombre de sensorias primaires et secondaires sur les antennes,
- la forme du front et des tubercules frontaux,
- la longueur du processus terminal,
- la forme, la couleur et la longueur des cornicules,
- la pigmentation et l'ornementation de l'abdomen,
- la forme, la couleur et la longueur de la cauda ainsi que le nombre de soies caudales,
- la nervation des ailes spécialement la nervure médiane et la bifurcation,
- la couleur et la longueur du tibia et du fémur,

L'identification des espèces de pucerons capturés est réalisée au niveau du laboratoire d'Entomologie de la faculté des sciences biologiques et agronomiques de Tizi-Ouzou.

2.4.1.4. - Identification des ennemis naturels

Les larves des espèces prédatrices sont mises en élevage dans des boîtes en matière plastique en présence de pucerons. Les nymphes et les pupes sont récupérées et maintenues dans des récipients jusqu'à la sortie des adultes qui sont plus faciles à déterminer.

En compagnie des parasitoïdes, du coton imbibé d'eau, est placé dans chaque boite de Pétri pour assurer une humidité suffisante, qui permettra les émergences des adultes de ces auxiliaires (Fig. 41). Après la mue imaginale, chaque individu apparu est conservé seul dans un tube à essai contenant de l'alcool à 70 ° jusqu'à son identification.

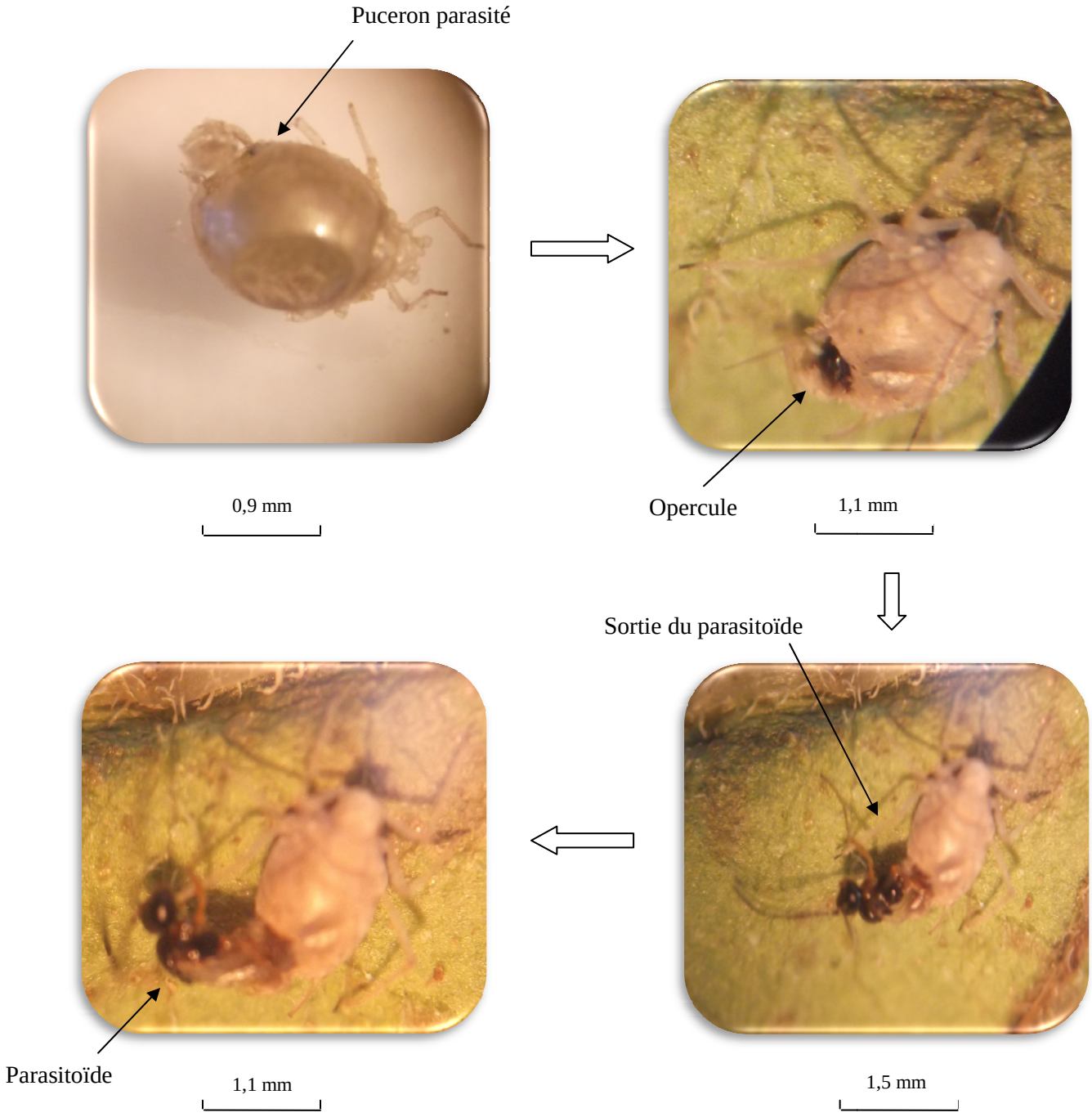


Figure 41 – Etapes de la sortie du parasitoïde (Photographies originales)

2.4.2. – Méthode utilisée pour l'étude de la biologie de deux coccinelles aphidiphages

Dans cette partie la méthode utilisée pour l'élevage des coccinelles, la détermination de la durée d'incubation, de la fertilité, l'étude de l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement, la détermination de la quantité de nourriture nécessaire pour induire la ponte, ainsi que l'étude du cannibalisme des larves L4 et des adultes vis-à-vis de leurs propres œufs sont tour à tour présentées.

2.4.2.1. - Elevage des coccinelles

Le matériel biologique pour l'élevage est constitué de deux espèces de coccinelle, *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* et *Coccinella algerica*. Les individus de la première espèce proviennent d'une exploitation privée située dans la région de Draâ Ben Khedda (Grande Kabylie). Quant à la deuxième espèce, elle est récoltée dans une ferme privée de la région des Ouadhias (Grande Kabylie). Les deux espèces de coccinelles sont recueillies au début du mois d'avril 2013. Les coccinelles sont mises dans une boite en matière plastique de 16 X 12 cm, munies d'une ouverture recouverte à l'aide d'un tissu de moustiquaire blanche à mailles fines pour leur assurer une bonne aération (Fig. 42). Du papier plissé en accordéon est installé dans la boîte d'élevage pour augmenter la surface de ponte. De plus des fragments de tiges et de feuilles de fève (*Vicia faba* L.) sont placés pour augmenter la durée de vie des pucerons. Les adultes de coccinelles sont nourris chaque jour afin d'éviter le cannibalisme. L'élevage est réalisé dans les conditions du laboratoire. Au préalable, les boîtes sont nettoyées pour empêcher la formation éventuelle de moisissures en raison de l'excès d'humidité. Les œufs déposés sont mis dans des boites de Pétri jusqu'à l'éclosion. Parfois les femelles pondent sur la paroi même des boites. La récolte des œufs dans ce cas se fait délicatement grâce à un pinceau humidifié du fait de leur fragilité. Après éclosion, les larves sont prélevées à l'aide d'un pinceau souple et sont mises dans des boites de pétri où elles sont nourries au jour le jour à l'aide de pucerons.

2.4.2.2. - Détermination de la durée d'incubation et de la fertilité

La durée d'incubation des œufs est la durée de leur développement depuis la ponte jusqu'à l'éclosion. La fertilité est le pourcentage des œufs qui éclosent par rapport à l'ensemble des œufs mis en observation (Fig. 43). Cette étude consiste en un suivi des

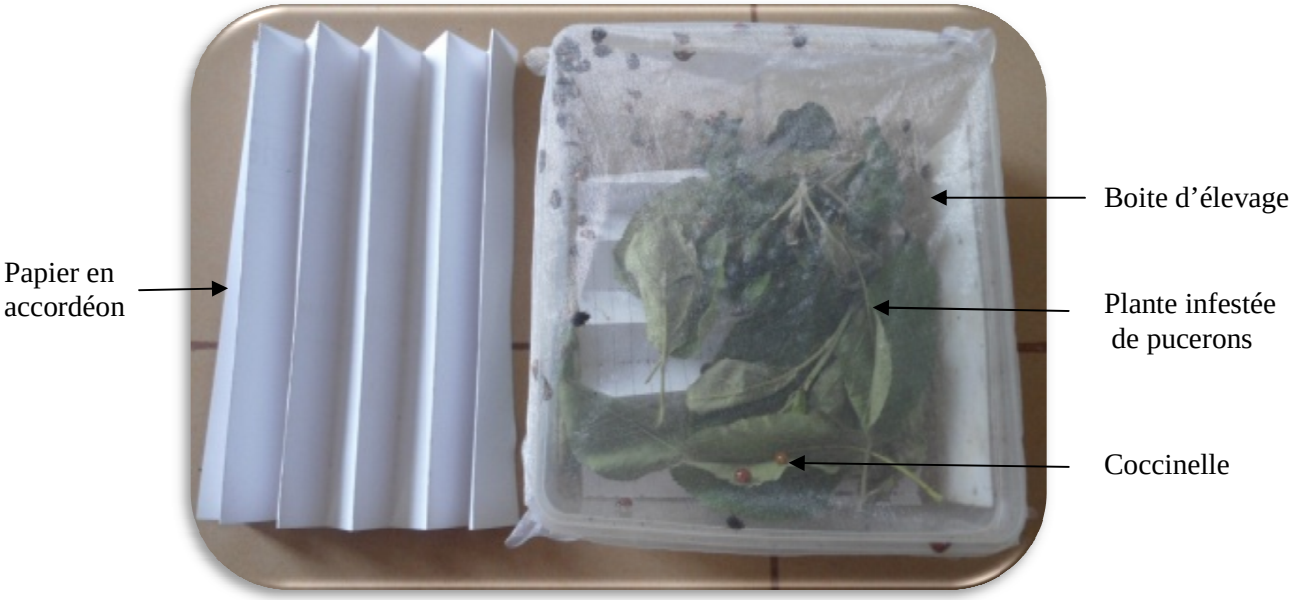


Figure 42 - Boite d'élevage de masse des coccinelles (Photographie originale)

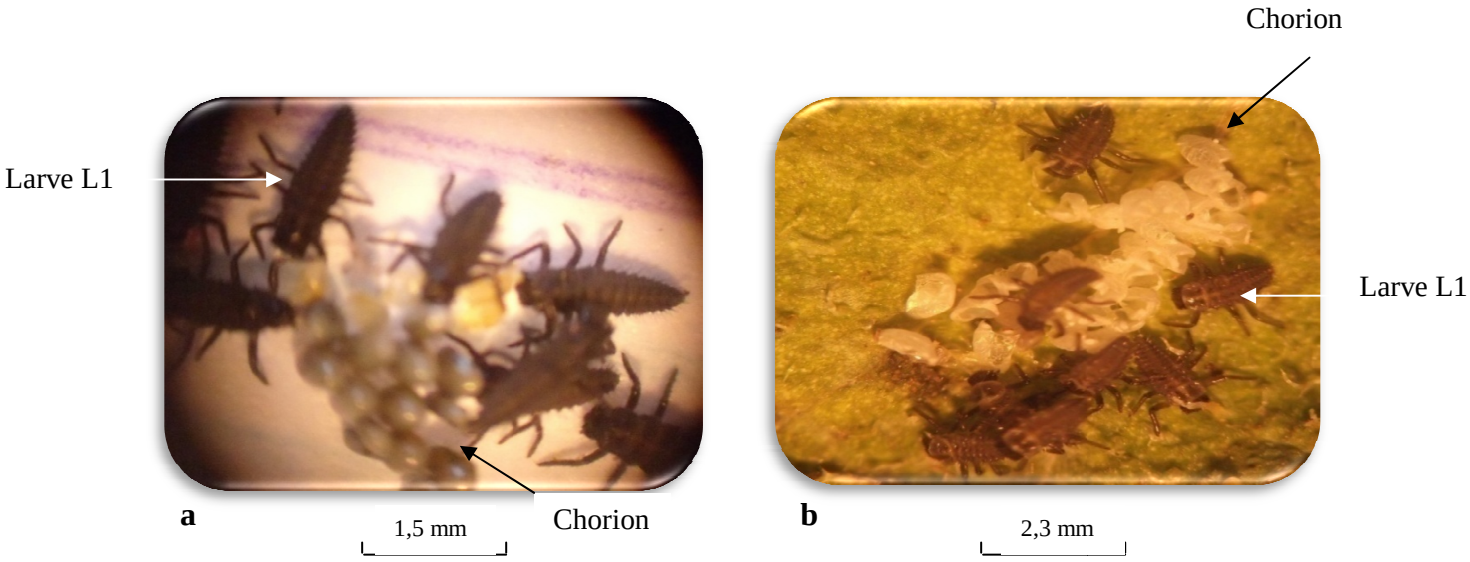


Figure 43 - Eclosion des œufs *d'Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (a) et de *Coccinella algerica* (b) (Photographies originales)

œufs pondus par chacune des femelles des deux espèces de coccinelles, provenant de l'élevage de masse. Chaque couple est mis dans une boite numérotée en présence d'une abondante nourriture constituée de pucerons et de papier plissé en accordéon pour la récupération des pontes. Pour éviter d'abîmer ces dernières, le papier est découpé pour récupérer ensuite les œufs qui sont comptés et déposés dans des boites de Pétri sur lesquelles sont inscrits les informations sur la date de ponte, sur le nombre des œufs déposés, sur la date des éclosions et sur le nombre d'œufs éclos. Les températures minimales, maximales et moyennes sont également relevées, ainsi que l'humidité.

2.4.2.3. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement

L'objectif est de montrer l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée du cycle de développement des coccinelles. Après l'éclosion des œufs, 90 larves du premier stade de chaque coccinelle sont mises individuellement dans des boîtes en matière plastique de 12 X 10 cm de diamètre. Trois espèces de pucerons sont mises à leur disposition, celles d'*Aphis fabae*, récupérée sur *Vicia faba, Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola*, recueillies sur *Citrus.* Ainsi 30 larves de coccinelles sont nourries avec chacune des trois espèces de pucerons (Fig. 44). Chaque jour, l'apparition éventuelle d'une mue indiquant le changement du stade larvaire est notée (Fig. 45).

2.4.2.4. - Détermination de la quantité de nourriture nécessaire à la ponte

L'objectif de l'étude est de déterminer la quantité nécessaire de nourriture qui permet à la coccinelle de pondre. Pour cela, les imagos provenant de l'élevage de masse obtenus à partir des nymphes, après leur émergence, sont sexés, puis séparés en couples. Ensuite, dans chaque boite de Pétri, une femelle une fois accouplée est placée en présence d'une cinquantaine de pucerons d'*Aphis fabae* pesant en moyenne 28,4 mg. La pesée est faite grâce à une balance de précision à $1/10^{ème}$ de milligramme (Fig. 46). L'essai est effectué séparément pour 30 couples de chacune des 2 espèces de coccinelles et les observations se font toutes les 24 heures en pesant les pucerons non ingérés. Ainsi la quantité consommée par chaque femelle est déduite par une simple soustraction (poids des pucerons non ingérés soustrait du poids initial). L'essai se poursuit jusqu'à la ponte de la coccinelle. L'observation des pontes se fait à l'œil nu d'une façon journalière, alors que le comptage des œufs est effectué sous la loupe binoculaire.

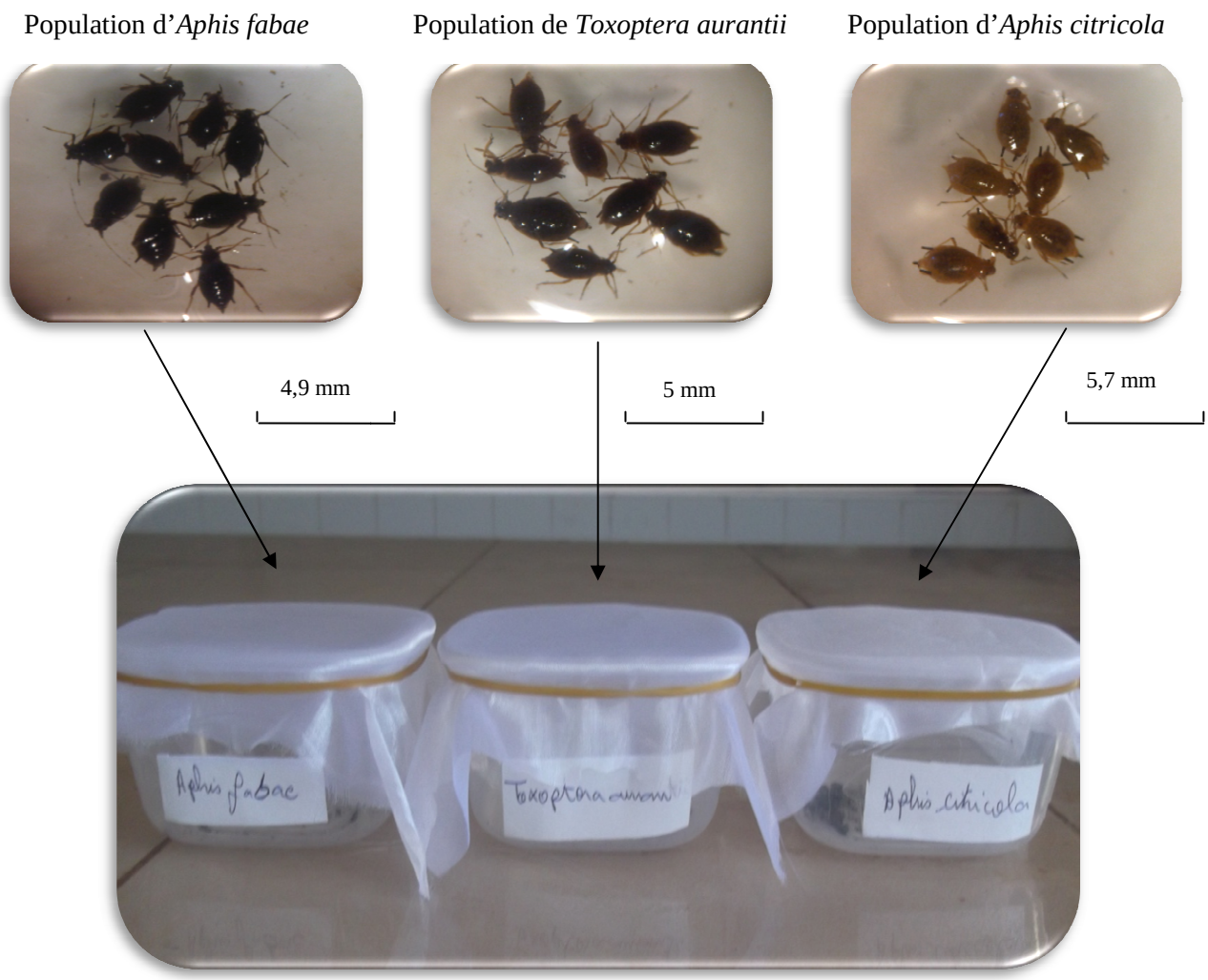


Figure 44 - Alimentation des coccinelles avec trois espèces de pucerons (Photographies originales)

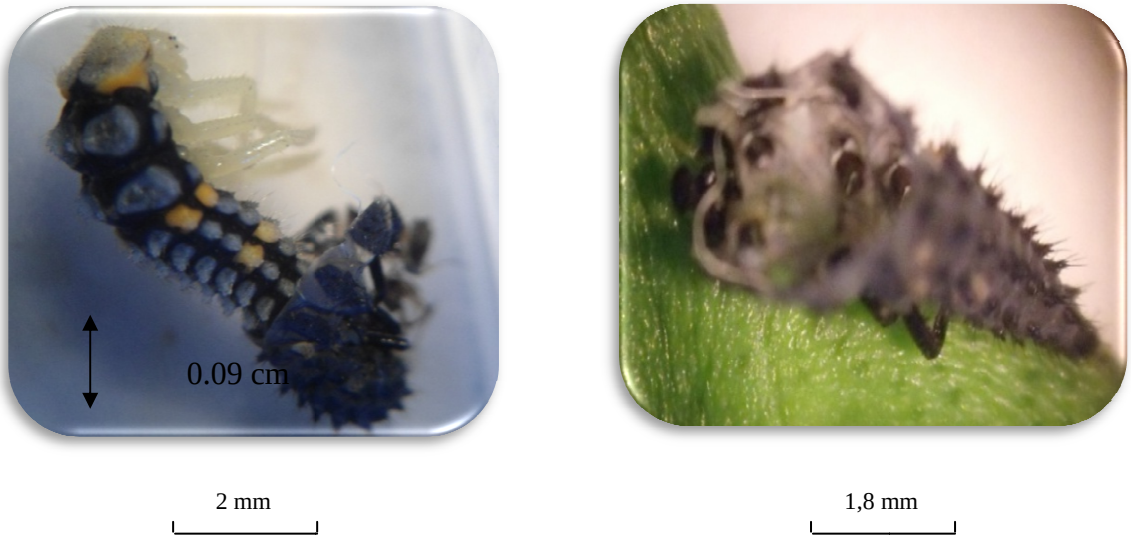


Figure 45 - Mue indiquant le changement du stade larvaire (à gauche), exuvie (à droite) (Photographies originales)



Figure 46 - Pesée des individus d'*Aphis fabae* nécessaires à la ponte de la coccinelle (Photographie originale)

2.4.2.5. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes vis-à-vis des œufs de la même espèce

Les larves des deux espèces de coccinelles sont toujours prélevées de l'élevage de masse. La méthode de travail consiste à isoler dans des boites de Pétri des L3. Celles-ci sont nourries en excès jusqu'à leur passage au stade L4. Ces dernières sont alimentées pendant 24 heures avant d'être mises à jeun pendant 3 heures. Puis une ponte est présentée à chaque larve. L'observation est faite dès le dépôt des œufs à proximité des larves affamées sous la loupe binoculaire. En effet, le comportement des larves est suivi dés que celles-ci se retrouvent au contact avec les œufs. Le comptage porte sur le nombre d'œufs consommés par chaque larve. Le même principe est retenu pour l'étude du cannibalisme chez les adultes. Cette expérience s'est déroulée dans les conditions ambiantes du laboratoire, à raison de 30 répétitions par espèce, pour les larves L4 d'une part et pour les adultes d'autre part.

2.4.3. – Méthode utilisée pour l'étude de l'effet bioinsecticide d'extraits végétaux sur *Aphis fabae*

Le dispositif expérimental est expliqué ci-après, ainsi que les méthodes sur l'obtention des extraits végétaux, sur l'infestation des plants de fève, sur la préparation des doses, sur l'application du traitement et sur le dénombrement de la population aphidienne sont exposées.

2.4.3.1. – Dispositif expérimental

Il est composé de 210 pots divisés en 10 lots, 25 pots pour chaque extrait, 5 pots sont traités avec le produit chimique et 5 pots laissés comme témoins. Pour les extraits végétaux, chaque lot est scindé en 5 blocs aléatoires, dont chacun correspond à une dose avec 5 répétitions pour chaque dose.

2.4.3.2. – Méthode d'obtention des extraits végétaux

Au total, 100 g. de feuilles des différentes espèces de plantes sont broyés et écrasés dans un mortier. Ensuite, une pâte est récupérée pour être mise sur un tissu perméable afin de

la presser et recueillir les extraits bruts. Ces derniers sont passés dans une passoire et versés dans des flacons (Fig. 47).

2.4.3.3. – Méthode d'infestation des plants de fève

L'infestation est réalisée au niveau du laboratoire grâce aux populations du puceron *Aphis fabae* vivant sur les plants de fève déjà infestés. A l'aide d'un pinceau des exemplaires de cette espèce d'Aphidae sont mis avec soin sur les jeunes plants de fève sains à raison de 30 pucerons par pied (Fig. 48).

2.4.3.4. – Préparation des doses

Ainsi 5 doses dont la concentration varie en fonction de la dilution de la solution mère dans l'eau distillée sont employées.

- La dose D_0 correspond à la dose témoin 10 ml d'eau distillée.
- La dose D_1 se compose de 1 ml d'extrait de plante et 9 ml d'eau distillée.
- La dose D_2 renferme 2 ml d'extrait de plante pour 8 ml d'eau distillée.
- La dose D_3 contient 3 ml d'extrait de plante et 7 ml d'eau distillée.
- La dose D_4 correspond à 4 ml d'extrait de plante et à 6 ml d'eau distillée.
- La dose D_5 se compose de 5 ml de l'extrait de plante et 5 ml d'eau distillée.

2.4.3.5. – Application du traitement

Le traitement intervient le 10 mai 2013, dans les conditions ambiantes du laboratoire, par pulvérisation de chacune des 6 doses préconisées, sur les colonies d'*Aphis fabae.*

2.4.3.6. - Dénombrement de la population aphidienne

Le dénombrement de la population d'*Aphis fabae* après le traitement est effectué au laboratoire à l'aide d'une loupe manuelle. Deux observations sont faites pour 6 extraits végétaux, la première le 13 mai et la deuxième le 16 mai 2013. Une troisième observation est effectuée le 19 mai 2013 pour les lots traités avec les extraits de laurier noble, de sauge et d'origan. A chaque fois le nombre de morts et de vivants sont comptés (Fig. 48).

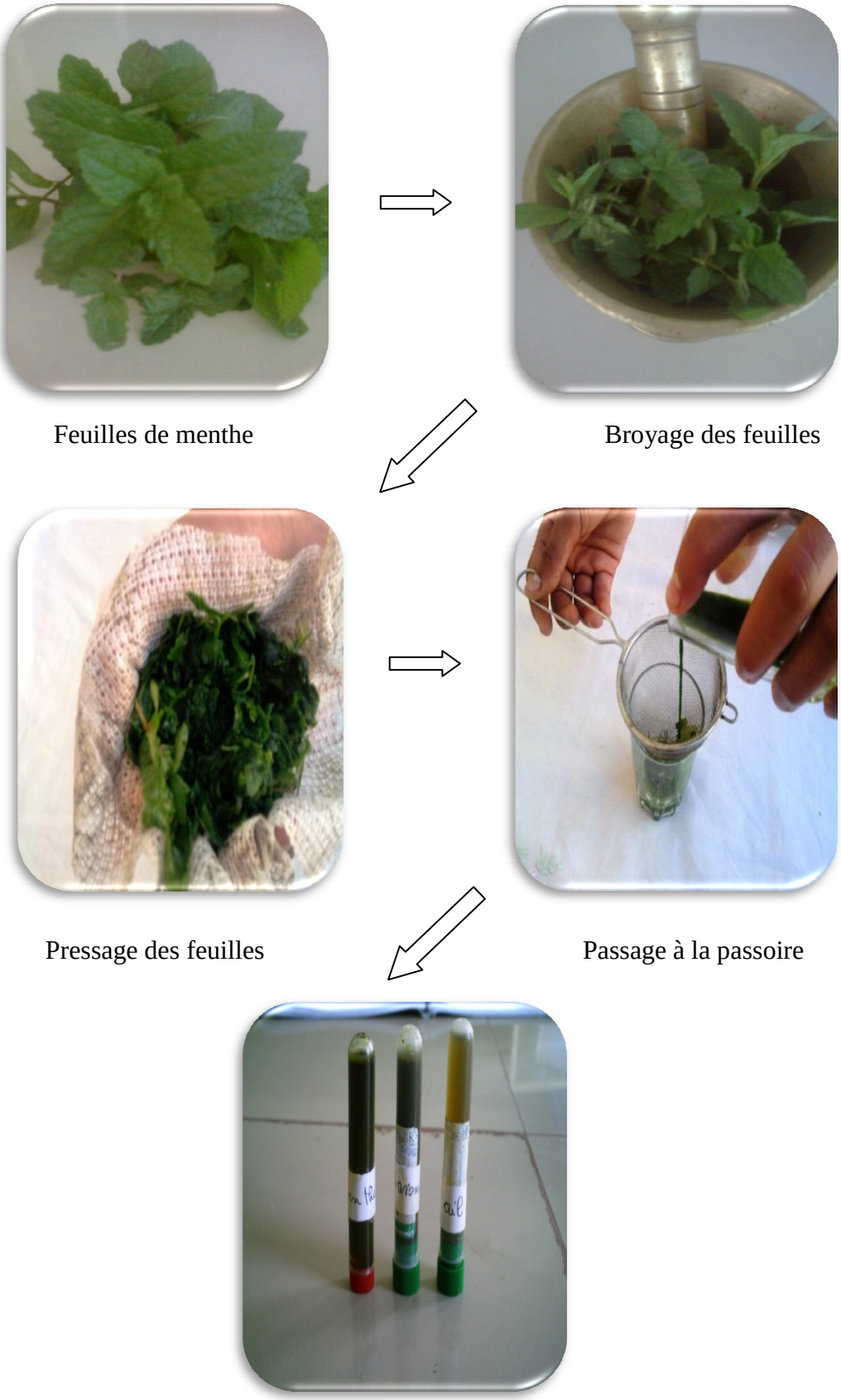


Figure 47 - Méthode d'obtention des extraits végétaux (Photographies originales)

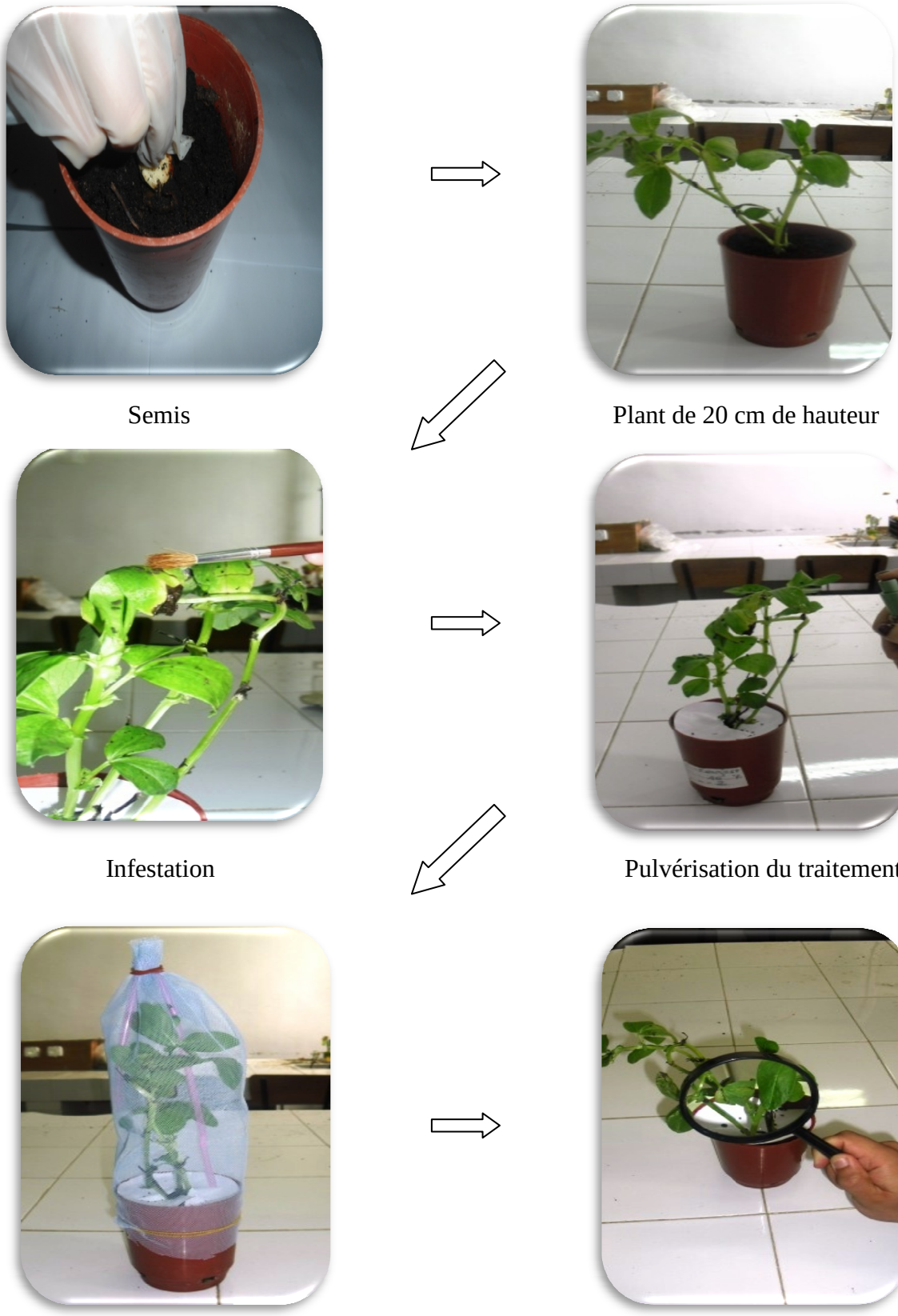


Figure 48 - Méthode d'infestation des plants de fève et de traitement (Photographies originales)

2.5. – Techniques d'exploitation des résultats

L'exploitation des résultats repose sur la qualité d'échantillonnage, les indices écologiques de composition et de structure, l'analyse factorielle des correspondances, l'analyse de la variance, le test de Newman et Keuls, la droite de régression linéaire, le test de Kruskall-Wallis et le calcul du degré d'efficacité.

2.5.1. – Test sur les espèces par la 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 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 de pucerons et de prédateurs vues une seule fois au cours de tous les relevés dans la station au cours de toute la période prise en considération.
N : Nombre total de relevés

2.5.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les indices écologiques qui retiennent l'attention pour l'exploitation des résultats sont de deux types, d'abord les indices écologiques de composition puis les indices écologiques de structure.

2.5.2.1. – Traitement des résultats par des indices écologique de composition

Les indices écologiques de composition utilisés pour l'exploitation des résultats sont la richesse totale, les abondances relatives et les fréquences d'occurrence.

2.5.2.1.1. - Richesse totale S

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (RAMADE, 1984). La richesse spécifique d'un peuplement (S) est le nombre des espèces qui le constituent (BARBAULT, 2008). Elle est obtenue à partir du nombre total de relevés (RAMADE, 1984).

2.5.2.1.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives

La fréquence centésimale ou abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) prise en considération par rapport au nombre total des individus (N) toutes espèces confondues (DAJOZ, 1971). Cette fréquence est donnée par l'équation suivante :

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

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

N est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

D'après DAJOZ (2010), l'abondance des insectes est liée à la fécondité élevée de beaucoup d'espèces. Elle est aussi liée à leur aptitude à coloniser les milieux.

2.5.2.1.3. - Fréquences d'occurrence et classes de constance

La fréquence d'occurrence (F.O. %) est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés (DAJOZ, 1982).

$$F.O.\ \% = P \times 100 / P'$$

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

P' est le nombre total de relevés effectués.

La constance c est l'interprétation des valeurs exprimées en pourcentage de la fréquence d'occurrence. Dans la présente étude, les fréquences d'occurrence et le nombre de classes de constance sont calculées pour les espèces trouvées séparément dans chaque station. Pour déterminer le nombre de classes de constance (N.c.), il est fait appel à l'équation de Sturge (SCHERRER, 1984) :

$$N.c. = 1 + (3,3 \log_{10} n)$$

N. c. est le nombre de classes.

n est le nombre total des espèces inventoriées dans la région d'étude.

L'intervalle (i) de chaque classe de constance est calculé : il est égal à 100 % que divise le nombre de classes de constance :

$$I = 100\% / N.c.$$

2.5.2.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les deux indices écologiques de structure utilisés pour l'exploitation des résultats sur les Aphidae et leurs prédateurs sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équirépartition.

2.5.2.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver

D'après BARBAULT (2008), la diversité spécifique est mesurée par différents indices dont le plus utilisé est celui de Shannon-Weaver. Il est calculé grâce à la formule suivante :

$$H' = - qi \log_2 qi$$

H' est l'indice de diversité exprimé en unités bits.

qi est la fréquence relative de l'espèce **i** par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement, qui peut s'écrire **qi = ni/N,** où **ni** est l'effectif de chaque espèce dans l'échantillon et **N** la somme des **ni** toutes espèces confondues.

log2 : Logarithme à base de 2.

Cette analyse permet d'avoir des précisions sur la diversité en espèces de pucerons et d'auxiliaires des différents milieux. Si la valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver est faible, proche de 0 ou de 1, il est à conclure que le milieu est pauvre en espèces, ou bien que le milieu n'est pas favorable pour le développement de plusieurs espèces à la fois.

Si l'indice est élevé, supérieur à 2 ou à 3 il implique que le milieu est très peuplé par ces espèces et que le milieu leur est favorable (BARBAULT, 2008). Selon BLONDEL (1979), une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand. Cet indice de diversité varie à la fois en fonction du nombre des espèces présentes et en fonction de l'abondance de chacune d'elles (BARBAULT, 2008).

2.5.2.2.2. - Indice d'équirépartition

D'après BLONDEL (1979) et BARBAULT (2008) l'indice d'équirépartition ou d'équitabilité est le rapport de l'indice de diversité de Shannon-Weaver à l'indice maximal de la diversité correspondant à l'équation suivante :

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

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

H' max. est l'indice de la diversité maximale exprimé en bits, avec **H' max. = H' / Log2 S** dont **S** est la richesse totale correspondant au nombre des espèces présentes.

La valeur de l'équirépartition E varie entre 0 et 1. Quand E tend vers 0, cela signifie que les effectifs des espèces présentes sont en déséquilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Quand E tend vers 1, cela signifie que les effectifs des espèces capturées ont tendance à être en équilibre entre eux. Leurs abondances sont donc très voisines (RAMADE, 1984). Dans la présente étude la valeur de E, montre que les nombres des individus des espèces de pucerons en présence ont tendance à être en équilibre entre eux ou non.

2.5.3. – Exploitation des résultats par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

En écologie, comme dans de nombreux domaines, les observations peuvent être classées dans des tableaux de données. Leur interprétation devient de plus en plus complexe lorsque leurs dimensions et leur nombre augmentent. L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est actuellement l'une des approches statistiques les plus utilisées pour interpréter de tels tableaux et de les traiter. C'est la précision d'un univers écologique où de nombreuses espèces interférent avec de nombreuses variables écologiques (BLONDEL, 1979). Elle est décrite comme un mode de représentation graphique des tables de contingences (DELAGARDE, 1983). C'est une méthode descriptive qui permet le traitement des variables qualitatives (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984). Dans la présente étude, l'A.F.C. permet de mettre en évidence les différences en espèces entre trois stations d'étude.

2.5.4. - Analyse de la variance

Selon DAJOZ (1985), l'analyse de la variance consiste à étudier la comparaison des moyennes des populations à partir de la variabilité des échantillons.

2.5.5. - Comparaison des groupes

Pour compléter l'analyse de la variance, le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % est adopté dans la présente étude. Ce test sert à déterminer l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement des coccinelles.

2.5.6. - Droite de régression linéaire

La droite de régression linéaire est un modèle de régression d'une variable expliquée sur une ou plusieurs variables explicatives. L'hypothèse est que la fonction relie les variables explicatives à la variable aléatoire y et un vecteur de variable aléatoire x (LEGRAS et KOHLER, 2007).

.

2.5.7. -Test de Kruskall-Wallis

Il s'agit d'un test D'anva 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.

2.5.8. - Degré d'efficacité DE (%)

La toxicité des extraits végétaux testés par pulvérisation est évaluée en pourcentage d'individus morts par rapport à la population totale traitée. Mais dans cette mortalité observée il y a un taux de mortalité naturelle en plus de celle provoquée par les produits biocides, d'où l'intérêt d'utiliser la formule d'ABBOT (1925) pour corriger la mortalité observée.

$$MC\ \% = (M2 - M1/\ 100 - M1) \times 100$$

MC est le pourcentage de la mortalité corrigée.

M1 est le pourcentage de la mortalité observée dans le témoin.

M2 est le pourcentage de la mortalité observée dans la population traitée.

Chapitre III

Résultats

Chapitre III – Résultats

Après les résultats obtenus sur la bioécologie des aphides, de leurs ennemis naturels et de deux espèces de coccinelles aphidiphages, l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux sur *Aphis fabae* est développé.

3.1. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels

La bioécologie des pucerons et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de pomme de terre, de fève et dans des vergers d'agrumes est étudiée.

3.1.1. - Bioécologie des pucerons et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de pomme de terre

Dans cette partie sont exposés les résultats de l'inventaire global des aphides, l'analyse des résultats par les méthodes statistiques, l'évolution de la population des pucerons ailés capturés et le dénombrement des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de la plante d'une part. D'autre part, les résultats de l'inventaire global des prédateurs, l'analyse des résultats, l'évolution des fluctuations des prédateurs recensés et l'inventaire global des parasitoïdes recensés sont présentés.

3.1.1.1. - Résultats de l'inventaire global des aphides

Le piégeage des pucerons ailés, ainsi que le contrôle visuel appliqué dans la parcelle d'étude durant la période allant du 25 mars jusqu'au 15 juin 2008 et du 2 avril jusqu'au 18 juin 2013, a permis de dresser une liste systématique de 57 espèces de pucerons. Ces espèces qui sont classées selon le catalogue de REMAUDIERE et REMAUDIERE (1997), sont consignées dans le tableau 2.

Durant la période de piégeage étalée sur 12 semaines, 57 espèces de pucerons avec 53 espèces en 2008 et 55 espèces en 2013 sont identifiées. Celles-ci appartiennent à 5 sous-familles, celles des Aphidinae, des Anoeciinae, des Calaphidinae, des Pemphiginae et des Myzocallidinae. La sous-famille des Aphidinae est représentée par deux tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Cette dernière est prédominante avec 32 espèces en 2008 et 34 espèces en 2013 (Tab. 2). La sous-famille des Pemphiginae vient en deuxième position avec

trois tribus, soit celles des Eriosomatini, Fordini et Pemphigini. Chacune d'elles est représentée par une seule espèce, ce sont respectivement *Eriosoma lanuginosum, Smynthurodes betae* et *Pemphigus* sp. Elles sont suivies par celle des Myzocallidinae qui est représentée par deux espèces qui sont *Myzocallis castanicola* et *Takecallis taiwanus.* Pour chacune des deux sous familles des Anoeciinae et des Calaphidinae une seule espèce est notée, il s'agit de *Anoecia corni* pour la première et de *Monellia pecanis* pour la seconde.

Tableau 2 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	2008	2013
Aphidinae	Aphidini	*Aphis*	*A. craccivora* Koch, 1854	+	+
			A. fabae	+	+
			A. gossypii Glover, 1877	+	+
			A. idaei van der Goot, 1912	+	+
			A. nerii Boyer de Fonscolombe, 1841	+	+
			A. spiraecola Patch, 1914	+	+
			A. spp	-	+
		Hyalopterus	*H. pruni* Geoffroy, 1762	+	+
		Rhopalosiphum	*R. insertum* Walker, 1849	+	+
			R. maidis Fitch, 1856	+	+
			R. padi Linnaeus, 1758	+	+
			R. rufiabdominale Sasaki, 1899	+	+
		Schizaphis	*S. eastopi* van Harten et Ilharco	+	+
			S. gramineum	+	-
			S. rotundiventris Signoret, 1860	-	+
		Toxoptera	*T. aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841	+	-
	Macrosiphini	*Acyrthosiphon*	*A. pisum*	+	+
		Aulacorthum	*A. solani* Kaltenbach ,1843	+	+
		Brachycaudus	*B. cardui* Linnaeus, 1758	+	+
			B. helichrysi	+	+
		Brevicoryne	*B. brassicae* Linnaeus, 1758	+	+
		Capitophorus	*C. hippophaes* Walker	+	+
		Cavariella	*C. aegopodii* Scopoli, 1763	+	+
			C. pastinaceae Linnaeus, 1758	+	+
			C. theobaldi Gill. et Bragg	+	+
		Diuraphis	*D. noxia* Kurdjumov, 1913	+	+
		Dysaphis	*D. apiifolia* Theobald, 1923	+	+
			D. plantaginea Passerini, 1860	+	+
			D. tulipae Boyer de Foscolombe, 1814	+	+
		Hyadaphis	*H. coriandri* B. Das, 1918	+	+
			H. foeniculi Passerini, 1860	+	+
		Hyperomyzus	*H. carduellinus* Theobald, 1915	-	+
			H. lactucae Linnaeus, 1758	+	+
			H. picridis Börner & Blunck, 1916	+	+
		Lipaphis	*L. erysimi* Kaltenbach, 1843	+	+
		Macrosiphoniella	*M. linariae*	-	+
		Macrosiphum	*M. euphorbiae* Thomas, 1878	+	+
			M. rosae Linnaeus, 1758	+	+

		Megoura	*M. viciae* Buckton, 1876	+	+
		Metopolophium	*M. dirhodum* Walker, 1849	+	+
		Myzus	*M. ascalonicus* Doncaster, 1946	+	+
			M. cerasi Fabricius, 1775	+	+
			M. hemerocollis	+	+
			M. persicae	+	+
		Nasonovia	*N. ribisnigri* Mosley, 1841	+	+
		Ovatus	*O. inculae*	+	+
		Phorodon	*P. humuli* Schrank, 1801	+	+
		Rhopalosiphoninus	*R. staphylleae* Theobald	+	+
		Sitobion	*S. avenae* Fabricius, 1775	+	+
			S. fragariae Walker, 1848	+	+
Anoeciinae		*Anoecia*	*A. corni* Fabricius, 1775	+	+
Calaphidinae	Panaphidini	*Monellia*	*M. pecanis* Bissell	+	+
Myzocallidinae	Myzocallidini	*Myzocallis*	*M. castanicola* Doncaster	+	+
		Takecallis	*T. taiwanus* Takahashi, 1926	+	+
Pemphiginae	Eriosomatini	*Eriosoma*	*E. lanuginosum* Hartig, 1839	+	+
	Fordini	*Smynthurodes*	*S. betae* Westwood, 1849	+	+
	Pemphigini	*Pemphigus*	*P.* sp. Hartig,1839	+	+

+ : Présence ; **- :** Absence

3.1.1.2. - Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons piégés.

3.1.1.2.1. - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces des pucerons capturés dans les pièges jaunes durant les deux campagnes agricoles est représentée dans le tableau 3.

Tableau 3 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés dans des bassines jaunes dans une parcelle de pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Paramètres	**2008**	**2013**
a.	4	3
N	13	12
a/N	0,31	0,25

a. : Nombre des espèces de pucerons vues une seule fois au cours de tous les relevés dans la station 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 piégées dans des bassines jaunes durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 est respectivement de 0,31 et 0,25 (Tab. 3). Ces valeurs de a/N sont assez proches de zéro et peuvent être considérées comme bonnes. L'effort d'échantillonnage est suffisant.

3.1.1.2.2. – Traitement des espèces de pucerons par des indices écologiques de composition

Le traitement des espèces de pucerons est basé sur la richesse totale de ces espèces, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence.

3.1.1.2.2.1. - Richesse totale (S) des espèces de pucerons

La richesse totale ou nombre total d'espèces capturées en 2008 atteint 53. La valeur de S obtenue en 2013 s'élève à 55 espèces. Elle est finalement du même ordre de grandeur qu'en 2008.

3.1.1.2.2.2. - Fréquences centésimales (F.C. %) ou abondances relatives (A.R. %) des espèces de pucerons

Les fréquences ainsi que les effectifs des 57 espèces de pucerons capturés dans les bassines jaunes durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 sont regroupées dans le tableau 4.

Pendant les deux campagnes de piégeage, 1.616 pucerons en 2008 et 1.571 pucerons en 2013 sont collectés (Tab. 4). Parmi eux le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*) est l'espèce la plus fréquemment observée (A.R. % = 11,9 %) aussi bien en 2008 qu'en 2013 (A.R. % = 13,1 %). Cette espèce est suivie par *Macrosiphum euphorbiae* (A.R. % = 10,2 % en 2008). Elle est peu notée en 2013 (A.R. % = 3,7 %). *Aphis fabae* intervient au troisième rang (A.R. % = 9,3 % en 2008; A.R. % = 9,7 % en 2013). Les espèces *Rhopalosiphum maidis, Aphis craccivora, Rhopalosiphum padi, Aphis gossypii* et *Hyperomyzus lactucae* sont capturées avec des pourcentages plus modestes (4,5 % ≤ A.R. % ≤ 6,2 % en 2008; 6,2 % ≤ A.R. % ≤ 8,3 % en 2013) (Tab. 4). Les résultats obtenus montrent également que les espèces *Dysaphis plantaginea, Aphis idaei, Aphis nerii, Brevicoryne brassicae, Myzus ascalonicus, Pemphigus* sp., *Aphis solani, Macrosiphum rosae, Brachycaudus helichrysi* et *Megoura viciae* sont

représentées par des fréquences centésimales encore plus basses (1,6 % ≤ A.R. % ≤ 3,5 % en 2008; 1,3 % ≤ A.R. % ≤ 4,4 % en 2013). Une très faible densité entre 0,06 et 0,95 est observée pour 54,7 % des espèces capturées en 2008 et 65,5 % en 2013.

Tableau 4 - Abondances relatives des espèces des pucerons ailés répertoriés sur des pieds de pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2008 et en 2013

Espèces	2008		2013	
	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)
M. persicae	193	11,94	206	13,11
A. fabae	150	9,28	152	9,70
R. maidis	73	4,52	130	8,30
A. craccivora	80	4,95	118	7,51
R. padi	77	4,76	116	7,38
A. gossypii	100	6,19	108	6,87
H. lactucae	88	5,44	97	6,17
D. plantaginea	57	3,53	69	4,39
M. euphorbiae	165	10,21	58	3,69
A. idaei	40	2,47	57	3,63
M. linariae	-	-	43	2,74
A. nerii	33	2,04	37	2,36
B. brassicae	45	2,78	35	2,23
M. ascalonicus	26	1,61	32	2,04
P. sp.	35	2,16	29	1,85
A. solani	35	2,16	28	1,78
M. rosae	27	1,67	27	1,72
B. helichrysi	35	2,16	26	1,65
M. viciae	34	2,10	20	1,27
A. spiraecola	19	1,17	15	0,95
H .coriandri	54	3,34	15	0,95
L. erysimi	26	1,61	15	0,95
A. pisum	15	0,93	12	0,76
S. fragariae	15	0,93	11	0,70
R. rufiabdominalis	8	0,49	10	0,64
B. cardui	10	0,62	9	0,57
H. foeniculi	10	0,62	9	0,57
M. cerasi	4	0,25	8	0,51
P. humuli	3	0,18	7	0,45
N. ribisingri	5	0,31	7	0,45
S. avenae	18	1,11	6	0,38
H. pruni	27	1,67	5	0,32
C. aegopodii	5	0,31	4	0,25
A. spp	-	-	3	0,20
S. rotundiventris	-	-	3	0,20
T. taiwanus	1	0,06	3	0,20
M. castanicola	5	0,31	3	0,20
H. carduellinus	-	-	3	0,20
D. tulipae	4	0,25	3	0,20

D. noxia	4	0,25	3	0,20
C. pastinacea	4	0,25	3	0,20
S. betae	4	0,25	3	0,20
A. corni	3	0,18	2	0,13
C. theobaldi	2	0,12	2	0,13
E. lanuginosum	2	0,12	2	0,13
M. pecanis	1	0,06	2	0,13
R. insertum	5	0,31	2	0,13
M. hemerocollis	3	0,18	2	0,13
O. inculae	1	0,06	2	0,13
C. hippophaes	3	0,18	2	0,13
D. apiifolia	6	0,37	2	0,13
H. picridis	7	0,43	2	0,13
M. dirhodum	10	0,62	1	0,06
R. staphylae	1	0,06	1	0,06
S. eastopi	2	0,12	1	0,06
T. aurantii	29	1,79	-	-
S. gramineum	7	0,43	-	-
Totaux	**1616**	**100**	**1571**	**100**

Ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondance relative

3.1.1.2.2.3. - Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces de pucerons recensées dans la région de Draâ Ben Khedda sur pomme de terre durant les deux saisons de piégeage 2008 et 2013 sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés capturés par pièges jaunes sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Espèces	**2008**		**2013**	
	Fréquence d'occurrence (%)	**Classes de constance**	**Fréquence d'occurrence (%)**	**Classes de constance**
M. persicae	100	Omniprésente	100	Omniprésente
A. fabae	83,33	Constante	66,66	Régulière
R. maidis	75	Régulière	91,66	Omniprésente
A. craccivora	66,66	Régulière	83,33	Constante
R. padi	66,66	Régulière	75	Régulière
A. gossypii	58,33	Accessoire	66,66	Régulière
H. lactucae	83,33	Constante	100	Omniprésente
D. plantaginea	50	Accessoire	83,33	Constante
M. euphorbiae	91,66	Omniprésente	83,33	Constante
A. idaei	66,66	Régulière	75	Régulière
M. linariae	-	-	24,99	Rare
A. nerri	66,66	Régulière	66,66	Régulière

B. brassicae	50	Accessoire	75	Régulière
M. ascalonicus	41,66	Accidentelle	50	Accessoire
P. spp	41,66	Accidentelle	50	Accessoire
A. solani	33,33	Accidentelle	58,33	Accessoire
M. rosae	58,33	Accessoire	66,66	Régulière
B. helichrysi	50	Accessoire	66,66	Régulière
M. viciae	41,66	Accidentelle	50	Accessoire
A. spiraecola	42	Accidentelle	41,66	Accidentelle
H .coriandri	58,33	Accessoire	41,66	Accidentelle
L. erysimi	41,66	Accidentelle	50	Accessoire
A. pisum	33,33	Accidentelle	41,66	Accidentelle
S. fragariae	33,33	Accidentelle	41,66	Accidentelle
R. rufiabdominalis	25	Rare	24,99	Rare
B. cardui	25	Rare	50	Accessoire
H. foeniculi	25	Rare	33,33	Accidentelle
M. cerasi	24,99	Rare	24,99	Rare
P. humuli	24,99	Rare	33,33	Accidentelle
N. ribisingri	16,66	Rare	24,99	Rare
S. avenae	41,66	Accidentelle	33,33	Accidentelle
H. pruni	50	Accessoire	16,66	Rare
C. aegopodii	25	Rare	24,99	Rare
A. spp	-	-	16,66	Rare
S. rotundiventris	-	-	16,66	Rare
T. taiwanus	8,33	Très rare	16,66	Rare
M. castanicola	16,66	Rare	24,99	Rare
H. carduellinus	-	-	8,33	Très rare
D. tulipae	24,99	Rare	24,99	Rare
D. noxia	33,33	Accidentelle	16,66	Rare
C. pastinacea	33,33	Accidentelle	25	Rare
S. betae	24,99	Rare	16,66	Rare
A. corni	24,99	Rare	16,66	Rare
C. theobaldi	16,66	Rare	16,66	Rare
E. lanuginosum	16,66	Rare	8,33	Très rare
M. pecanis	8,33	Très rare	16,66	Rare
R. insertum	25	Rare	16,66	Rare
M. hemerocollis	24,99	Rare	16,66	Rare
O. inculae	8,33	Très rare	16,66	Rare
C. hippophaes	24,99	Rare	16,66	Rare
D. apiifolia	16,66	Rare	16,66	Rare
H. picridis	25	Rare	16,66	Rare
M. dirhodum	33,33	Accidentelle	8,33	Très rare
R. staphylae	8,33	Très rare	8,33	Très rare
S. eastopi	16,66	Rare	8,33	Très rare
T. aurantii	42	Accidentelle	-	-
S. gramineum	25	Rare	-	-

L'analyse des résultats révèle que *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* sont des espèces classées dans la catégorie de classe omniprésente en 2008 avec un taux de 100 % pour la première espèce et de 91,66% pour la deuxième espèce. En 2013, ce sont les espèces *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae* et *Rhopalosiphum maïdis* qui appartiennent à la catégorie de la classe omniprésente avec un taux de 100% pour les deux premières espèces et de 91,66 % pour *Rhopalosiphum maïdis* (Tab. 5). *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* sont en fait des espèces spécifiques à la plante de la pomme de terre. Les espèces *Aphis fabae* et *Hyperomyzus lactucae* se trouvent dans la catégorie de la classe constante en 2008, alors qu'en 2013, ce sont les espèces *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis craccivora* et *Dysaphis plantaginea* qui appartiennent à cette classe. Les autres espèces sont réparties entre les classes de constance régulière, accessoire, accidentelle, rare et très rare.

3.1.1.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

La diversité des espèces par le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et de l'indice d'équirépartition (E) est étudiée.

3.1.1.2.3.1. – Diversité des espèces par l'Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

Les résultats concernant l'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) par rapport aux espèces de pucerons piégés par le moyen des bassines jaunes durant les campagnes 2008 et 2013 sont rassemblés dans le tableau 6.

Tableau 6 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons capturés dans les bassines jaunes

Paramètres	2008	2013
H'(bits) : Diversité de Shannon Weaver	4,70	4,85
H'max (bits) : Diversité maximale	5,73	5,78
E: Equitabilité	0,82	0,85

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé au niveau de la parcelle de pomme de terre est de 4,70 bits en 2008 et de 4,85 bits en 2013 (Tab. 6). Pour l'équitabilité, quand celle-

ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

3.1.1.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés de pomme de terre

Les premiers pucerons ailés sont capturés la dernière semaine du mois de mars en 2008 et le début du mois de mai en 2013. Ce décalage pourrait être attribué aux températures moyennes plus favorables qui ont induit un vol plus précoce en 2008 qu'en 2013.

Une augmentation progressive des effectifs de pucerons ailés est constatée jusqu'à atteindre un pic de 311 individus à la mi-mai en 2008 et de 282 individus à la fin d'avril en 2013, soit respectivement 19,2 % et 17,9 % de la population globale (Fig. 49, 50). Cet accroissement des effectifs coïncide avec l'activité intense des pucerons ailés et correspond au départ des fondatrigènes ailées de l'hôte primaire vers les hôtes secondaires. Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très favorables à l'envol de la majorité des espèces de pucerons. A partir de la dernière décade du mois de mai pour l'année 2008 et à partir de la première décade du mois de mai pour l'année 2013, les vols ont connu une diminution des effectifs pour atteindre un minimum de 2,9 % de la population globale en juin 2008 et de 2,2 % toujours au mois de juin en 2013. Cette période correspond à la fin du vol des pucerons. Elle coïncide avec l'élévation des températures maximales qui atteignent 30,8 °C en 2008 et 28,9 °C en 2013. Des journées pluvieuses sont notées au mois de mai durant l'année 2008.

3.1.1.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de pomme de terre

L'importance des populations aphidiennes installées sur les feuilles de la pomme de terre et l'évolution de ces espèces dans le temps sont exposées.

3.1.1.4.1. - Importance des populations aphidiennes installées sur feuilles

Les résultats, portant sur le dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de la pomme de terre durant les campagnes 2008 et 2013 dans la région de Draâ Ben Khedda, sont illustrés par les figures 51 et 52.

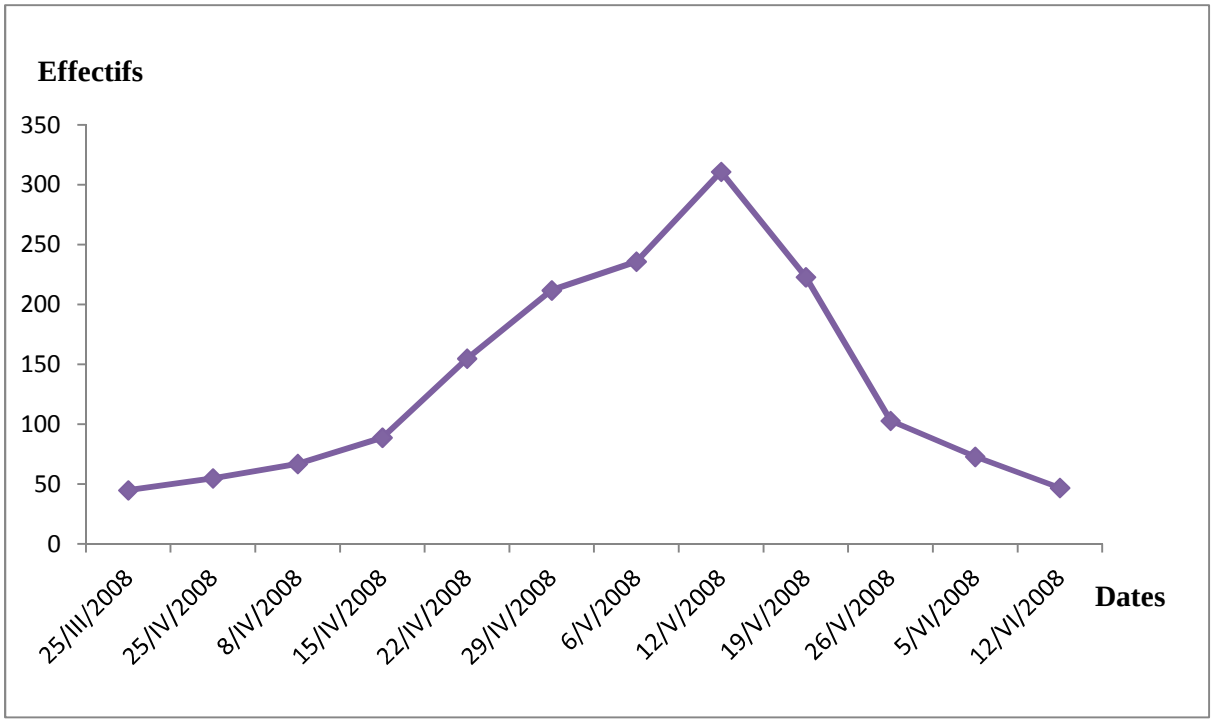


Figure 49 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

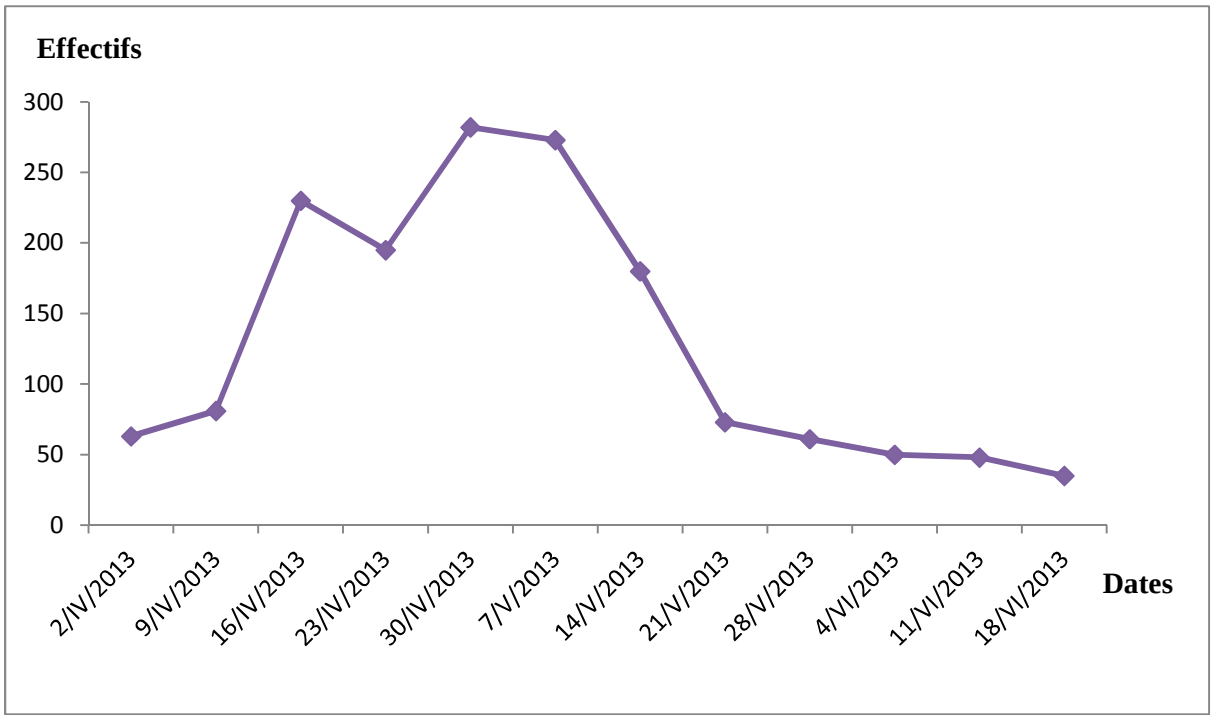


Figure 50 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

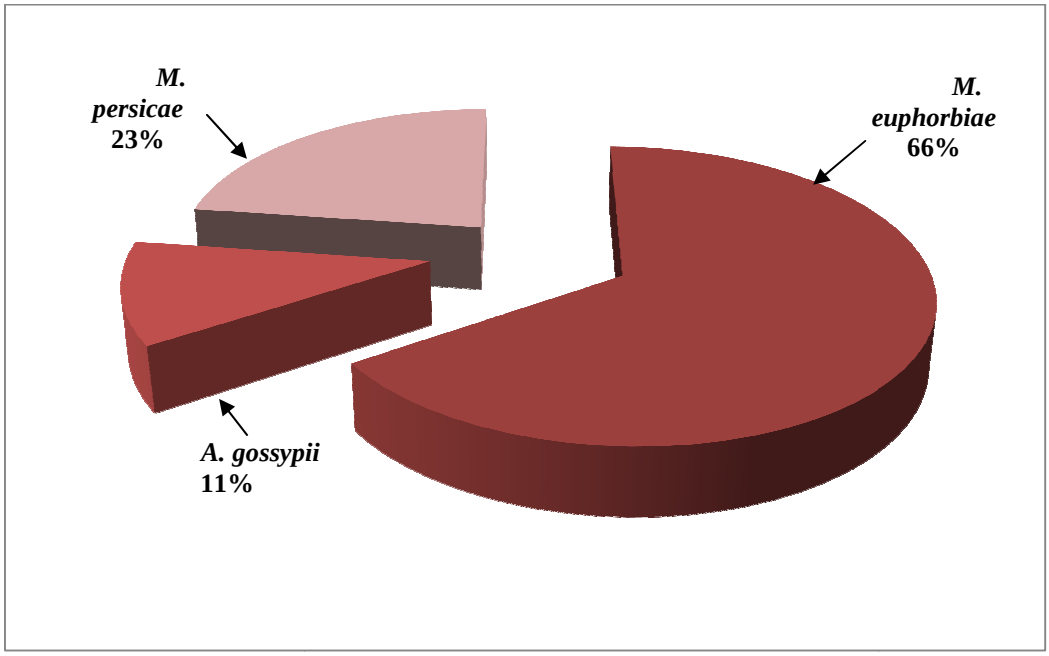


Figure 51 - Abondances relatives des espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

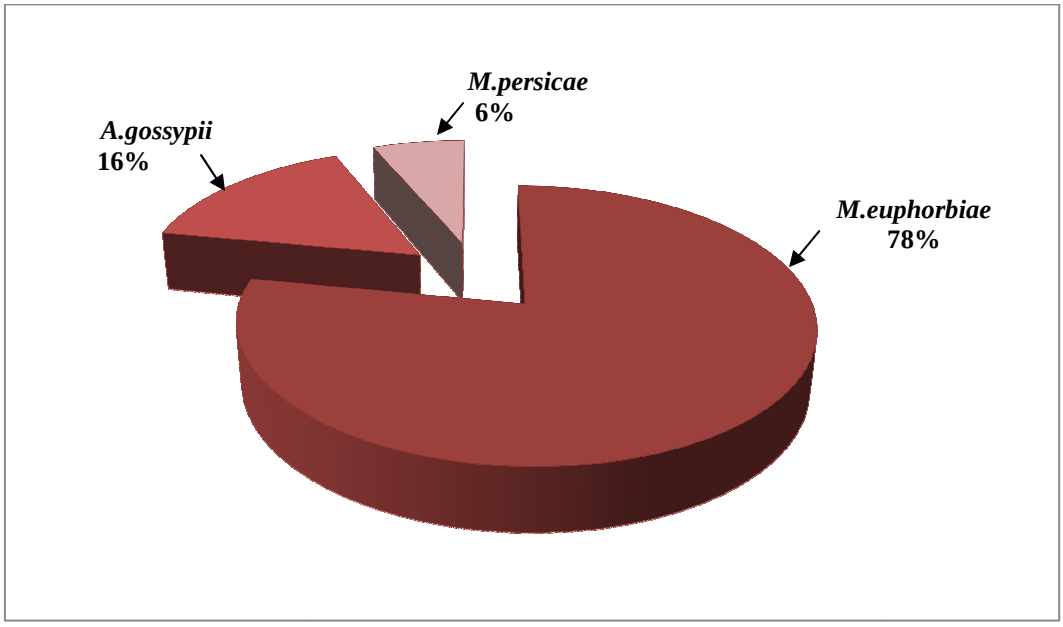


Figure 52 - Abondances relatives des espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

Trois espèces de pucerons sont installées sur les feuilles de la pomme de terre. Il s'agit de *Macrosiphum euphorbiae*, d'*Aphis gossypii* et de *Myzus persicae*. *Macrosiphum euphorbiae* est de loin l'espèce la plus observée sur les feuilles de la pomme de terre avec 3.568 individus, soit une abondance de 66 % en 2008 (Fig. 51) et avec 2.438 individus, soit une abondance de 78 % en 2013 (Fig. 52). En 2008, *Aphis gossypii* (N = 623 individus; A.R.% = 11 %) et *Myzus persicae* (N = 1.237 individus; A.R.% = 23 %) sont recensées dans le présent inventaire. Ces deux espèces en 2013 sont moins représentées avec des abondances de A.R. % = 16 % et N = 492 pour *Aphis gossypii* et à peine A.R. % = 6 % et N = 196 pucerons pour *Myzus persicae*.

3.1.1.4.2. - Evolution des espèces de pucerons aptères recensées sur le feuillage de la pomme de terre

Il est à remarquer un asynchronisme dans le développement des populations de ces trois espèces (Fig. 53, 54). *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* établissement leurs populations les premiers, suivie par la suite d'*Aphis gossypii* en 2008. Par contre en 2013, ce sont *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* qui se développent les premières. Ils sont suivit par *Macrosiphum euphorbiae*. La raison de cet asynchronisme pourrait être liée à la différence de la date de contamination par les ailés. *Aphis gossypii* présente une pullulation maximale à la date du 22 avril 2008 et du 7 mai 2013. Ce pic pourrait être attribué aux températures moyennes favorables au développement de cette espèce. Les températures moyennes enregistrées à ces dates sont de l'ordre de 24 °C. Un pic est noté le 6 mai pour les espèces *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* avec des effectifs respectifs de 1.126 et 586 individus, soit 95 % de la population globale en 2008. Il en est de même le 14 mai pour ces mêmes espèces en 2013 avec des effectifs respectifs de 856 et 90 individus, soit 95,3 % de la population totale. La chute des populations aphidiennes observée à partir de la première quinzaine de mai 2008 et de la deuxième quinzaine de mai 2013 et leur disparition en juin peuvent être attribuées à l'augmentation des températures. Les températures maximales enregistrées sont de l'ordre de 30,8 °C en 2008 et de 28,9 °C en 2013 (Fig. 3,4). Cette régression peut être également attribuée à l'action des ennemis naturels, ainsi qu'aux vols de dissémination des ailés. Ou encore au stade phénologique avancé de la plante hôte.

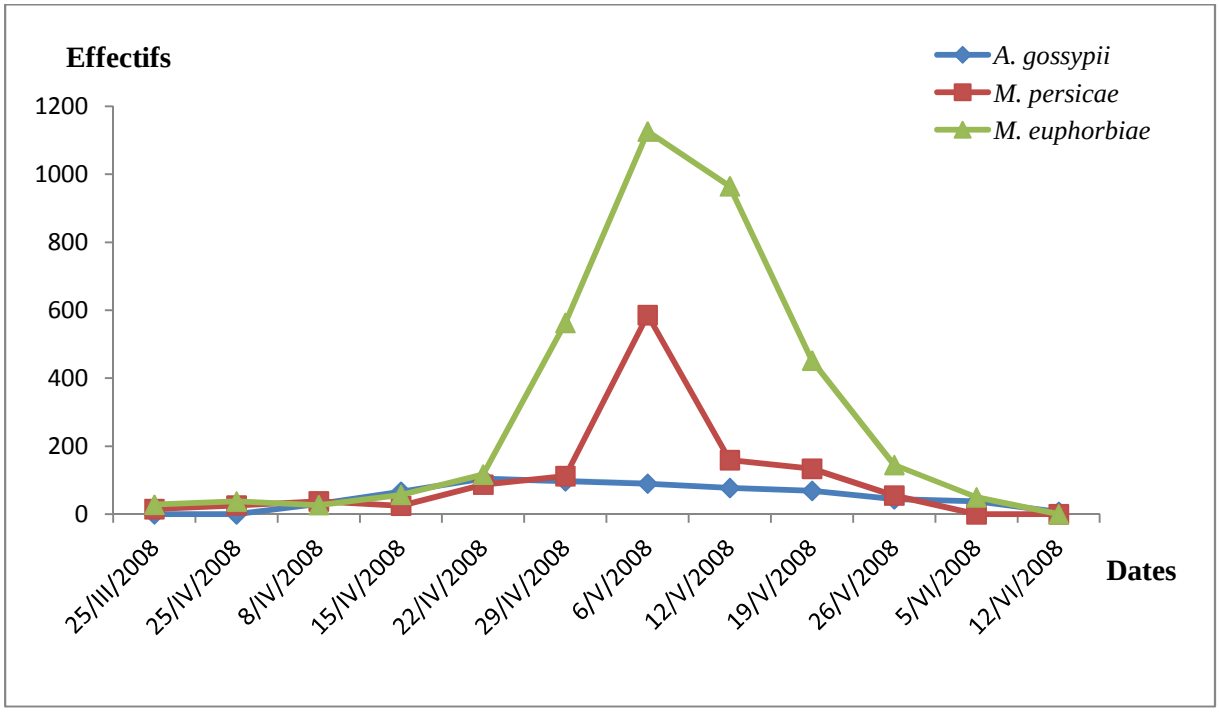


Figure 53 - Evolution des trois espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre à Draâ Ben Khedda durant l'année 2008

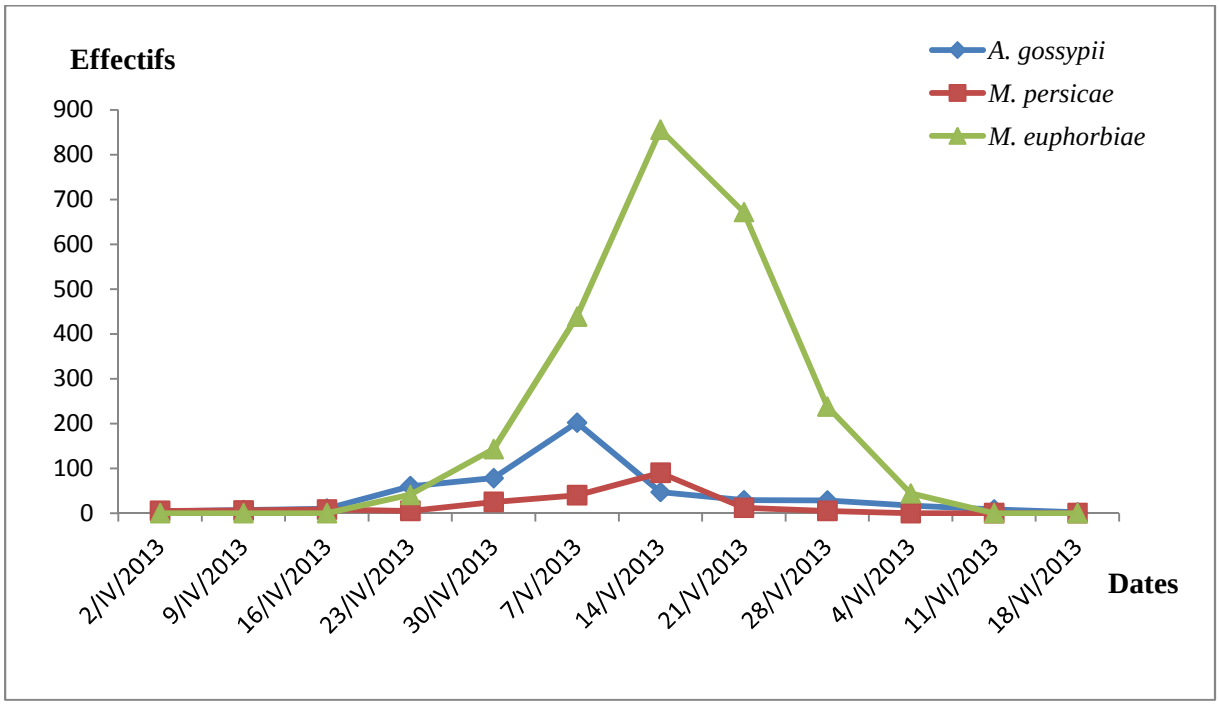


Figure 54 - Evolution des trois espèces de pucerons installées sur feuilles de pomme de terre à Draâ Ben Khedda durant l'année 2013

3.1.1.4.3. - Evolution de la population globale des pucerons aptères installés sur le feuillage de la pomme de terre

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur feuilles de pomme de terre durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 est illustrée dans les figures 55 et 56.

Le suivi de la dynamique des populations aptères montre que l'installation des premiers individus sous la forme de petites colonies s'est faite le 25 mars 2008 et le 2 mai 2013 (Fig. 55, 56). En effet, 43 et 10 pucerons, sont dénombrés respectivement en 2008 et en 2013, sur les plants de la pomme de terre. Les populations augmentent progressivement et sont fort populeuses dès le 19 avril 2008 et le 7 mai 2013. Il est à remarquer toutefois une légère diminution des effectifs observée à la fin d'avril en 2013. Celle-ci est probablement due aux chutes de pluies enregistrées en cette période. Les populations atteignent leur maximum le 6 mai 2008 et le 14 mai 2013 avec respectivement 1.802 et 908 individus. Ces pics peuvent s'expliquer par l'amélioration des conditions climatiques, avec des températures moyennes comprises entre 19 et 23,5 °C en 2008 et entre 20 et 24 °C en 2013 d'une part et par la présence de feuilles tendres représentant une alimentation de bonne qualité pour la pullulation du ravageur d'autre part. Les populations ont connu une régression pour arriver à une moyenne de 7 et 2 individus respectivement en 2008 et 2013. La chute des effectifs 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 maxima atteignent 30,8 et 28,9 °C respectivement en 2008 et en 2013 et l'abondance des prédateurs aphidiphages.

3.1.1.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices effectué dans la parcelle de pomme de terre, dans la région de Draâ Ben Khedda, durant les campagnes 2008 et 2013 sont reportés dans le tableau 7. Ces espèces sont classées selon la classification de DEGUINE et LECLANT (1997).

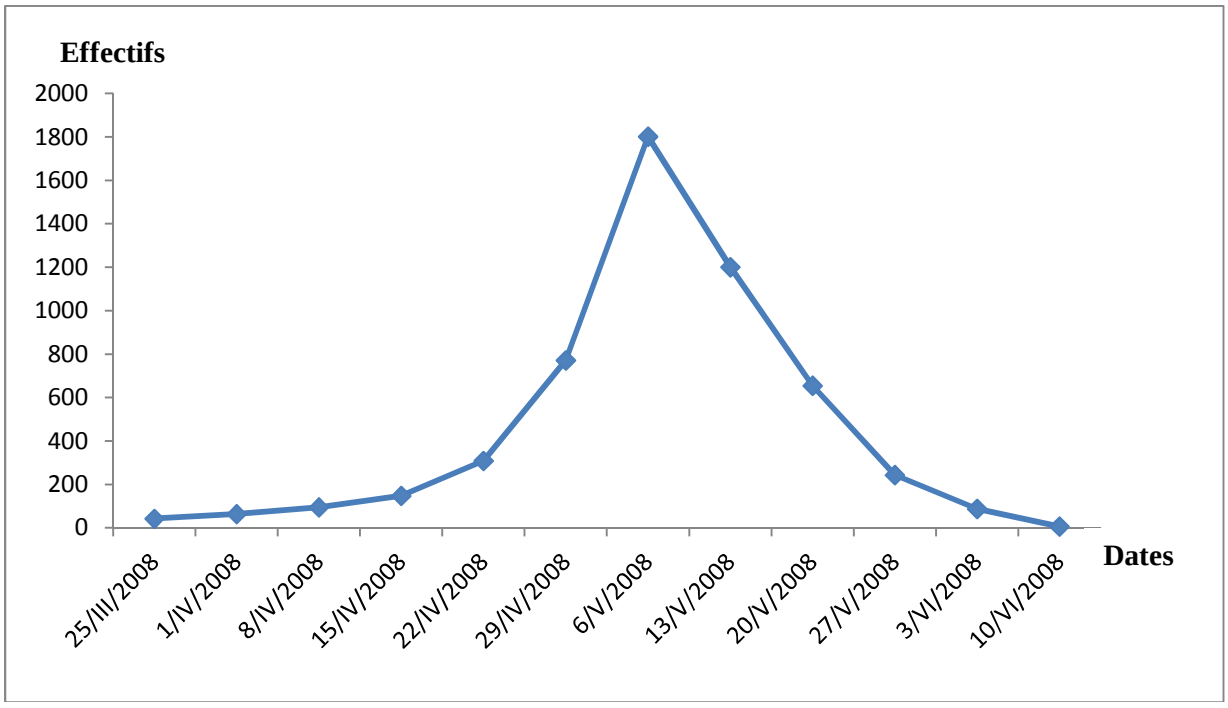


Figure 55 - Evolution de la population globale des pucerons aptères en fonction du temps à Draâ Ben Khedda sur pomme de terre en 2008

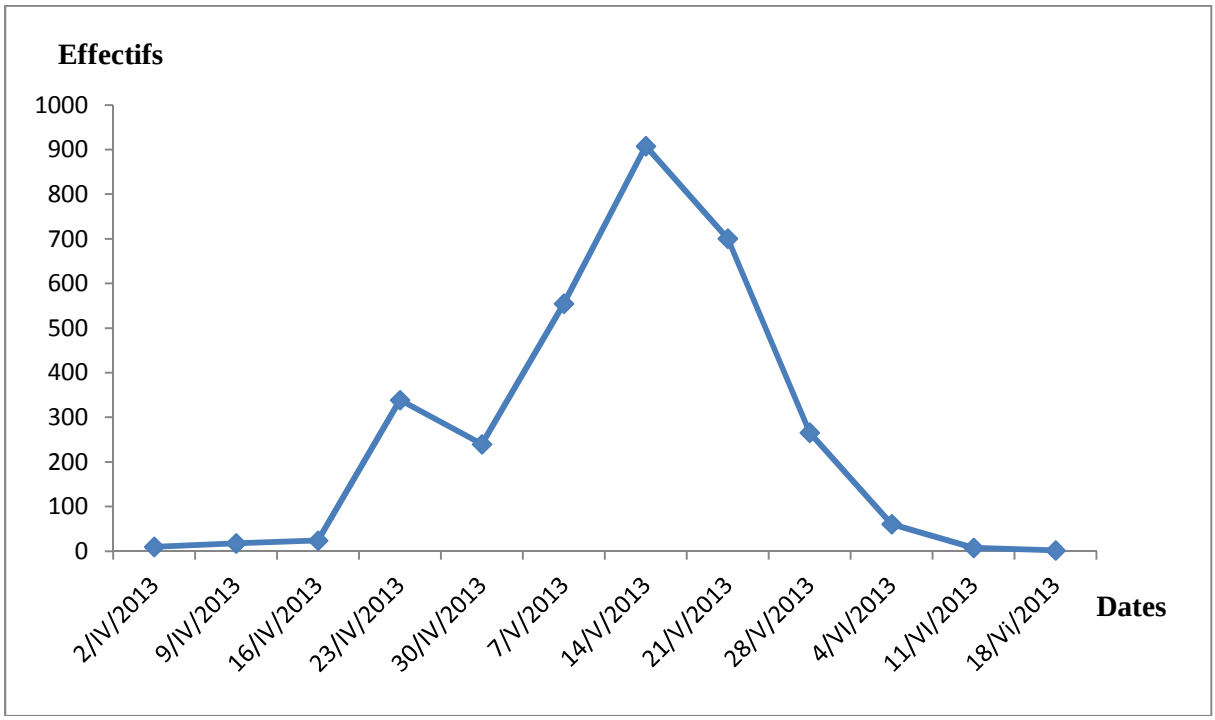


Figure 56 - Evolution temporelle de la population globale des pucerons aptères à Draâ Ben Khedda sur pomme de terre en 2013

Tableau 7 - Principales espèces prédatrices de pucerons recensées sur les feuilles de la pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda

Ordres	Familles	Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	2008	2013
Coleoptera	Coccinellidae	Coccinellinae	Coccinellini	*Coccinella*	*C. algerica* (Fig. 57)	+	+
			Hippodamini	*Adonia*	*A.. variegata* (Fig. 58)	+	+
		Scymninae	Scymnini	*Scymnus*	*S. pallipediformis* Gunther, 1958 (Fig. 59)	+	+
Diptera	Syphidae	Syrphinae	Syrphini	*Episyrphus*	*E. balteatus* De Geer, 1776 (Fig. 60)	+	+
Heteroptera	Anthocoridae	Anthocorinae	Anthocorini	*Anthocoris*	*A. nemoralis* Fabricius, 1794	+	+
	Miridae	Orthotylinae	Orthotylini	*Malacocoris*	*M. chlorizans* Panzer, 1794	+	+
Neuroptera	Chrysopidae	Chrysopinae	Chrysopini	*Chrysoperla*	*C. carnea* Stephens, 1836 (Fig. 61)	+	+

+ : Présence

Il existe 7 espèces prédatrices, reparties entre 7 genres, regroupées en 5 familles et représentant 4 ordres (Tab. 7). Ce sont les Coleoptera, les Diptera, les Heteroptera et les Neuroptera. L'ordre des Coleoptera est formé d'une seule famille, celle des Coccinellidae qui est formée de deux sous-familles d'une part les Coccinellinae et d'autre part les Scymninae. Dans l'ordre des Diptera, une seule espèce est recensée, il s'agit d'*Episyrphus balteatus* appartenant à la famille des Syrphidae. Dans l'ordre des Heteroptera, 2 types de punaises sont reconnues. Il s'agit d'*Anthocoris nemoralis* qui appartient à la famille des Anthocoridae et *Malacocoris chlorizans* qui fait partie de la famille des Miridae. Le dernier ordre qui est celui des Neuroptera, représenté par une seule famille, soit celle des Chrysopidae, avec une seule espèce *Chrysoperla carnea*.



Figure 57 - *Coccinella algerica* (Photographies originales)
a : Adulte, b : Larve, c : Nymphe



Figure 58 – *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (Photographies originales)
a : Adulte, b : Nymphe



Figure 59 - *Scymnus pallipediformis* (Photographie originale)

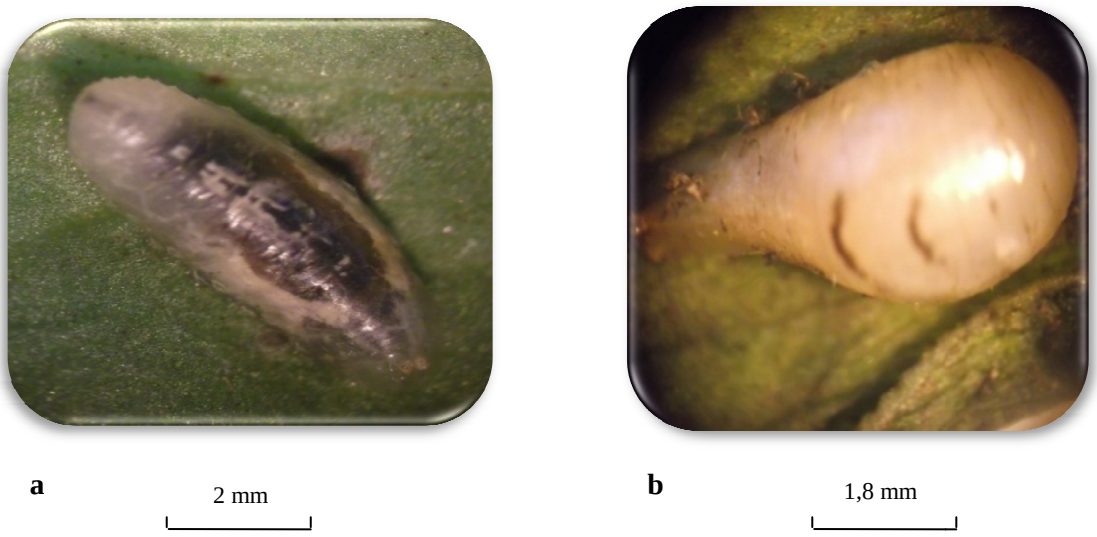


Figure 60 - *Episirphus balteatus* (Photographies originales)
a : Asticot, b : Pupe

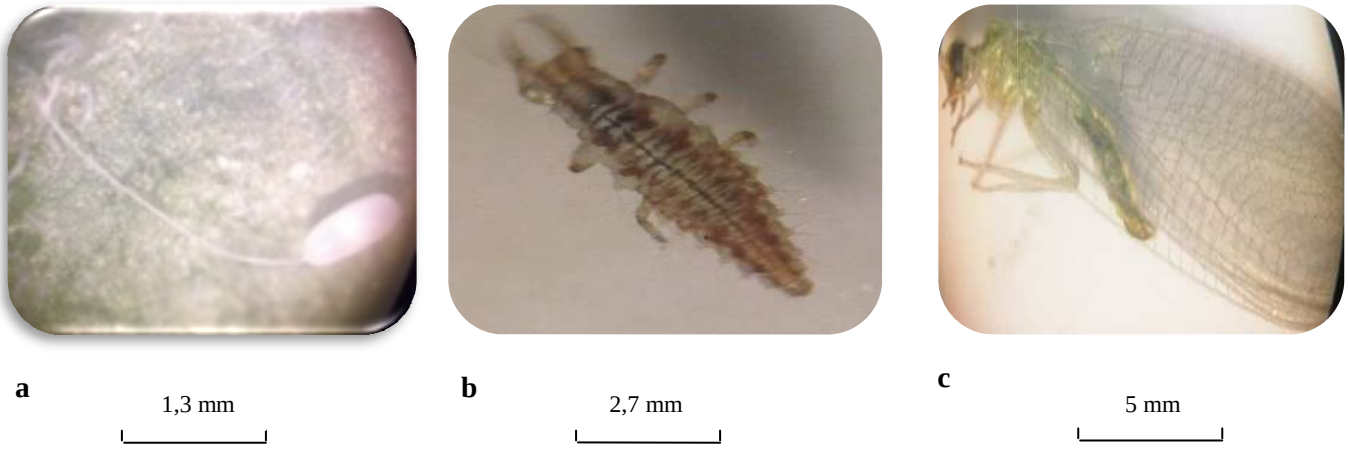


Figure 61 - *Chrysoperla carnea* (Photographies originales)
a : Œuf, b : Larve, c : Adulte

3.1.1.6. - Analyse des résultats

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

3.1.1.6.1. - Qualité d'échantillonnage des prédateurs capturés

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage calculées pour les espèces de prédateurs capturés durant les deux campagnes agricoles sont rassemblées dans le tableau 8.

Tableau 8 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur les plants de la pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Paramètres	**2008**	**2013**
a.	1	1
N	13	12
a/N	0,07	0,08

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

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant les campagnes agricoles sont égales à 0,07 en 2008 et à 0,08 en 2013 (Tab. 8). Elles sont très proches de Zéro. En conséquence, l'échantillonnage est de bonne qualité. Autrement dit, l'effort expérimental consenti sur le terrain est suffisant.

3.1.1.6.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont étudiées.

3.1.1.6.2.1. - Richesse totale

La richesse totale en espèces prédatrices constituées de coccinelles, de syrphe, de punaises et de chrysope atteint le nombre 7 aussi bien en 2008 qu'en 2013.

3.1.1.6.2.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives (%)

Les abondances relatives ainsi que les effectifs des 7 espèces prédatrices capturées durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 sont regroupées dans le tableau 9.

Tableau 9 - Abondances relatives des espèces prédatrices répertoriées sur les pieds de la pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Espèces	**2008**		**2013**	
	Ni	**AR (%)**	**Ni**	**AR (%)**
C. algerica	100	32%	96	31,5%
A.. variegata	80	25%	80	26%
S. pallipediformis	12	4%	5	1,5%
E. balteatus	56	18%	73	24%
A. nemoralis	4	1,2%	2	0,7%
M. chlorizans	1	0,3%	1	0,3%
C. carnea	62	19,5%	48	16%
Totaux	**315**	**100**	**305**	**100**

Ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondance relative

Pendant les deux campagnes de piégeage, 315 et 305 individus de prédateurs sont collectés respectivement en 2008 et en 2013. Parmi ceux-ci la coccinelle algérienne à sept points C*occinella algerica* est l'espèce la plus fréquemment observée (A.R. % = 32 %) en 2008 et même en 2013 (A.R. % = 31,5 %). Elle est suivie en abondance par *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* avec A.R. % = 25 % en 2008 et A.R. % = 26,2 % en 2013 (Tab. 9). La chrysope verte *Chrysoperla carnea* suit au troisième rang avec 19,5 %, en 2008 et avec 16,5 % en quatrième position en 2013. Au cours de la dernière année citée, c'est le syrphe ceinturé (*Episysrphus balteatus*) qui intervient au troisième rang avec une fréquence de 24 %. Les punaises quant à elles, sont recensées avec une très faible fréquence correspondant à 1,5 % en 2008 et à 1 % en 2013.

3.1.1.6.2.3. - Fréquences d'occurrence et constances

Les fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces prédatrices de pucerons recensées dans la région de Draâ Ben Khedda sur les pieds de la pomme de terre durant les années 2008 et 2013 sont mises dans le tableau 10.

Tableau 10 - Fréquences d'occurrence et constances des espèces de prédateurs capturés sur la pomme de terre à Draâ Ben Khedda

Espèces	2008		2013	
	Fréquence d'occurrence (%)	**Classes de constance**	**Fréquence d'occurrence (%)**	**Classes de constance**
C. algerica	91,67 %	omniprésente	83,33 %	Omniprésente
A.. variegata	83,33 %	omniprésente	75 %	Omniprésente
S. pallipediformis	58,33 %	Constante	33,33 %	Accessoire
E. balteatus	66,67 %	Constante	66,67 %	Constante
A. nemoralis	8,33 %	accidentelle	8,33 %	Accidentelle
M. chlorizans	8,33 %	accidentelle	8,33 %	Accidentelle
C. carnea	66,67 %	constante	66,67 %	Constante

L'analyse des résultats met en évidence que *Coccinella algerica* (A.R. = 91,7 %) et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (A.R. = 83,3 %) sont des espèces omniprésentes en 2008 (Tab. 10). Elles le sont aussi en 2013 tout comme *Coccinella algerica* (A.R. = 83,3 %) que pour *Adonia* (*Hippodamia*) *variegata* (A.R. = 75 %). *Scymnus pallipediformis* est classée comme constante en 2008, alors qu'elle appartient à la classe de constance accessoire en 2013. *Episyrphus balteatus* et *Chrysoperla carnea* ont des constances de 66,7 % chacune durant les deux années d'étude. Elles sont classées, de ce fait, dans la classe de constance qualifiée de constante. Enfin, les deux espèces de punaises représentées par *Anthocoris nemoralis* et *Malacocoris chlorizans* font partie de la classe accidentelle avec des constances faibles de l'ordre de 8,3 %.

3.1.1.6.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') ainsi que l'indice d'équirépartition (E) sont calculés.

3.1.1.6.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les résultats concernant l'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices recensées durant les campagnes 2008 et 2013 sont rassemblés dans le tableau 11.

Tableau 11 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturées

Paramètres	**2008**	**2013**
H'(bits) : Diversité de Shannon Weaver	2,22	2,12
H'max (bits) : Diversité maximale	2,81	2,81
E: Equitabilité	0,80	0,75

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé en fonction des espèces prédatrices au niveau de la parcelle de la pomme de terre est de 2,22 bits en 2008 et de 2,12 bits en 2013 (Tab. 11). Ce sont des valeurs de diversité moyenne. Pour l'équitabilité, quand celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

3.1.1.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés

Les coccinelles sont les premiers auxiliaires qui arrivent dans la parcelle de pomme de terre (Fig. 62, 63). Ce sont *Coccinella algerica* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*. L'effectif des coccinelles augmente progressivement pour atteindre un premier pic dans la deuxième quinzaine d'avril (15 IV 2008, 23 IV 2013). Leur présence décroît rapidement par la suite, probablement à cause des chutes de pluie enregistrées en ces périodes (Fig. 5, 6). Elle pourrait également être due au traitement chimique effectué au mois de mai contre le mildiou de la pomme de terre. Un deuxième pic est atteint en mai pour les deux années d'étude avec 41 individus en 2008 et 36 individus en 2013. Le syrphe *Episyrphus balteatus* et la chrysope *Chrysoperla carnea* arrivent en deuxième position, avec un décalage de 21 jours pour les deux années culturales. Quant à l'activité des punaises, elle est très faible. Elles sont représentées par un très faible effectif et interviennent tardivement à la fin du mois de mai aussi bien en 2008 qu'en 2013.

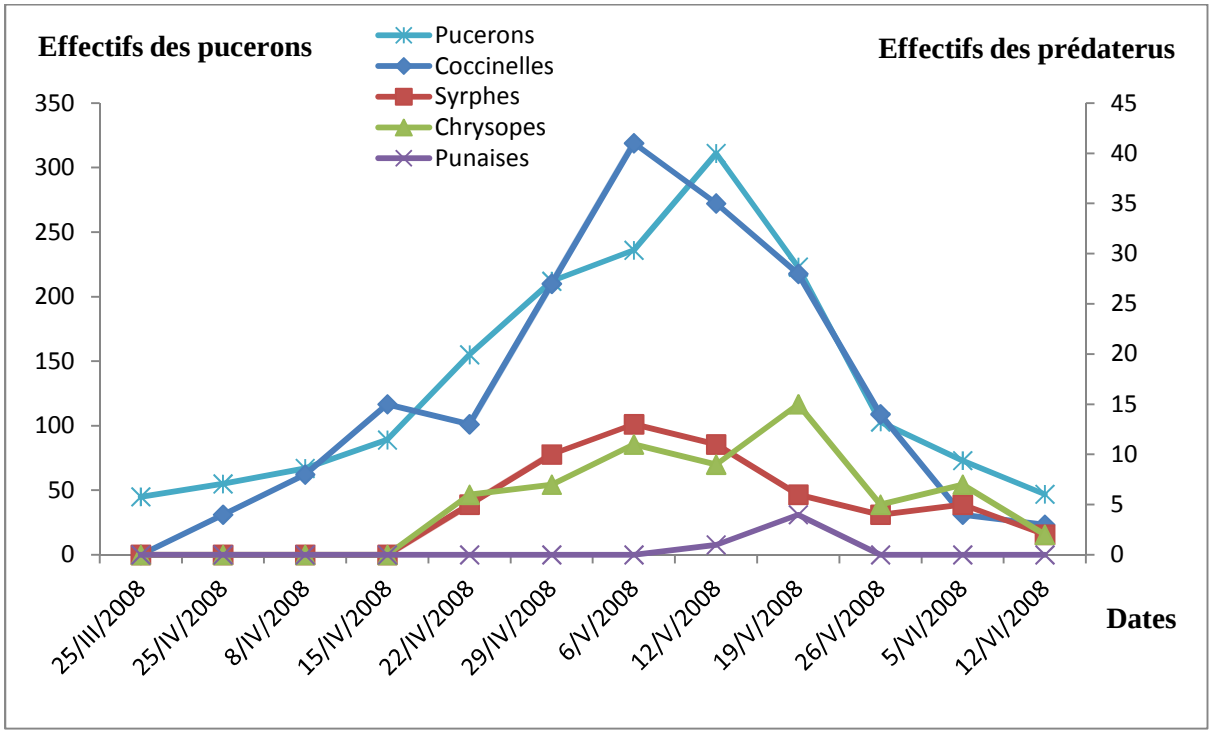


Figure 62 - Fluctuations des prédateurs recensés sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

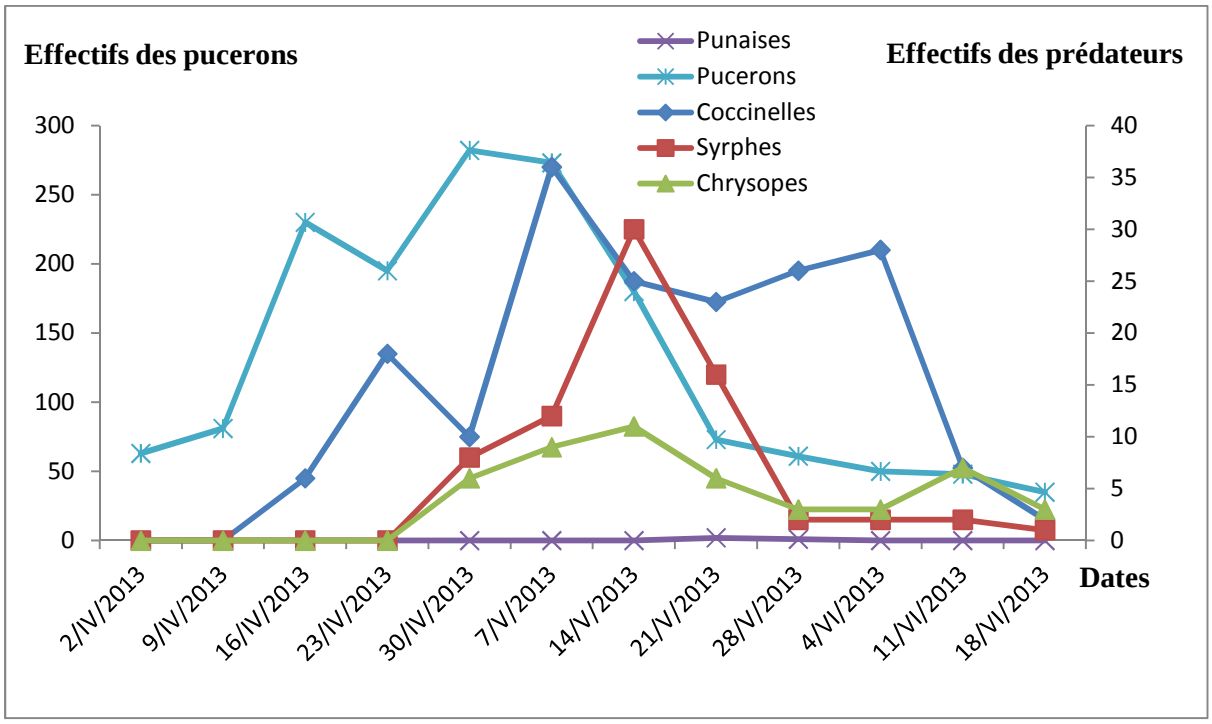


Figure 63 - Fluctuations des prédateurs recensés sur pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

3.1.1.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés

Les résultats de l'inventaire des parasitoïdes est effectué dans la parcelle de la pomme de terre, dans la région de Draâ Ben Khedda. Les espèces notées durant les campagnes agricoles 2008 et 2013, sont reportées dans le tableau 12.

Tableau 12 - Espèces des parasitoïdes des pucerons recensées dans la parcelle de la pomme de terre, dans la région de Draâ Ben Khedda

Ordres	Familles	Sous-familles	Genres	Espèces
Hymenoptera	Braconidae	Aphidiinae	*Aphidius*	*A. ervi* Halliday, 1934
			Diaretilla	*D. rapae* M'intosh, 1855
			Praon	*P. volucre* Halliday, 1966

L'inventaire des parasitoïdes effectué montre l'existence de 3 espèces appartenant toutes à la sous-famille des Aphidiinae (Tab. 12). Ce sont *Aphidius ervi* (Fig. 64), *Diaretilla rapae* (Fig. 65) et *Praon volucre* (Fig. 66, 67).

3.1.1.9. - Importance du parasitisme

Le taux de parasitisme calculé dans la région de Draâ Ben Khedda sur pomme de terre est de 3 % et 2 % respectivement en 2008 et en 2013 (Fig. 68, 69).

3.1.2. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de fève

Les résultats de l'inventaire global des aphides, l'analyse des résultats par les méthodes statistiques, l'évolution de la population des pucerons ailés capturés et le dénombrement des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de la plante sont présentés. Les résultats de l'inventaire global des prédateurs, l'analyse des résultats et l'évolution des fluctuations des prédateurs recensés sont également exposés.



Figure 64 - Femelle d'*Aphidius ervi* (Photographie originale)



Figure 65 - Mâle de *Diaretilla rapae* (Photographie originale)



Figure 66 - Mâle de *Praon volucre* (Photographie originale)



Figure 67 - Momie de puceron parasité par *Praon volucre* (Photographie originale)

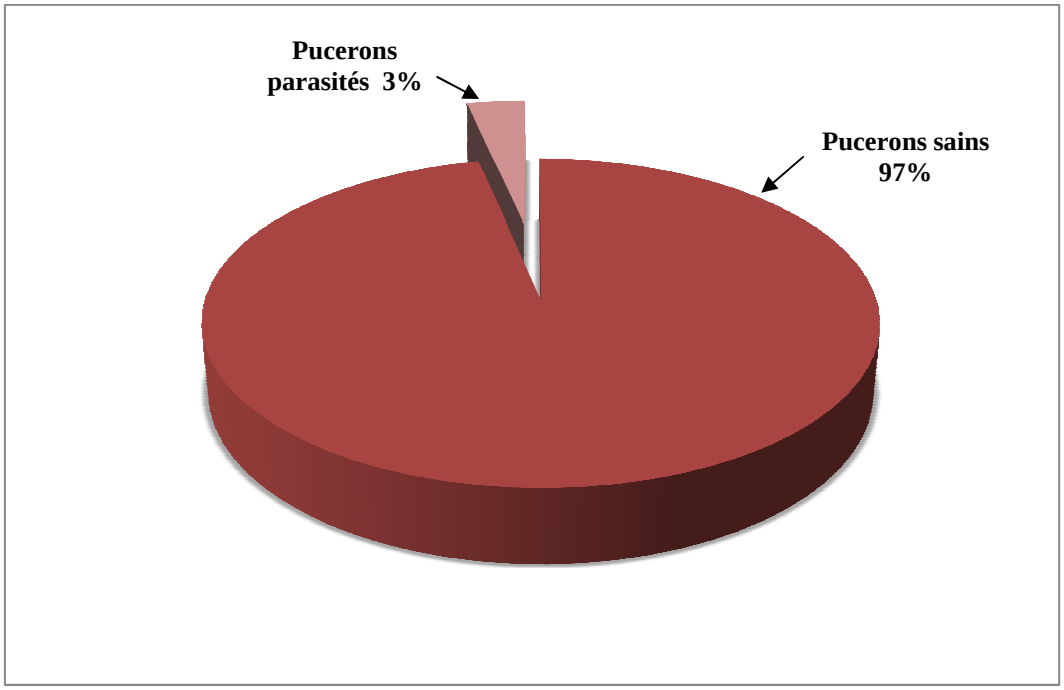


Figure 68 - Taux de parasitisme sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2008

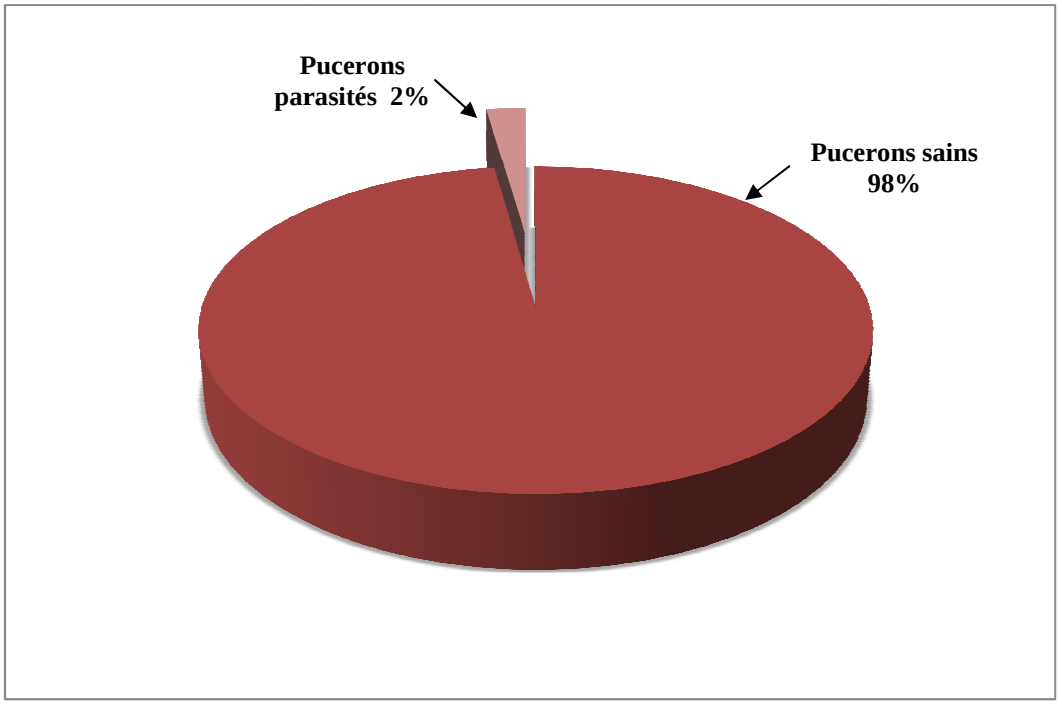


Figure 69 - Taux de parasitisme sur pomme de terre à Draâ Ben Khedda en 2013

3.1.2.1. - Résultats sur l'inventaire global des aphides dans la parcelle de fève

Le piégeage des pucerons ailés dans les bassines jaunes durant la période allant du 15 janvier au 21 mai 2008 et du 12 janvier au 25 mai 2013, ont permis de dresser une liste systématique de 27 espèces de pucerons. Celles-ci sont représentées dans le tableau 13.

Tableau 13 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans la parcelle de fève à Draâ Ben Khedda durant les campagnes 2008 et 2013

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces	2008	2013
Aphidinae	Aphidini	*Aphis*	*A. citricola* Van der Goot, 1912	+	+
			A. craccivora	+	+
			A. fabae	+	+
			A. gossypii	+	+
			A. idaei	+	+
			A. nerii	+	+
		Rhopalosiphum	*R. insertum*	+	+
			R. maidis	+	+
			R. padi	+	+
		Toxoptera	*T. aurantii*	+	-
	Macrosiphini	*Acyrthosiphon*	*A. pisum*	+	-
		Aulacorthum	*A. solani*	+	+
		Brachycaudus	*B. cardui*	-	+
			B. helichrysi	+	+
		Brevicoryne	*B. brassicae*	+	+
		Cavariella	*C. pastinacae*	+	-
		Dysaphis	*D. plantaginea*	-	+
		Hyadaphis	*H. coriandri*	+	-
		Hyperomyzus	*H. lactucae*	+	+
		Lipaphis	*L. erysimi*	+	+
		Macrosiphum	*M. euphorbiae*	+	+
			M. rosae	+	-
		Megoura	*M. viciae*	+	-
		Myzus	*M. persicae*	+	+
		Sitobion	*S. avenae*	+	+
Chaitophorinae	Atheroidini	*Sipha*	*S. maydis* Passerini, 1860	+	-
Pemphiginae	Eriosomatini	*Eriosoma*	*E. lanigerum* Hausman, 1802	+	-

+ : Présence ; **- :** Absence

L'analyse de l'aphidofaune montre la présence de 27 espèces dont 25 espèces en 2008. Celles-ci appartiennent à 3 sous-familles, celles des Aphidinae, des Chaitophorinae et des Pemphiginae. Seulement 19 espèces sont notées en 2013 faisant partie de la sous-famille des

Aphidinae. Cette dernière est représentée par deux tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Cette dernière est prédominante avec 15 espèces (Tab. 13). Pour ce qui concerne les Chaitophorinae, seule une espèce est recueillie, soit *Sipha maydis*. De même pour les Pemphiginae, une seule espèce est notée.

3.1.2.2. - Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage et les indices écologiques utilisés pour exploiter les espèces aphidiennes récoltées sont exposés.

3.1.2.2.1. - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage calculées pour les espèces des pucerons capturés par les pièges jaunes durant les deux campagnes agricoles 2008 et 2013 sont représentées dans le tableau 14.

.

Tableau 14 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés par bassines jaunes sur fève à Draâ Ben Khedda

Paramètres	**2008**	**2013**
a.	2	3
N	19	19
a/N	0,10	0,16

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

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage par rapport aux espèces piégées dans les bassines jaunes dans la présente station sont égales à 0,10 durant la campagne de 2008 et à 0,16 en 2013 (Tab. 14). Ces valeurs sont inférieures à 1, de ce fait les présents échantillonnages sont qualifiés de bon. Les espèces observées une seule fois dans les parcelles d'étude sont donc classés comme des espèces accidentelles. Ce sont des espèces qui n'ont été recensées qu'une seule fois au cours de l'expérimentation. Il s'agit de *Sipha maydis* et *Cavariella pastinacae* pour l'année 2008 et de *Sitobion avenae*, *Myzus persicae* et *Rhopalosiphum insertum* durant la campagne 2013.

3.1.2.2.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

La richesse totale des espèces aphidiennes piégées, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont présentées.

3.1.2.2.2.1. - La richesse totale

La richesse totale est de 25 espèces en 2008 et de 19 espèces en 2013, ceci peut être due à la diversité de la flore spontanée.

3.1.2.2.2.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les fréquences ainsi que les effectifs des 27 espèces de pucerons capturés par les bassines jaunes sont regroupés dans le tableau 15.

L'analyse des relevés montre que la campagne 2008 est plus riche et plus diversifiée que celle de 2013 (Tab. 15). Les effectifs des espèces sont de 215 et de 143 individus respectivement pour 2008 et 2013.

Le puceron du melon et du coton (*Aphis gossypii*) et le puceron bicolore des céréales (*Rhopalosiphum padi*) sont les plus fréquents respectivement avec 16,1% et 13,3% des effectifs en 2013, alors qu'en 2008, ce sont le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) et le puceron noir de la luzerne (*Aphis craccivora*) qui sont les plus abondants avec respectivement 16,7% et 14,9%. Malgré l'importance agronomique de ces deux espèces, elles sont peu présentes en 2013 avec 7% des captures. En 2013, les espèces *Aphis idaei* (10%), *Aphis nerii* (9,1%) et *Aphis citricola* (8,4%) interviennent plus faiblement. En 2008, *Aphis gossypii* participe avec une fréquence de 9,3%. De faibles fréquences sont observées en 2013 pour les espèces *Sitobion avenae*, *Myzus persicae* et *Rhopalosiphum insertum* avec 0,7% chacune et avec 0,9% en 2008. Il s'agit en effet d'espèces passagères recherchant leurs hôtes. Des résultats analogues sont obtenus pour *Sipha maydis* (0,5%) et *Cavariella pastinacae* (0,5%) en 2008. L'abondance des espèces aphidiennes dépend de l'année. En effet, les pucerons mentionnés en 2008 possèdent des fréquences différentes par rapport à ceux notés en 2013. *Aphis fabae* constitue l'espèce la plus fréquente la première année, alors que c'est *Aphis gossypii* qui prédomine au cours de 2013.

Tableau 15 - Abondance relative des espèces des pucerons ailés répertoriés sur fève à Draâ Ben Khedda

Espèces	2008		2013	
	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)
A. gossypii	20	9,3	23	16,1
R. padi	15	6,9	19	13,3
A. idaei	10	4,6	14	10
A. nerii	8	3,7	13	9,1
A. citricola	15	6,9	12	8,4
A. fabae	36	16,7	10	7
A. craccivora	32	14,9	10	7
R. maidis	15	6,9	10	7
B. helichrysi	5	2,3	5	4
A. solani	4	1,7	5	4
L. erysimi	5	2,3	4	3
M. euphorbiae	8	3,7	4	3
B. brassicae	4	1,7	4	3
H. lactucae	5	2,3	3	2,1
D. plantaginea	-	-	2	1,4
B. cardui	-	-	2	1,4
S. avenae	2	0,9	1	0,7
M. persicae	16	7,4	1	0,7
R. insertum	3	1,4	1	0,7
S. maidis	1	0,5	-	-
C. pastinacae	1	0,5	-	-
M. rosae	4	1,7	-	-
H. coriandri	3	1,4	-	-
A. pisum	2	0,9	-	-
T. aurantii	10	4,6	-	-
M. vicia	3	1,4	-	-
E. lanigerum	2	0,9	-	-
Total	**215**	**100**	**143**	**100**

Ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondance relative

3.1.2.2.2.3. - Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces recensées dans la région de Draâ Ben Khedda sur la culture de la fève durant les deux campagnes agricoles 2008 et 2013 sont présentées dans le tableau 16.

Tableau 16 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés capturés par pièges jaunes sur fève à Draâ Ben Khedda

Espèces	2008		2013	
	Fréquence d'occurrence (%)	**Classes de constance**	**Fréquence d'occurrence (%)**	**Classes de constance**
A. gossypii	70	Régulière	79	Constante
R. padi	63,16	Régulière	68,42	Régulière
A. idaei	42,10	Accidentelle	47,37	Accessoire
A. nerii	36,84	Accidentelle	42,10	Accidentelle
A. citricola	31,58	Accidentelle	26,31	Rare
A. fabae	79	Constante	52,63	Accessoire
A. craccivora	79	Constante	31,58	Accidentelle
R. maidis	47,37	Accessoire	31,58	Accidentelle
B. helichrysi	21,1	Rare	21,1	Rare
A. solani	21,1	Rare	21,1	Rare
L. erysimi	21,1	Rare	15,79	Rare
M. euphorbiae	31,58	Accidentelle	21,1	Rare
B. brassicae	15,79	Rare	15,79	Rare
H. lactucae	15,79	Rare	15,79	Rare
D. plantaginea	-	-	10,53	Très rare
B. cardui	-	-	10,53	Très rare
S. avenae	10,53	Très rare	5,26	Très rare
M. persicae	36,84	Accidentelle	5,26	Très rare
R. insertum	15,79	Rare	5,26	Très rare
S. maidis	5,26	Très rare	-	-
C. pastinacae	5,26	Très rare	-	-
M. rosae	21,1	Rare	-	-
H. coriandri	15,79	Rare	-	-
A. pisum	10,53	Très rare	-	-
T. aurantii	26,31	Rare	-	-
M. vicia	15,79	Rare	-	-
E. lanigerum	5,26	Très rare	-	-

- : Absence

Les résultats obtenus montrent qu'en 2008 *Aphis fabae* et *Aphis craccivora* sont des espèces appartenant à la classe de constance constante. En 2013, seule *Aphis gossypii* est classée dans cette catégorie (Tab. 16). Alors que cette espèce appartient à la classe de constance régulière en 2008, au même titre que *Rhopalosiphum padi* qui se trouve régulière durant les deux années d'étude. La majorité des espèces se classent dans la classe de constance rare, telles que *Brachycaudus helichrysi*, *Aulacorthum solani*, *Lipaphis erysimi*, *Hyperomyzus lactucae* et *Brevicoryne brassicae.*

3.1.2.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

La diversité des espèces par le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et de l'indice d'équirépartition (E) est présentée.

3.1.2.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les résultats concernant l'indice de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) appliqués sur les espèces de pucerons piégés par le moyen des bassines jaunes sont rassemblés dans le tableau 17.

Tableau 17 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons ailés capturés durant les campagnes 2008 et 2013

Paramètres	**2008**	**2013**
H'(bits) : Diversité de Shannon Weaver	4,06	3,77
H'max (bits) : Diversité maximale	4,64	4,25
E: Equitabilité	0,87	0,89

Les résultats du calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') donnent 4,06 bits en 2008 et 3,77 bits en 2013 (Tab. 17). Il est à remarquer que les valeurs de la diversité des espèces de pucerons ailés capturés durant les campagnes 2008 et 2013 sont élevées. Pour ce qui concerne l'equitabilité, celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

3.1.2.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés

Au cours de la présente étude, la courbe de vol de l'ensemble des espèces de pucerons capturées par les bassines jaunes dans la région de Draâ Ben Khedda sur fève, montre que les populations de pucerons sont absentes au cours des premières semaines qui s'étalent du 15 janvier au 5 février 2008 et du 19 janvier jusqu'au 16 mars 2013 et qui est probablement due aux précipitations et aux basses températures (Fig. 70, 71).

Une augmentation progressive des effectifs de pucerons ailés est enregistrée à partir de la mi-février en 2008 et à partir du début avril en 2013, jusqu'à atteindre un pic le 6 mai 2008 et le 25 mai 2013. Cet accroissement est le résultat des conditions climatiques favorables telles que des températures maximales de 25 °C en 2008 et de 22,4 °C en 2013 (Fig. 3, 4).

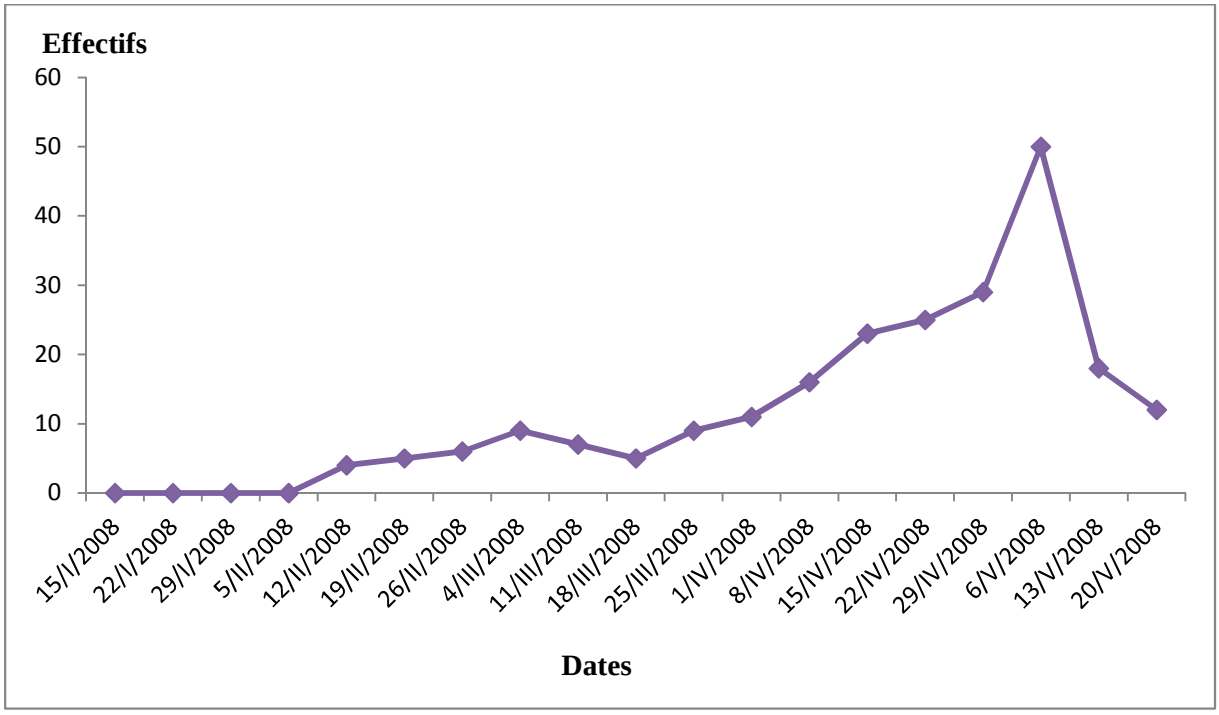


Figure 70 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

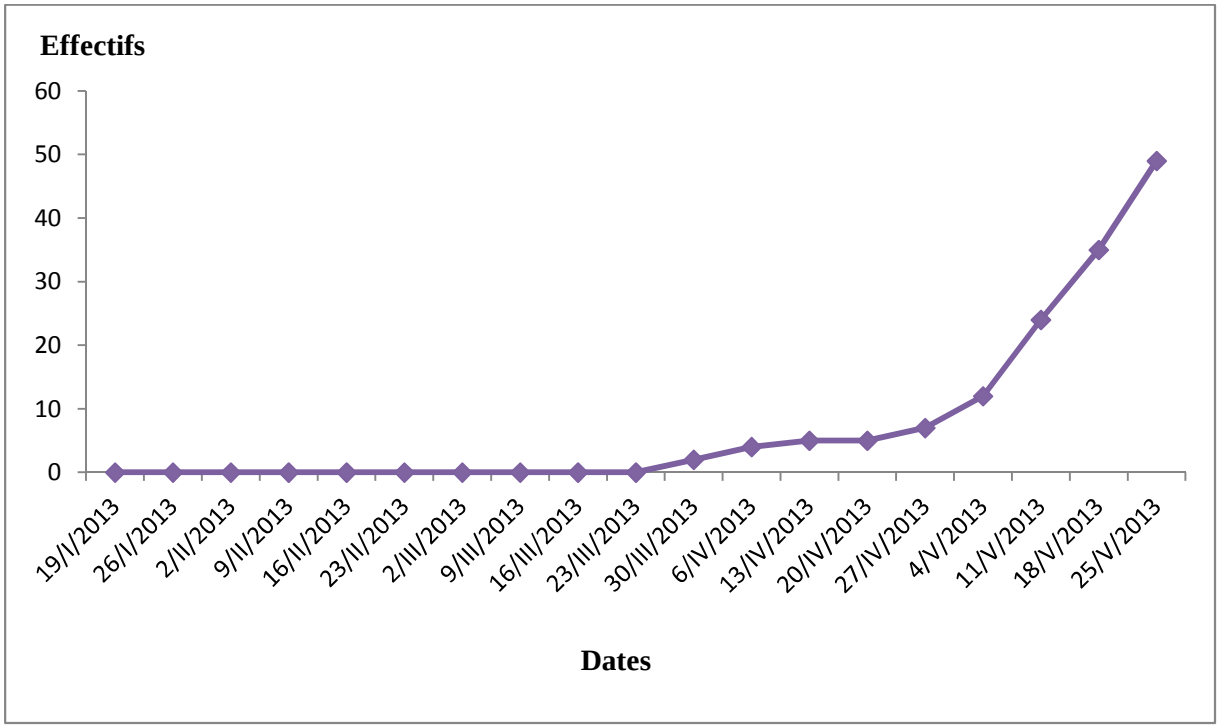


Figure 71 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

La diminution progressive des effectifs des pucerons notée à partir de la mi-mai 2008 est causée par l'augmentation des températures, par le dessèchement de leur plante hôte et l'action des ennemis naturels.

3.1.2.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de fève

L'importance des populations de pucerons installées sur le feuillage de la fève et leur évolution au cours du temps sont étudiées.

3.1.2.4.1. - Importance des populations aphidiennes installées sur feuilles de fève

Les résultats, portant sur le dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur feuilles de fève dans la région de Draâ Ben Khedda, durant les deux campagnes agricoles 2008 et 2013 sont illustrés par les figures 72 et 73.

Quatre espèces de pucerons sont recensées sous la forme de colonies aptères sur la culture de la fève (Fig. 72, 73). *Aphis fabae* s'avère être l'espèce prédominante. Elle est rencontrée les deux années avec des fréquences d'infestation importantes, à savoir 56% en 2008 et 66% en 2013. Les trois autres espèces de pucerons qui se sont installées sur les feuilles de *Vicia faba* sont représentées avec des effectifs moins importants. *Aphis gossypii* est représenté en 2008 et 2013 par respectivement 11 % et 33 %. *Aphis craccivora* qui n'est présent qu'en 2008 se retrouve avec 33% de la population globale (Fig. 72). *Lipaphis erysimi* qui est notée en 2013 comme une troisième espèce avec une fréquence de 1 % est trouvée accidentellement sur la culture de fève (Fig. 73).

3.1.2.4.2. - Evolution de la population globale des pucerons aptères installés sur le feuillage de la fève

L'évolution de la population globale des pucerons aptères installés sur feuilles de fève en 2008 et en 2013 est illustrée par les figures 74 et 75.

Les premiers foyers d'infestation par des aptères sur *Vicia faba* sont apparus au mois de février avec un décalage de 10 jours entre les deux années (Fig. 74, 75). Les effectifs évoluent progressivement pour atteindre un premier pic le 5 mars 2008 avec 445 individus, soit 5,6%

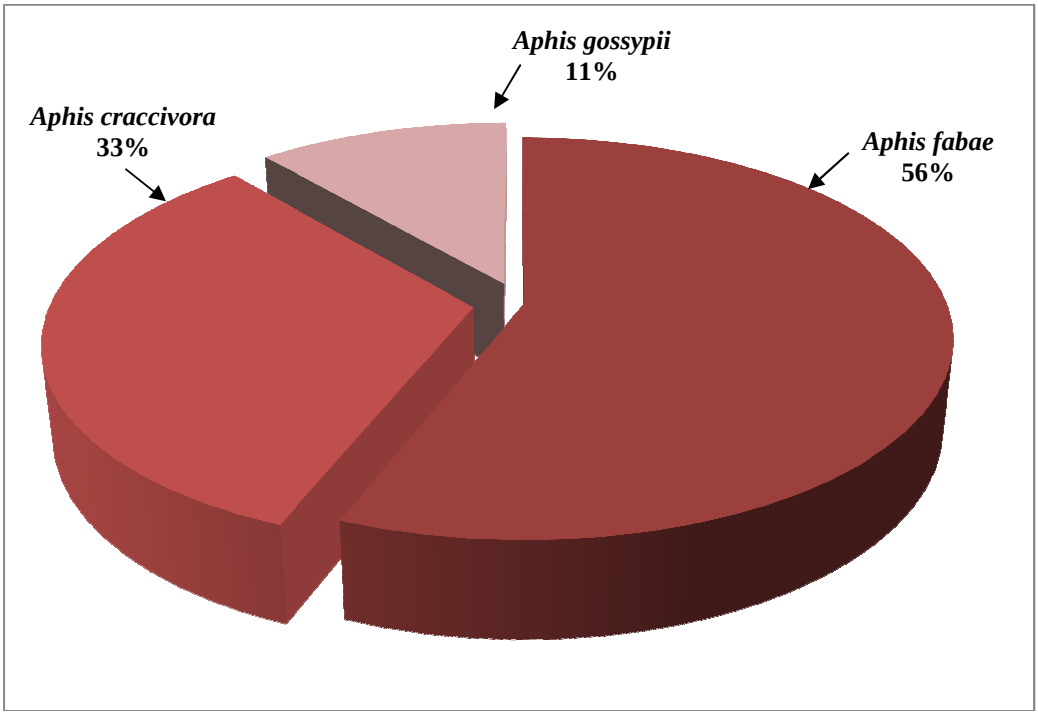


Figure 72 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

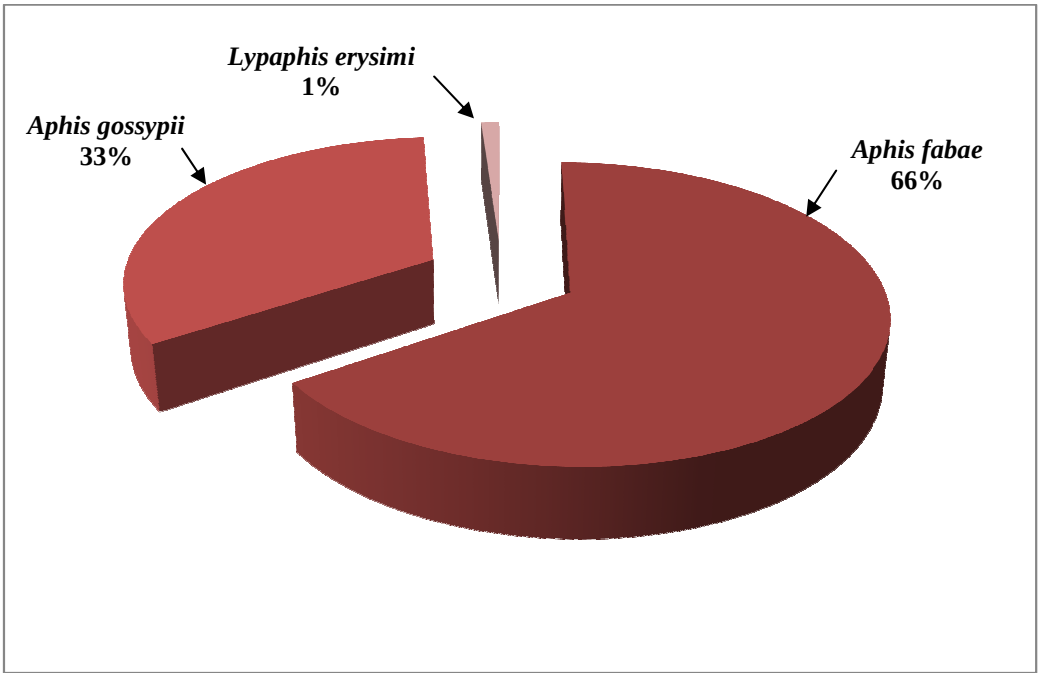


Figure 73 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

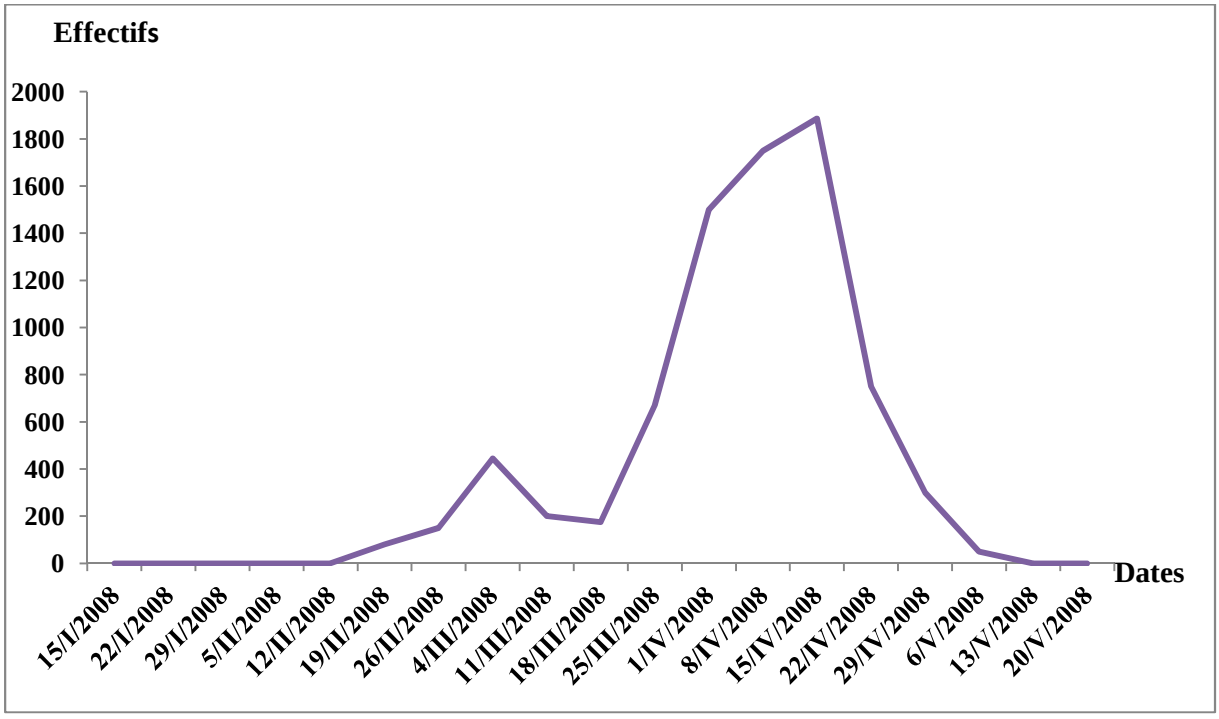


Figure 74 - Évolution temporelle du nombre moyen de pucerons aptères présents sur les plants de *Vicia faba* en 2008

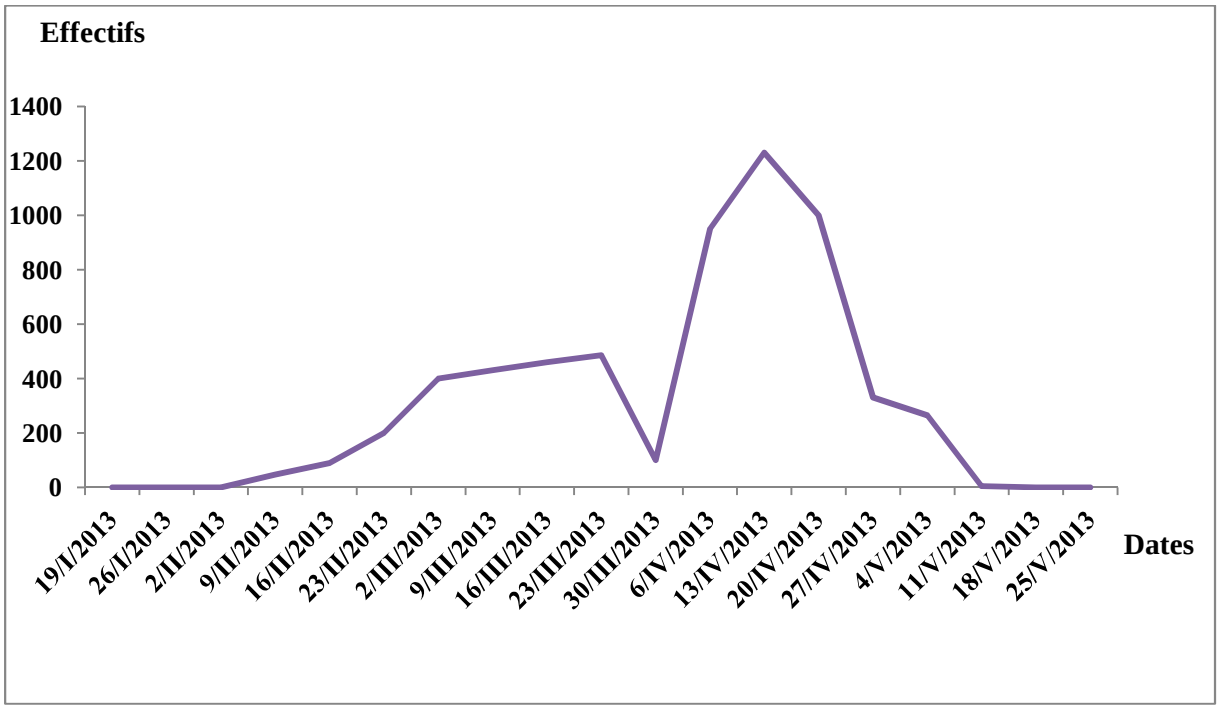


Figure 75 - Évolution temporelle du nombre moyen de pucerons aptères présents sur les plants de *Vicia faba* en 2013

de la population globale et 485 individus, soit 8% de la population globale, le 23 mars 2013. Cela pourrait être dû à l'élévation des températures favorables enregistrées durant le mois de mars (12,9 °C en 2008 et 14,3 °C en 2013), qui ont permis la prolifération des aptères. La légère diminution des effectifs observée à partir de ces dates est probablement due aux chutes de pluies intervenues. Le second pic intervient après l'augmentation des populations de pucerons au-delà du 25 mars 2008 et du 6 avril 2013. Il se traduit par des colonies denses le 16 avril 2008 et le 13 avril 2013. La diminution progressive des effectifs des pucerons jusqu'à leur disparition en mai, est causée par l'augmentation des températures, par le dessèchement de leur plante hôte et par l'action des ennemis naturels.

3.1.2.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs

Les résultats sur l'inventaire des espèces prédatrices effectué dans la parcelle de fève, dans la région de Draâ Ben Khedda, durant les campagnes 2008 et 2013, sont reportés dans le tableau 18.

Tableau 18 - Inventaire global des prédateurs recensés

Ordres	**Familles**	**Sous-familles**	**tribus**	**Genres**	**Espèces**	**2008**	**2013**
Coleoptera	Coccinellidae	Coccinellinae	Coccinellini	*Coccinella*	*C. algerica*	+	+
			Hippodamini	*Adonia*	*A. variegata*	+	+
		Scymninae	Scymnini	*Scymnus*	*S. pallipediformis*	+	-
Diptera	Syphidae	Syrphinae	Syrphini	*Episyrphus*	*E. balteatus*	+	+
Neuroptera	Chrysopidae	Chrysopinae	Chrysopini	*Chrysoperla*	*C. carnea*	+	-

+ : Présence ; **- :** Absence

L'inventaire réalisé révèle l'existence de 5 espèces prédatrices, reparties en 5 genres, regroupées en 3 familles en 2008. Il s'agit des Coccinellidae, des Syphidae et des Chrysopidae. En 2013 par contre, 3 espèces seulement sont recensées, ces dernières sont reparties en 3 genres et 2 familles (Tab. 18).

3.1.2.6. - Analyse des résultats

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

3.1.2.6.1. - Qualité d'échantillonnage des prédateurs capturés

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces de prédateurs capturés durant les deux campagnes agricoles dans les parcelles de la fève est représentée dans le tableau 19.

Tableau 19 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs capturés sur la fève à Draâ Ben Khedda

Paramètres	**2008**	**2013**
a	0	0
N	19	19
a/N	0	0

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

La valeur de la qualité de l'échantillonnage des espèces prédatrices recensées durant les campagnes agricole 2008 et 2013 est de 0 (Tab. 19).

3.1.2.6.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

Le traitement des espèces de pucerons implique la richesse totale de ces espèces, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence.

3.1.2.6.2.1. - Richesse totale

Il est à souligner que les richesses totales sont très basses. Elles atteignent à peine 5 espèces en 2008 et 3 espèces en 2013.

3.1.2.6.2.2. - Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les fréquences ainsi que les effectifs des 5 et 3 espèces prédatrices capturées respectivement durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 sont regroupés dans le tableau 20.

Tableau 20 - Abondance relative des espèces prédatrices répertoriées sur la fève à Draâ Ben Khedda

Espèces	**2008**		**2013**	
	Ni	**AR (%)**	**Ni**	**AR (%)**
C. algerica	34	32%	42	50%
A.. variegata	21	20%	39	46,5%
S. pallipediformis	2	2%	-	-
E. balteatus	2	2%	3	3,5%
C. carnea	46	44%	-	-
Totaux	**105**	**100**	**84**	**100**

Ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondance relative

Pendant les deux campagnes de piégeage, 105 et 46 individus de prédateurs sont collectés en 2008 et 2013 respectivement. Parmi lesquels la coccinelle à sept points C*occinella algerica* est l'espèce la plus fréquemment observée comptabilisant 34 % des effectifs capturés en 2008 et 50 % en 2013. Vient ensuite la chrysope verte *Chrysoperla carnea* avec une fréquence de 44%, alors qu'elle est absente en 2013. *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* est représentée par 20% et 46,5% en 2008 et 2013 respectivement (Tab. 20). Enfin, le syrphe *Episyrphus balteatus* se trouve en dernière position avec une fréquence de 2% et 3,5% respectivement en 2008 et 2013.

3.1.1.6.2.3. - Fréquence d'occurrence (F.O. %) et constance

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiphages recensées dans la région de Draâ Ben Khedda sur la fève durant les années 2008 et 2013 sont présentées dans le tableau 21.

Tableau 21 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de prédateurs capturés sur la fève à Draâ Ben Khedda

Espèces	2008		2013	
	Fréquence d'occurrence (%)	**Classes de constance**	**Fréquence d'occurrence (%)**	**Classes de constance**
C. algerica	63,15%	constante	63,15%	constante
A.. variegata	47,37%	accessoire	52,63%	constante
S. pallipediformis	5,26%	accidentelle	-	-
E. balteatus	10,52%	accidentelle	10,52%	accidentelle
C. carnea	47,37%	accessoire	-	-

Il apparait que la coccinelle *Coccinella algerica* appartient à la classe de constance qualifiée de constante avec un taux de 63,2 % au cours des deux années d'étude. *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* par contre est accessoire en 2008 et est constante en 2013 (Tab. 21). *Chrysoperla carnea* qui est absente en 2013 est classée comme accessoire en 2013 avec une constance de 47,4 %. Quand aux autres espèces, elles sont toutes accidentelles avec des constances comprises entre 5,3 % et 10,5 %.

3.1.2.6.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équirépartition (E) sont présentés.

3.1.2.6.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les résultats concernant la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) appliquées sur les espèces prédatrices recensées durant les campagnes 2008 et 2013 sont rassemblés dans le tableau 22.

Tableau 22 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H') de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturées

Paramètres	2008	2013
H'(Bits) : Diversité de Shannon Weaver	1,73	1,18
H'max (Bits) : Diversité maximale	2,32	1,58
E: Equitabilité	0,74	0,75

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé au niveau de la parcelle de la fève est de 1,73 bits en 2008 et de 1,18 bits en 2013 (Tab. 22). Pour l'équitabilité, quand celle-ci tend vers 1, elle traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

3.1.2.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés

Les résultats obtenus montrent que le développement des aphidiphages suit celui des populations de pucerons après un certain temps qui est de 7 jours pour les deux années 2008 et 2013 sur la fève (Fig. 76, 77). Les coccinelles sont les premiers prédateurs qui arrivent durant les deux années d'étude (2008, 2013). Elles exploitent les premières pullulations de pucerons. L'effectif des coccinelles augmente progressivement pour atteindre un premier pic durant la première quinzaine du moi de mars (11 III 2008 et 16 III 2013). Leur présence décroît rapidement par la suite, probablement à cause des chutes de pluie enregistrées à ces périodes. Un deuxième pic est atteint la dernière décade du mois de mai avec 13 et 14 individus respectivement en 2008 et 2013. Le syrphe *Episyrphus balteatus* et la chrysope *Chrysoperla carnea* arrivent en deuxième position, avec un décalage de 15 jours en 2008, alors qu'en 2013, ce décalage est de 7 semaines pour *Episyrphus balteatus* qui n'a pas pu se maintenir sur la culture de la fève où nous n'avons recensé que 3 individus durant toute la période d'échantillonnage.

3.1.3. - Bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans les vergers d'agrumes

D'une part, l'inventaire global des aphides, l'analyse des résultats, l'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés ainsi que le dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles sont exposés. D'autre part, l'inventaire global des prédateurs recensés et l'analyse des résultats notamment sur l'évolution des fluctuations des prédateurs recensés sont présentés.

3.1.3.1. - Résultats de l'inventaire global des aphides

Au cours de la présente étude expérimentale, un inventaire des espèces de pucerons vivant sur différentes espèces de *Citrus* est effectué durant la période allant du 1 janvier 2008 jusqu'au 30 décembre 2008 et du 1 janvier 2013 au 30 décembre 2013. Les

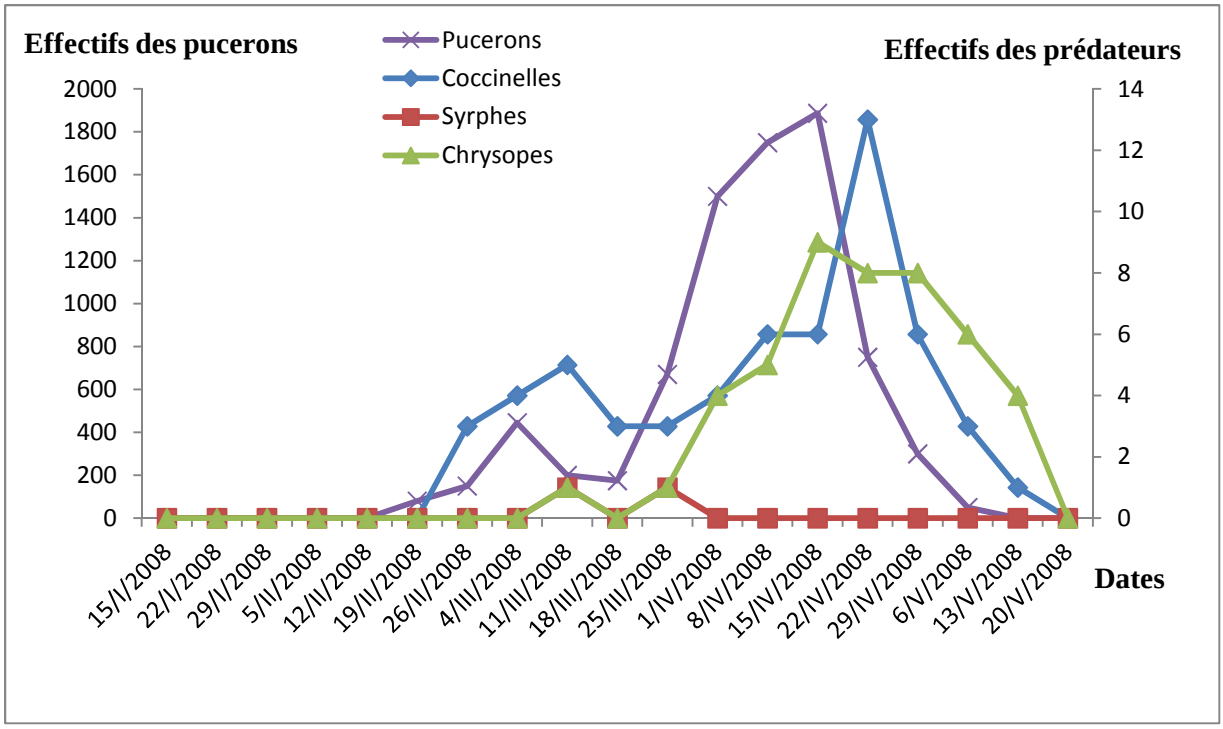


Figure 76 - Fluctuations de la population des prédateurs recensés sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

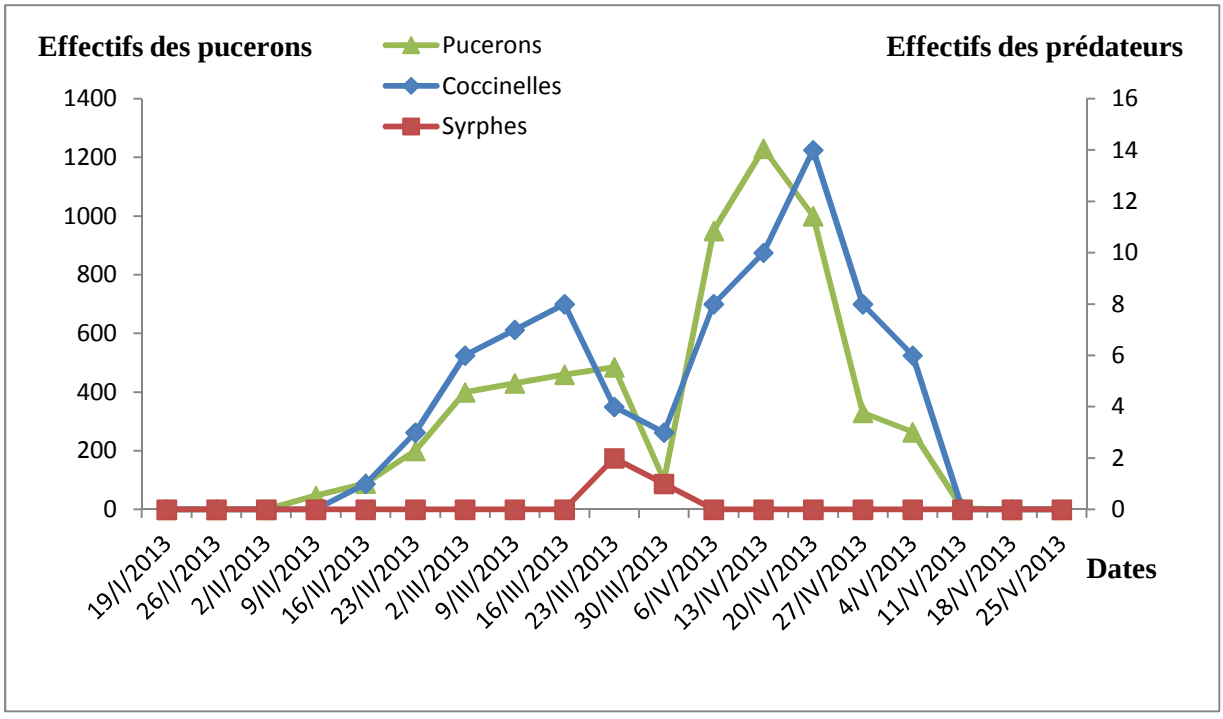


Figure 77 - Fluctuations de la population des prédateurs recensés sur fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 20

espèces recensées sont classées selon le catalogue de REMAUDIERE et REMAUDIERE (1997) et sont mises dans le tableau 23.

Les résultats de l'inventaire révèlent l'existence de 57 espèces de pucerons piégés dans les différents vergers d'étude. 50 espèces aphidiennes sont piégées dans la parcelle d'orangers *valencia late* en 2008 et 47 espèces en 2013 dans cette même parcelle. Dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, 26 espèces sont capturées en 2008 et 28 espèces en 2013. Pour l'oranger *thomson* de la station de Sikh Oummedour, 32 et 29 espèces sont capturées respectivement en 2008 et 2013. 42 espèces sont notées en 2008 et 35 espèces en 2013 dans la parcelle de citronniers. Du point de vue qualitatif, la sous-famille des Aphidinae est la plus riche (42 espèces en 2008 et 40 espèces en 2013 dans la parcelle d'orangers *valencia late*, 23 espèces en 2008 et 25 espèces en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson navel* de la station d'Abid Chamlal, 36 espèces en 2008 et 29 espèces en 2013 dans la parcelle de citronniers et 28 espèces en 2008 et 25 espèces en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour). La sous-famille des Aphidinae est représentée par deux tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Cette dernière est prédominante avec 27 espèces dans la parcelle d'orangers *valencia late*, 12 espèces dans la parcelle d'orangers *thomson navel* de la station d'Abid Chamlal, 24 espèces dans la parcelle de citronnier et 17 espèces dans la parcelle d'oranger *thomson* dans la station de Sikh Oummedour (Tab. 23). La deuxième sous-famille est celle des Myzocallidinae. Elle est formée par deux tribus et 5 espèces. La troisième sous-famille est celle des Pemphiginae. Cette dernière est formée par deux tribus, représentée par 4 espèces.

La quatrième sous-famille est celle des Chaitophorinae. Elle est formée par une seule tribu, celle des Atheroidini qui est représentée par deux espèces. Ce sont *Sipha maydis* et *Chaitophorus* sp.

3.1.3.2. - Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons piégés.

Tableau 23 - Liste des espèces aphidiennes inventoriées dans les vergers d'agrumes d'Abid Chamlal et Sikh Oummedour durant les années d'étude 2008 et 2013

Sous-Familles	Tribus	Genres	Espèces	Station d'Abid Chamlal				Station de Sikh Oummedour			
				valencia late		*thomson*		citronnier		*thomson*	
				2008	2013	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Aphidinae	Aphidini	*Aphis*	*A. citricola*	+	+	+	+	+	+	+	+
			A. craccivora	+	+	+	+	+	+	+	+
			A. fabae	+	+	+	+	+	+	+	+
			A. gossypii	+	+	+	+	+	+	+	+
			A. idaei	+	+	+	+	+	+	+	+
			A. nerii	+	+	+	+	+	+	+	+
			Aphis sp.	+	-	-	+	-	-	-	-
		Hyalopterus	*H. pruni*	+	+	+	+	+	+	+	+
		Rhopalosiphum	*R. maidis*	+	+	+	+	+	+	+	+
			R. padi	+	+	+	+	+	+	+	+
			R. rufiabdominalis	+	+	-	-	-	-	-	-
			R. insertum	+	+	+	+	+	+	+	+
			R. staphyleae Koch, 1945	+	+	-	-	-	-	-	-
		Schizaphis	*S. gramineum*	+	+	-	-	+	-	+	-
		Toxoptera	*T. aurantii*	+	+	+	+	+	+	+	+
	Macrosiphini	*Acyrthosiphon*	*A. pisum*	+	+	-	-	+	+	-	-
		Aspidaphis	*A. adjuvans* Walker, 1848	+	+	-	-	-	-	-	-
		Aulacorthum	*A. solani*	+	+	+	+	+	+	+	+
		Brachycaudus	*B. cardui*	+	+	-	-	+	-	-	-
			B. helichrysi	+	+	+	+	+	+	+	+
			B. prunicola	+	+	-	-	-	-	-	-
			B. rumexicolens Patch, 1917	+	+	-	-	+	-	-	+
		Brevicoryne	*B. brassicae*	+	+	-	-	+	-	+	-
		Diuraphis	*D. noxia*	-	-	+	+	+	+	+	+
		Dysaphis	*D. plantaginae*	+	+	+	+	+	+	+	+
			D. tulipae	+	+	-	-	-	-	-	-

		Hyadaphis	*H. coriandri*	+	+	+	+	+	+	+	+
			H. foeniculi	+	-	-	-	+	+	+	+
		Hyperomyzus	*H. lactucae*	+	+	+	+	+	+	+	+
			H. picridis	+	+	-	-	+	-	+	-
		Lipaphis	*L. erysimi*	+	+	-	-	+	+	+	+
		Macrosiphoniella	*M. festucae* Theobald, 1917	+	+	-	-	+	+	-	-
		Macrosiphum	*M. euphorbeae*	+	+	-	-	+	+	+	+
			M. rosae	+	+	-	-	+	+	+	+
		Megoura	*M. viciae*	+	+	+	+	-	-	-	-
		Metopolophium	*M. dirhodum*	+	+	+	+	+	+	-	-
			M. festucae	-	-	+	+	+	+	-	-
			M. helichrysi	+	+	-	-	-	-	-	-
		Myzus	*M. persicae*	+	+	+	+	+	+	+	+
			M. ascalonicus	+	+	-	-	+	-	-	-
		Saltusaphis	*S. scipus*	-	-	-	+	+	-	-	-
		Sitobion	*S. avenae*	+	+	+	+	+	+	+	+
			S. fragariae	+	+	-	-	+	+	+	+
		Phorodon	*P. humuli* Schrank, 1801	+	+	-	-	-	-	-	-
		Tetraneura	*T. nigriobdominalis*	-	-	+	+	-	-	-	-
Chaitophorinae	Atheroidini	*Sipha*	*S. maydis*	-	-	-	-	+	+	+	+
		Chaitophorus	*Chaitophorus* sp.	-	-	-	-	+	+	-	-
Myzocallidinae	Eulachnini	*Cedrobium*	*C. laportei* Fabre, 1982	+	+	-	-	-	-	-	-
		Megourella	*M. purpurea* Hille Ris Lambers, 1949	+	+	-	-	-	-	-	-
	Myzocallidini	*Haplocallis*	*H. pictus* Ferrari, 1872	-	-	-	-	+	+	+	+
		Myzocallis	*M. castanicola*	+	+	+	+	+	+	+	+
			M. komareki Pasek, 1953	+	-	-	-	+	+	-	-
Pemphiginae	Fordini	*Aloephagus*	*A. myersi* Essig, 1950	+	+	-	-	-	-	-	-
		Baizongia	*B. pistaciae* Linnaeus, 1758	+	+	-	-	-	-	-	-
		Smynthurodes	*S. betae*	+	+	+	+	-	-	-	-
	Pemphigini	*Pemphigus*	*Pemphigus* sp.	+	+	+	+	+	+	+	+

3.1.3.2.1 - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage calculées à partir des relevés effectués au niveau des différents vergers d'étude figurent dans le tableau 24.

Tableau 24 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des pucerons capturés dans des bassines jaunes dans les vergers de *Citrus*

Paramètres	**Station d'Abid Chamlal**				**Station de Sikh Oummedour**			
	Orangers *valencia late*		**Orangers *thomson***		**Citronniers**		**Orangers *thomson***	
	2008	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**
a.	10	15	6	8	9	11	7	7
N	48	48	48	48	48	48	48	48
a/N	0,21	0,31	0,12	0,16	0,19	0,23	0,14	0,14

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

La valeur de la qualité d'échantillonnage obtenue au niveau de la parcelle d'orangers *valencia late* est égale à 0,21 en 2008 et 0,31 en 2013. Dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, cette valeur est de 0,12 en 2008 et de 0,16 en 2013. La valeur de la qualité d'échantillonnage dans la parcelle de citronniers est de 0,19 en 2008 et de 0,23 en 2013. Elle est de 0,14 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour et ce durant les deux années d'étude 2008 et 2013 (Tab. 24). Les valeurs de a/N étant faibles, l'échantillonnage est donc réalisé avec une bonne précision.

3.1.3.2.2. – Traitement des espèces de pucerons par des indices écologiques de composition

Le traitement des espèces de pucerons est basé sur la richesse totale de ces espèces, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence.

3.1.3.2.2.1. - Richesse totale (S) des espèces de pucerons

La richesse totale ou nombre totale des espèces capturées en 2008 est de 50 dans la parcelle d'orangers *valencia late*, 26 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, 42 dans la parcelle de citronniers et 32 dans la parcelle

d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour. La valeur de S obtenue en 2013 est de 47 dans la parcelle d'orangers *valencia late*, 28 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, 35 dans la parcelle de citronniers et 29 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour s'élève à 55 espèces.

3.1.3.2.2.2. - Fréquences centésimales (F.C. %) ou abondances relatives (A.R. %) des espèces de pucerons

Les fréquences ainsi que les effectifs des 27 espèces de pucerons capturés par les bassines jaunes sont regroupés dans le tableau 25.

L'inventaire des espèces aphidiennes capturées dans les quatre vergers d'agrumes révèle la présence de 870 individus répartis entre 50 espèces en 2008 et de 757 individus répartis entre 47 espèces en 2013 dans la parcelle de l'oranger *valencia late*. 450 individus répartis en 26 espèces sont capturés en 2008 et 457 individus formant 28 espèces en 2013 sont recensés dans la parcelle de l'oranger *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Au niveau du verger de citronniers, 834 individus répartis entre 42 espèces sont inventoriés en 2008 et 680 individus répartis entre 35 espèces sont capturés en 2013. Dans le verger de *thomson*, situé dans la station de Sikh Oummedour, 718 individus répartis entre 32 espèces sont recensés en 2008 et 595 individus répartis entre 29 espèces sont inventoriés en 2013. Dans la totalité des espèces recensées, *Aphis citricola* est l'espèce la mieux représentée dans les vergers de la station d'Abid Chamlal, avec une fréquence de 13,3 % en 2008 et de 13,5 % en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. Une fréquence de 29,6 % est obtenue en 2008 et de 23,1 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* (Tab. 25). Dans la station de Sikh Oummedour, par contre, c'est l'espèce *Toxoptera aurantii* qui est la mieux représentée. *Toxoptera aurantii* est notée avec une fréquence de 22,2 % en 2008 et de 18,7 % en 2013 dans la parcelle de citronniers. Cet aphide se trouve avec une fréquence de 19,9 % en 2008 et de 18,8 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson*. La seconde place est occupée par *Toxoptera aurantii* avec une fréquence de 12,7 %, suivie de *Macrosiphum euphorbiae* avec une fréquence de 10,9 % en 2008 dans la parcelle d'orangers *valencia late*. Au niveau de la même parcelle, c'est *Macrosiphum euphorbiae* qui occupe la seconde place avec une fréquence de 13,4 % en 2013, suivie par *Toxoptera aurantii* avec une fréquence de 10,5 %. Dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, *Aphis nerii* vient en deuxième position avec une

Tableau 25 - Abondances relatives des espèces des pucerons ailés répertoriés dans les vergers de *Citrus* en 2008 et en 2013

Espèces	Station d'Abid Chamlal								Station de Sikh Oummedour							
	valencia late				*thomson*				citronnier				*thomson*			
	2008		2013		2008		2013		2008		2013		2008		2013	
	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)
A. citricola	125	14,37	108	14,27	133	29,55	106	23,19	135	16,19	110	16,18	124	17,27	105	17,65
A. craccivora	31	3,56	16	2,11	14	3,11	17	3,72	90	10,79	85	12,5	67	9,33	60	10,08
A. fabae	26	3	16	2,11	10	2,22	8	1,75	60	7,19	57	8,38	90	12,53	85	14,28
A. gossypii	60	6,9	39	5,15	37	8,22	65	14,22	60	7,19	60	8,82	77	10,72	62	10,42
A. idaei	16	1,84	28	3,7	12	2,66	28	6,13	17	2,04	12	1,76	15	2,09	9	1,51
A. nerii	33	3,8	63	8,32	50	11,11	64	14	15	1,80	15	2,20	12	1,67	9	1,51
Aphis sp.	1	0,11	-	-	-	-	1	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
H. pruni	9	1,03	3	0,4	9	2	2	0,47	3	0,36	2	0,30	1	0,14	2	0,34
R. maidis	65	7,5	71	9,4	32	7,11	35	8	33	3,96	27	3,97	23	3,20	19	3,19
R. padi	60	6,9	57	7,53	30	6,66	48	11,05	34	4,08	30	4,41	25	3,48	23	3,86
R. rufiabdominalis	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. insertum	3	0,34	2	0,26	2	0,44	1	0,22	6	0,72	1	0,15	4	0,56	1	0,17
R. staphyleae	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. gramineum	7	0,8	12	1,58	-	-	-	-	1	0,12	-	-	1	0,14	-	-
T. aurantii	120	13,8	86	11,36	44	9,78	23	5,03	185	22,18	127	18,68	143	19,92	112	18,82
A. pisum	3	0,36	1	0,13	-	-	-	-	1	0,12	4	0,60	-	-	-	-
A. adjuvans	1	0,11	2	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. solani	12	1,4	18	2,38	5	1,11	1	0,22	8	0,96	4	0,60	7	0,97	5	0,84
B. cardui	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	1	0,12	-	-	-	-	-	-
B. helichrysi	10	1,15	9	1,19	6	1,33	3	0,66	3	0,36	2	0,30	3	0,42	2	0,34
B. prunicola	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. rumexicolens	2	0,23	2	0,26	-	-	-	-	1	0,12	-	-	-	-	1	0,17
B. brassicae	8	0,92	4	0,53	-	-	-	-	2	0,24	-	-	2	0,28	-	-
D. noxia	-	-	-	-	1	0,22	2	0,44	3	0,36	1	0,15	2	0,28	1	0,17
D. plantaginae	28	3,22	33	4,36	5	1,11	3	0,66	7	0,84	4	0,60	8	1,11	3	0,5
D. tulipae	5	0,57	6	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. apiifolia	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	1	0,12	2	0,30	3	0,42	-	-
H. coriandri	8	0,92	4	0,53	19	4,22	27	5,91	8	0,96	4	0,60	5	0,7	3	0,5
H. foeniculi	4	0,46	-	-	-	-	-	-	2	0,24	1	0,15	1	0,14	2	0,34
H. lactucae	13	1,5	6	0,79	11	2,44	3	0,66	6	0,72	6	0,90	4	0,56	3	0,5
H. picridis	3	0,34	1	0,13	-	-	-	-	1	0,12	-	-	1	0,14	-	-

L. erysimi	15	1,72	2	0,26	-	-	-	-	10	1,20	9	1,32	12	1,67	14	2,35
Macrosiphoniella festucae	10	1,15	9	1,19	-	-	-	-	2	0,24	1	0,15	-	-	-	-
M. euphorbeae	90	10,34	97	12,81	-	-	-	-	27	3,24	29	4,26	18	2,51	18	3,02
M. rosae	24	2,76	2	0,26	-	-	-	-	39	4,68	36	5,29	28	3,90	24	4,03
M. viciae	6	0,69	2	0,26	10	2,22	6	1,31	-	-	-	-	-	-	-	-
M. dirhodum	3	0,34	1	0,13	3	0,66	1	0,22	3	0,36	2	0,30	-	-	-	-
Metopolophium festucae	-	-	-	-	2	0,44	1	0,22	2	0,24	1	0,15	-	-	-	-
M. helichrysi	5	0,57	11	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. persicae	18	2,07	10	1,32	7	1,55	1	0,22	47	5,63	37	5,44	33	4,60	24	4,03
M. ascalonicus	1	0,11	1	0,13	-	-	-	-	2	0,24	-	-	-	-	-	-
S. scipus	-	-	-	-	-	-	1	0,22	2	0,24	-	-	-	-	-	-
S. avenae	13	1,49	8	1,06	4	0,88	3	0,66	2	0,24	3		1	0,14	2	0,34
S. fragariae	4	0,46	1	0,13	-	-	-	-	1	0,12	1	0,15	1	0,14	1	0,17
P. humuli	2	0,23	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T. nigriobdominalis	-	-	-	-	1	0,22	2	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-
S. maydis	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,24	1	0,15	2	0,28	2	0,34
Chaitophorus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,12	1	0,15	-	-	-	-
C. laportei	1	0,11	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. purpurea	1	0,11	2	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H. pictus	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,12	2	0,30	1	0,14	1	0,17
M. castanicola	3	0,34	4	0,53	1	0,22	2	0,44	4	0,48	1	0,15	2	0,28	1	0,17
M. komareki	2	0,23	-	-	-	-	-	-	2	0,24	1	0,15	-	-	-	-
A. myersi	1	0,11	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. pistaciae	1	0,11	1	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. betae	1	0,11	1	0,13	1	0,22	1	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
Pemphigus sp.	6	0,69	10	1,32	1	0,22	2	0,47	4	0,48	1	0,15	2	0,28	1	0,17
Totaux	**870**	**100**	**757**	**100**	**450**	**100**	**457**	**100**	**834**	**100**	**680**	**100**	**718**	**100**	**595**	**100**

Ni : Nombres des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondances relatives
- : Absence

fréquence de 12,0 % en 2008. En 2013, la seconde place est occupée par deux espèces qui se retrouvent avec des fréquences très proches. Il s'agit d'*Aphis nerii* avec 15,1 % et *Aphis gossypii* avec 14,8 %. Dans la station de Sikh Oummedour, *Aphis citricola* est l'espèce la plus fréquente après *Toxoptera aurantii*. Elle est représentée avec une fréquence de 16,2 % en 2008 et de 16,2 % en 2013 dans le verger de citronniers. *Aphis citricola* est capturé avec une fréquence de 17,3 % en 2008 et de 17,7 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson*. Quant aux autres espèces recensées telles que *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maidis*, *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, *Aphis idaei* et *Lipaphis erysimi*, les fréquences varient considérablement d'un verger à un autre et d'une année à une autre. Enfin, les fréquences les plus faibles variant entre 0,1 % et 1,0 % en 2008 et en 2013 sont représentées par les espèces *Aspidaphis adjuvans*, *Myzocallis castanicola*, *Dysaphis tulipae*, *Schizaphis gramineum*, *Pemphigus* sp. et *Hyadaphis coriandri* dans le verger d'orangers *valencia late*. Dans le verger de *thomson* de la station d'Abid Chamlal, les fréquences les plus faibles sont enregistrées pour les espèces *Rhopalosiphum insertum*, *Diuraphis noxia*, *Metopolophium festucae* et *Sitobion avenae*. Ces fréquences sont comprises entre 0,1 % et 0,7 % durant les deux années d'étude. Les espèces *Hyalopterus pruni*, *Rhopalosiphum insertum*, *Acyrtosiphon pisum*, *Brachycaudus helichrysi* et *Dysaphis plantaginea* sont parmi les espèces les plus faiblement représentées dans le verger de citronniers en 2008 et en 2013. *Hyalopterus pruni*, *Aulacorthum solani*, *Hyadaphis coriandri* et *Sipha maydis* sont des espèces notées avec des effectifs très faibles dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal durant les années 2008 et 2013.

3.1.3.2.2.3. - Fréquences d'occurrence et constance des espèces de pucerons

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces d'Aphididae recensées dans les vergers d'agrumes sont portées dans le tableau 26. Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes recensées au niveau des vergers d'agrumes montrent que ces espèces sont classées dans 5 catégories différentes : régulière, accessoire, accidentelle, rare et très rare. Le nombre des espèces appartenant à la classe de constance très rare est le plus élevé au niveau des quatre vergers d'agrumes et au cours des deux années d'étude. Ces espèces sont *Smynthurodes betae*, *Baizongia pistaciae*, *Aloephagus myersi*, *Myzocallis komareki*, *Haplocallis pictus*, *Megourella purpurea*, *Cedrobium laportei*, *Chaitophorus* sp., *Sipha maydis*, *Tetraneura nigraabdominalis*,

Tableau 26 - Fréquence d'occurrence et constance des espèces de pucerons ailés répertoriées dans les vergers de *Citrus* en 2008 et en 2013

Espèces	Station d'Abid Chamlal								Station de Sikh Oummedour							
	valencia late				*thomson*				citronnier				*thomson*			
	2008		2013		2008		2013		2008		2013		2008		2013	
	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.
A. citricola	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég
A. craccivora	62,5	Rég	50	Acs	41,66	Acc	50	Acs	58,32	Acs	58,32	Acs	38,32	Acc	58,32	Acs
A. fabae	57,2	Acs	50	Acs	41,66	Acc	33,32	Acc	62,5	Rég	62,5	Rég	62,5	Rég	62,5	Rég
A. gossypii	62,5	Rég	50	Acs	50	Acs	58,32	Acs	58,32	Acs	54,2	Acs	62,5	Rég	50	Acs
A. idaei	37,5	Acc	41,66	Acc	29,16	Rare	33,32	Acc	29,16	Rare	20,84	Rare	25	Rare	20,84	Rare
A. nerii	41,66	Acc	45,84	Acs	41,66	Acc	50	Acs	29,16	Rare	29,16	Rare	25	Rare	20,84	Rare
Aphis sp.	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-
H. pruni	20,84	Rare	8,32	T.rare	20,84	Rare	8,32	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare
R. maidis	62,5	Rég	66,66	Rég	50	Acs	54,2	Acs	45,84	Acs	41,66	Acc	29,16	Rare	25	Rare
R. padi	62,5	Rég	66,66	Rég	41,66	Acc	58,32	Acs	50	Acs	45,84	Acs	33,32	Acc	29,16	rare
R. rufiabdominalis	8,32	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. insertum	8,32	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	12,5	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare
R. staphyleae	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. gramineum	12,5	T.rare	16,66	Rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	4,16	T.rare	-	-
T. aurantii	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég
A. pisum	8,32	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	12,5	T.rare	-	-	-	-
A. adjuvans	4,16	T.rare	8,32	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. solani	25	Rare	29,16	Rare	20,84	Rare	4,16	T.rare	33,32	Acc	8,32	T.rare	16,66	Rare	20,84	Rare
B. cardui	4,18	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-
B. helichrysi	16,66	Rare	12,5	T.rare	12,5	T.rare	8,32	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	8,32	T.rare
B. prunicola	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. rumexicolens	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare
B. brassicae	16,66	Rare	12,5	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	8,32	T.rare	-	-
D. noxia	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare
D. plantaginae	37,5	Acc	41,66	Acc	12,5	T.rare	8,32	T.rare	12,5	T.rare	8,32	T.rare	16,66	Rare	8,32	T.rare
D. tulipae	12,5	T.rare	12,5	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. apiifolia	8,32	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	-	-
H. coriandri	20,48	Rare	12,5	T.rare	29,16	Rare	37,5	Acc	20,84	Rare	12,5	T.rare	16,66	Rare	8,32	T.rare
H. foeniculi	12,5	T.rare	-	-	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare
H. lactucae	25	Rare	16,66	Rare	25	Rare	8,32	T.rare	16,66	Rare	20,84	Rare	12,5	T.rare	8,32	T.rare
H. picridis	8,32	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	-	-	4,16	T.rare	-	-
L. erysimi	33,32	Acc	4,16	T.rare	-	-	-	-	29,16	Rare	25	Rare	33,32	Acc	37,5	Acc

Macrosiphoniella festucae	20,84	Rare	16,66	Rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-
M. euphorbeae	38,32	Acc	58,32	Acs	-	-	-	-	41,66	Acc	50	Acs	41,66	Acc	41,66	Acc
M. rosae	41,66	Acc	8,32	T.rare	-	-	-	-	54,2	Acs	58,32	Acs	41,66	Acc	41,66	Acc
M. viciae	25	Rare	8,32	T.rare	20,84	Rare	16,66	Rare	-	-	-	-	-	-	-	-
M. dirhodum	8,32	T.rare	4,16	T.rare	12,5	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16		-	-	-	-
Metopolophium festucae	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16		-	-	-	-
M. helichrysi	12,5	T.rare	29,16	Rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. persicae	25	Rare	25	Rare	20,84	Rare	4,16	T.rare	41,66	Acc	37,5	Acc	41,66	Acc	45,84	Acs
M. ascalonicus	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	8,32	T.rare	-	-	-	-	-	-
S. scipus	-	-	-	-	-	-	4,16	T.rare	8,32	T.rare	-	-	-	-	-	-
S. avenae	37,5	Acc	16,66	Rare	12,5	T.rare	8,32	T.rare	8,32	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare
S. fragariae	12,5	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare
P. humuli	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T. nigriobdominalis	-	-	-	-	4,16	T.rare	8,32	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-
S. maydis	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare
Chaitophorus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-
C. laportei	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. purpurea	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H. pictus	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	T.rare	8,32	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare
M. castanicola	8,32	T.rare	16,66	Rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	16,66	Rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare
M. komareki	8,32	T.rare	-	-	-	-	-	-	8,32	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-
A. myersi	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B. pistaciae	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. betae	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	-	-	-	-	-	-	-	-
Pemphigus sp.	12,5	T.rare	20,84	Rare	4,16	T.rare	8,32	T.rare	16,66	Rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare	4,16	T.rare

F(%) : Fréquences d'occurrence
C.c. : Classes de constance
Rég : Régulière
Acs : Accessoire
Acc : Accidentelle
T.rare : Très rare
- : Absence

Phorodon humili, Sitobion fragariae, Saltusaphis scipus, Myzus ascalonicus, Metopolophium dirhodum, Metopolophium festucae, Hyperomyzus picridis, Hyadaphis foeniculi, Dysaphis apiifolia, Dysaphis tulipae, Aphis sp., *Rhopalosiphum rufiabdominalis, Rhopalosiphum insertum, Rhopalosiphum staphyleae, Acyrthosiphon pisum, Aspidaphis adjuvans, Brachycaudus cardui, Brachycaudus prunicola, Brachycaudus rumexicolens* et *Diuraphis noxia* (Tab. 26). Mais, les espèces de la classe de constance régulière sont représentées par le plus petit nombre. Ce sont *Aphis citricola* et *Toxoptera aurantii* qui appartiennent à cette classe au niveau de tous les vergers et durant les deux années d'étude. *Aphis craccivora* fait partie de cette classe uniquement en 2008 dans le verger d'orangers *valencia late*. *Aphis fabae* est qualifiée de régulière dans les deux vergers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et en 2013. En 2008, *Aphis gossypii* se retrouve dans cette catégorie dans les vergers d'orangers *valencia late* et d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. *Rhopalosiphum maïdis* et *Rhopalosiphum padi* appartiennent à la classe de constance régulière en 2008 et en 2013 uniquement dans le verger d'orangers *valencia late*. Les autres espèces se répartissent entre les classes de constance accessoire, accidentelle et rare.

3.1.3.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

La diversité des espèces par le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équirépartition (E) est présentée.

3.1.3.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les résultats concernant l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max.) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons piégés par le moyen des bassines jaunes sont rassemblés dans le tableau 27.

Tableau 27 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces de pucerons ailés capturés durant les campagnes 2008 et 2013

Paramètres	**Station d'Abid Chamlal**				**Station de Sikh Oummedour**			
	valencia late		***thomson***		**citronnier**		***thomson***	
	2008	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**
H'(bits) : Diversité de Shannon Weaver	3,6	3	4,38	3,46	3,84	3,74	3,65	3,57
H'max (bits) : Diversité maximale	4,7	5,55	5,64	4,81	5,39	5,13	5	4,85
E: Equitabilité	0,78	0,54	0,77	0,72	0,71	0,73	0,73	0,73

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') donnent 3,6 bits en 2008 et 3 bits en 2013 pour la parcelle de l'oranger *valencia late*, 4,38 bits en 2008 et 3,46 bits en 2013 pour la parcelle de l'oranger *thomson* de la station d'Abid Chamlal. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est de 3,84 bits en 2008 et de 3,74 bits en 2013 dans le verger de citronniers. Il est de 3,65 bits en 2008 et 3,57 bits en 2013 pour le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour (Tab. 27). Il est à remarquer que les valeurs de la diversité des espèces de pucerons ailés capturés durant les années d'étude 2008 et 2013 sont élevées. Pour ce qui concerne l'équitabilité, celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

3.1.3.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés

Les résultats du dénombrement des pucerons ailés capturés durant la période du 1er janvier 2008 au 31 décembre 2008 et du 1er janvier 2013 au 31 décembre 2013 dans les quatre vergers d'étude, montrent 2 principales périodes de vol très distinctes, l'une au printemps et l'autre en automne. La première période correspond à l'activité intense des pucerons ailés. Les premiers individus migrants peuvent être observés dés le mois de février au niveau des quatre vergers en 2008. En 2013, ce n'est qu'à partir du mois de mars que les premiers pucerons sont capturés, au niveau des quatre vergers. L'activité de vol est continue tout au long des mois de mars et d'avril, même si elle est faible. Les vols ne deviennent importants qu'au mois de mai où 305 individus sont enregistrés en 2008 et 342 individus en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late* (Fig. 78). Un pic de 128 individus capturés est enregistré en 2008 et de 126 individus en 2013 dans le verger d'oranger *thomson* de la station d'Abid Chamlal (Fig. 79). 341 individus sont notés en 2008 et 334 individus en 2013 dans le verger de citronniers (Fig. 80). 312 individus sont capturés en 2008 et 266 individus en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour (Fig. 81). En juin, une régression brutale des effectifs est observée. Ce phénomène peut être expliqué par l'élévation des températures journalières maximales supérieures à 30 °C. La deuxième période est de faible intensité. Elle est caractérisée par une succession de petits vols avec des variations de 4 à 27 individus en 2008 et de 10 à 23 en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. De 3 à 19 individus sont recensés en 2008 et entre 9 et 15 en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Ces variations sont de 7 à 31 individus en 2008 et de 8 et 21 en 2013 dans le verger de citronniers. Dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour cette variation est de 4 à 29 individus en 2008 et de 11 à 19 individus en 2013.

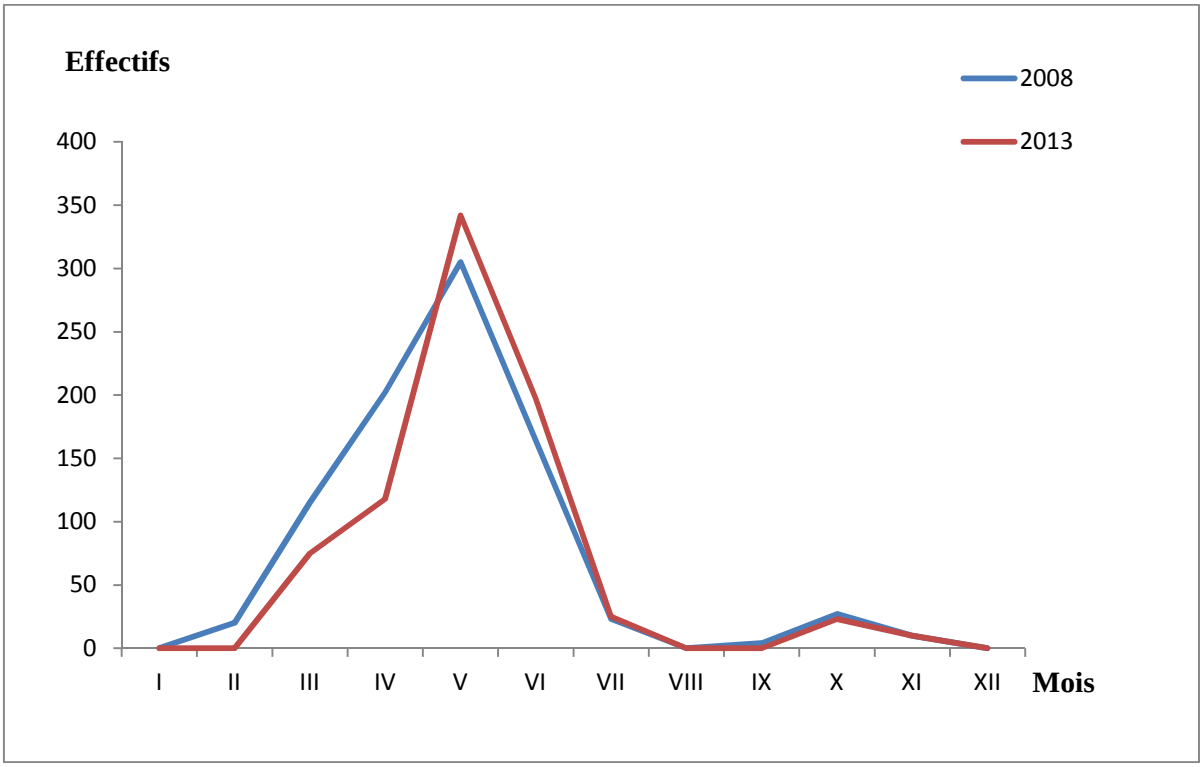


Figure 78 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013

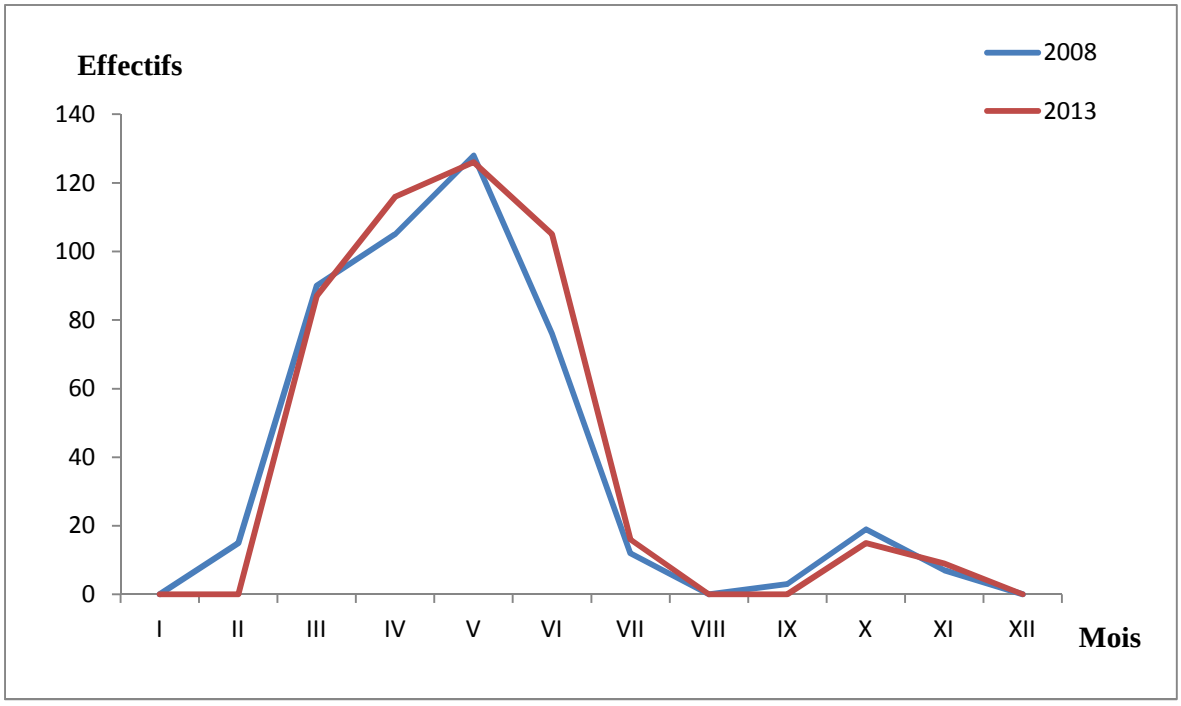


Figure 79 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013

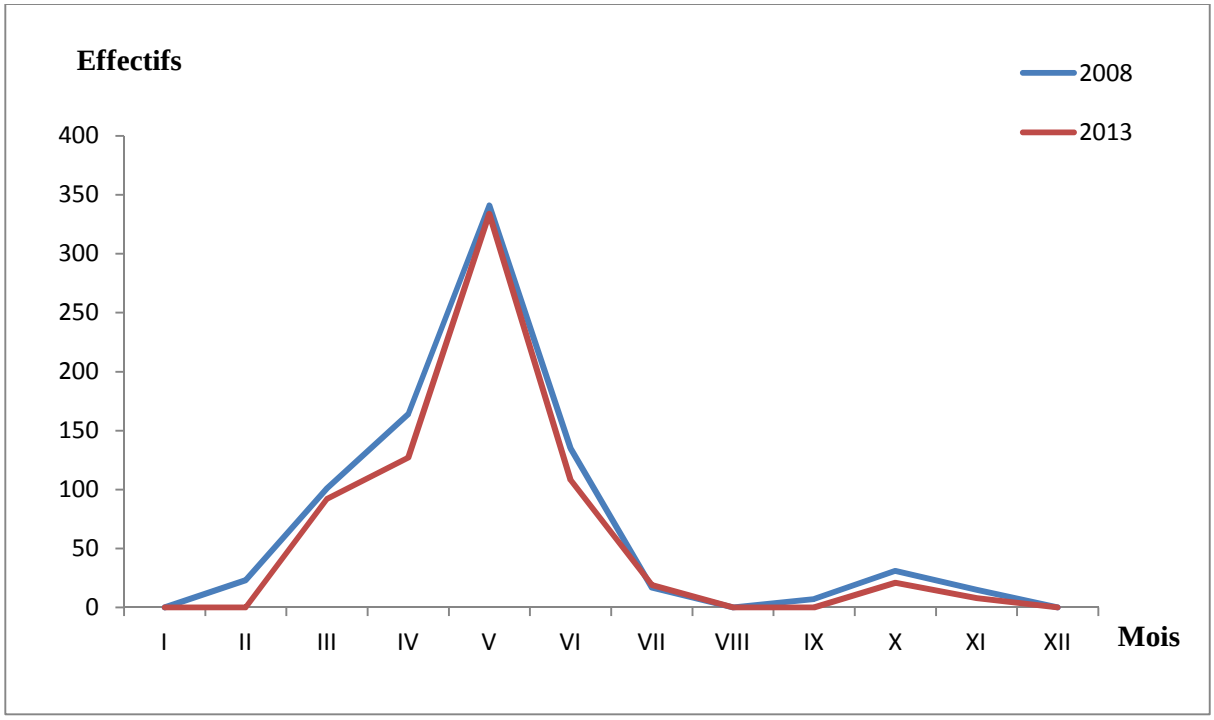


Figure 80 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013

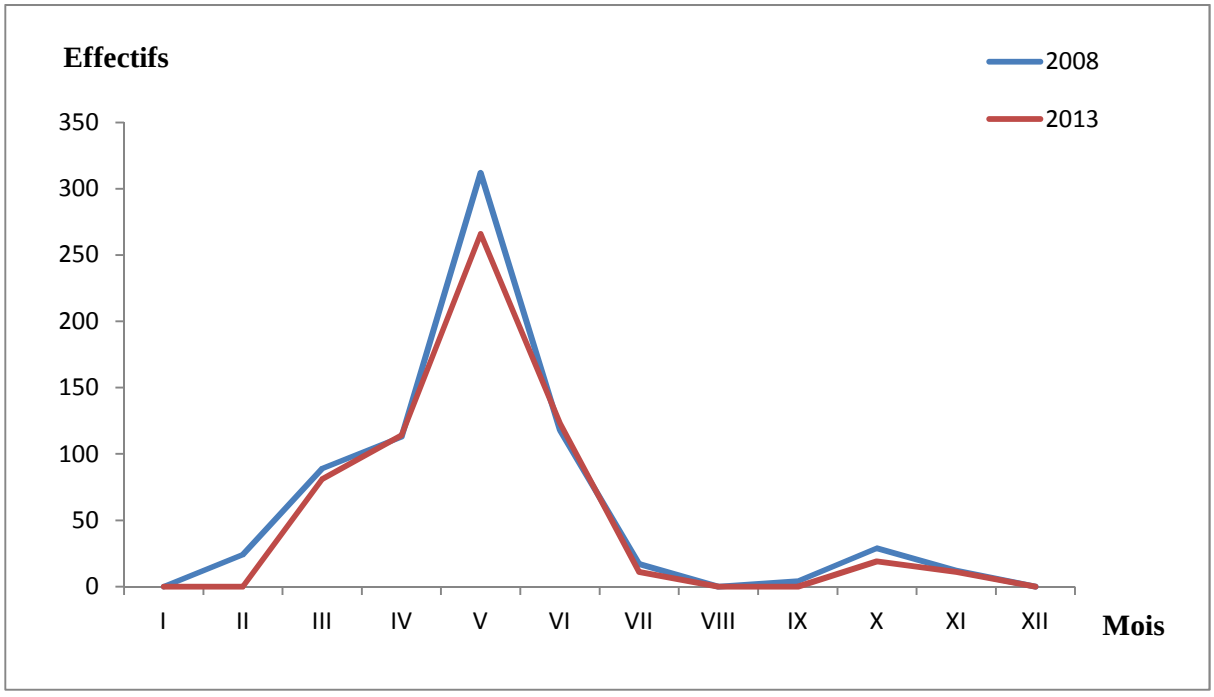


Figure 81 - Courbe de vol des pucerons piégés par les bassines jaunes dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013

Cette période correspond au vol de remigration de la plupart des espèces telles que *Lipaphis erysimi* qui cherche sa plante hôte principale représentée par *Brassica rapa*. *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola* rejoignent les agrumes et vont développer les futures générations avec l'arrivée de la poussée de sève printanière. *Aphis craccivora* se dirige vers les Asteraceae et *Myzus persicae* retourne sur le pêcher. Par contre *Aphis idaei*, *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maïdis* et *Sitobion avenae* s'orientent vers les Poaceae.

3.1.3.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur des feuilles de *Citrus*

L'importance des populations aphidiennes installées sur les feuilles d'orangers et de citronnier et l'évolution de ces espèces dans le temps sont exposées.

3.1.3.4.1. - Importance des populations aphidiennes installées sur feuilles de *Citrus*

Les résultats, portant sur le dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles de citronniers et d'orangers *thomson* situés dans la station de Sikh Oummedour durant les années 2008 et 2013 sont représentés dans les figures allant de 82 à 85. Les résultats du dénombrement visuel des différentes espèces de pucerons installées sur les feuilles d'orangers *valencia late* et de *thomson* situés dans la station d'Abid Chamlal sont illustrés par les figures 86 à 89.

L'échantillonnage des feuilles des différentes espèces d'agrumes dans la région de Oued-Aïssi (Abid Chamlal et Sikh Oummedour) a permis de recenser un total de 7 espèces aphidiennes. Il s'agit de *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani*. 2 espèces de pucerons sont communes aux quatre parcelles. Ce sont *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola*. La présence d'*Aphis fabae*, d'*Aphis craccivora*, d'*Aphis gossypii*, de *Macrosiphum euphorbiae* et d'*Aulacorthum solani* est relative à la présence de fondatrigènes ailées dans les vergers sur les diverses plantes hôtes secondaires leur permettant ainsi de déposer leurs larves sur les agrumes. Les populations de *Toxoptera aurantii* sont les plus importantes au niveau des deux vergers de Sikh Oummedour, avec une abondance de 51 % en 2008 et de 50 % en 2013 dans la parcelle de citronniers (Fig. 82, 83). Cette abondance est de 50 % en 2008 et de 59 % en 2013 dans la parcelle de *thomson* (Fig. 84, 85). Les populations d'*Aphis citricola* sont par contre les plus abondantes dans les vergers d'Abid Chamlal. En effet, une abondance

de 69 % en 2008 et de 72 % en 2013 sont enregistrées dans le verger de *valencia late* (Fig. 86, 87). Dans le verger de *thomson* de la même station, *Aphis citricola* est notée avec une abondance de 51 % en 2008 et de 55 % en 2013 (Fig. 88, 89). La prédominance de ces deux espèces peut s'expliquer par le fait qu'elles soient en présence de leur plante-hôte principale, soit les *Citrus*. Les espèces *Aphis fabae, Aphis craccivora* et *Aphis gossypii* sont représentées par des colonies très faibles par rapport aux 2 espèces précédentes. *Aphis fabae* est retrouvée uniquement dans les vergers de Sikh Oummedour. Elle est inventoriée avec une abondance de 16 % en 2008 et de 15 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson*. Ce puceron représente 11 % de la population globale en 2008 et de 15 % en 2013 dans le verger de citronniers. Ces abondances peuvent être dues à la présence de *Vicia faba* en culture intercallaire. Les colonies les plus denses d'*Aphis craccivora* atteignent 1.236 individus et représentent 2 % de la population totale en 2008 et 1.250 individus qui correspondent à 2 % de la population globale en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal.

Ces effectifs sont de 223 individus en 2008 et de 34 individus en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* de Sikh Oummedour. Dans le cas d'*Aphis gossypii*, les colonies les plus denses sont notées dans le verger d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal avec une abondance de 17 % en 2008 et de 14 % en 2013. Dans le verger d'orangers *valencia late*, *Aphis gossypii* est représentée par 6 % de la population globale en 2008 et en 2013. *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* ne sont recueillies que sur les feuilles de l'oranger *valencia late*, sous forme de colonies très peu populeuses, à peine un total de 134 individus est obtenu pour la première espèce et de 4 individus pour la seconde.

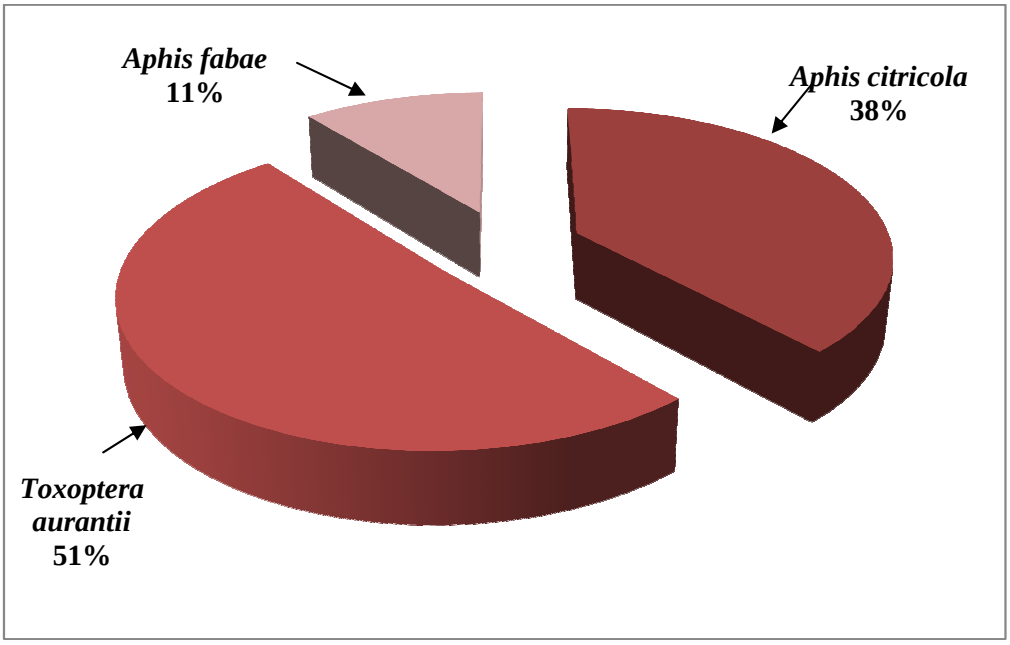


Figure 82 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2008

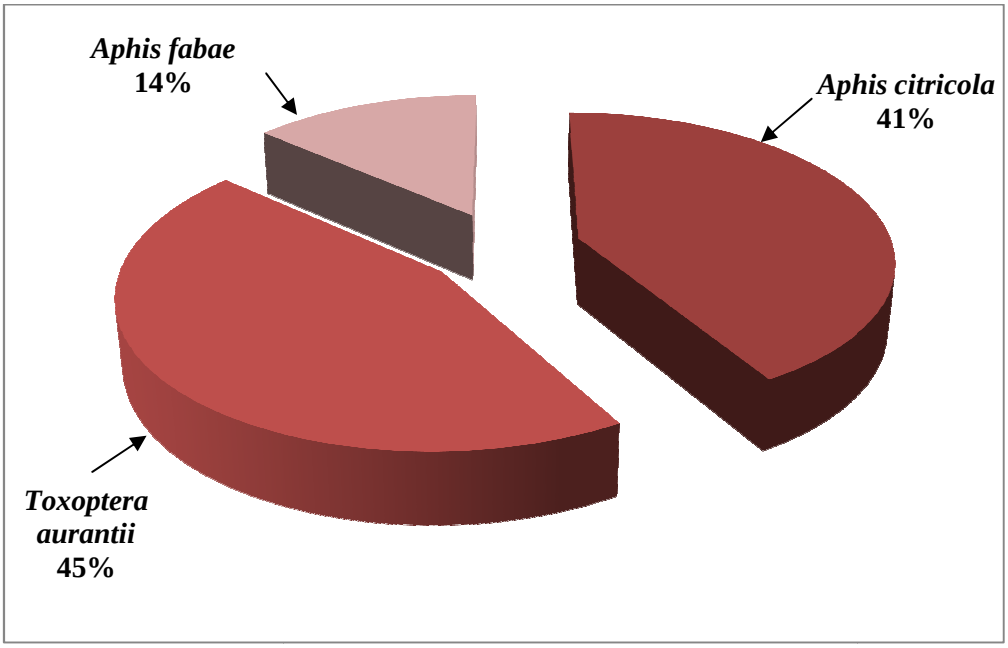


Figure 83 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2013

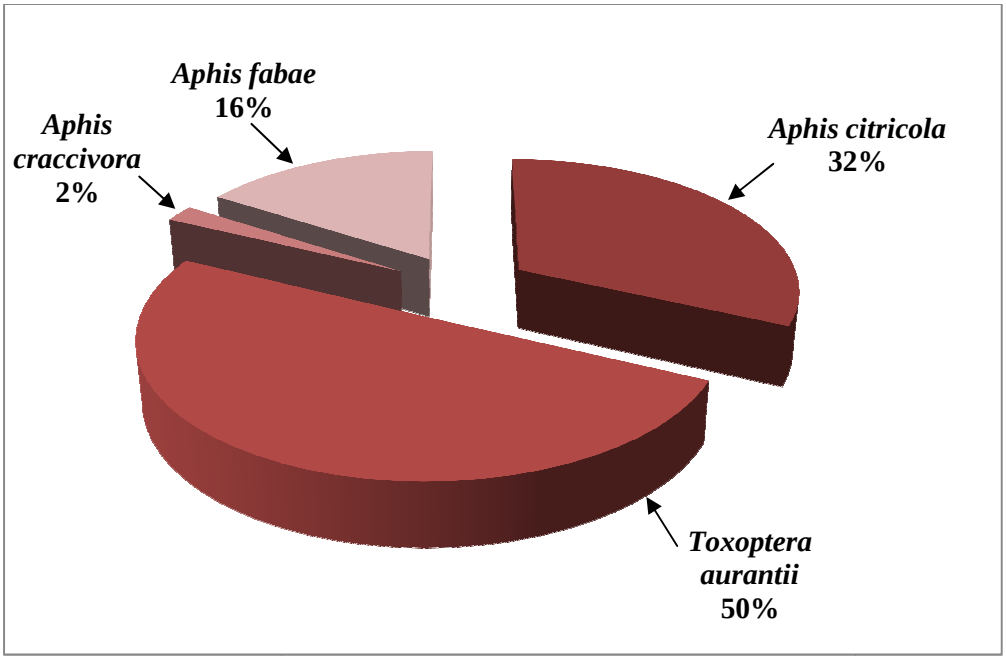


Figure 84 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2008

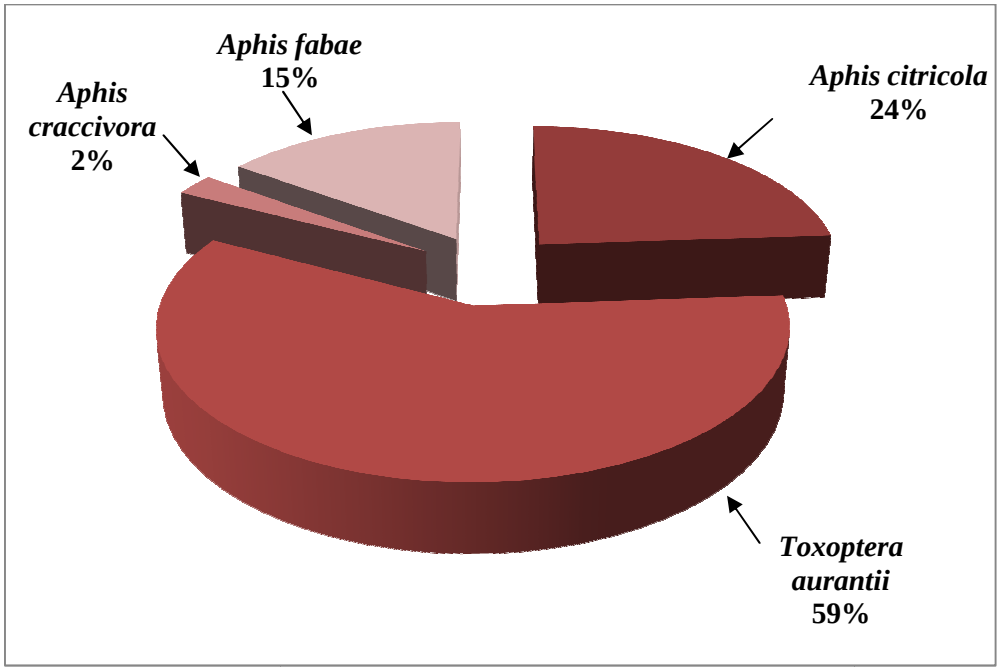


Figure 85 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2013

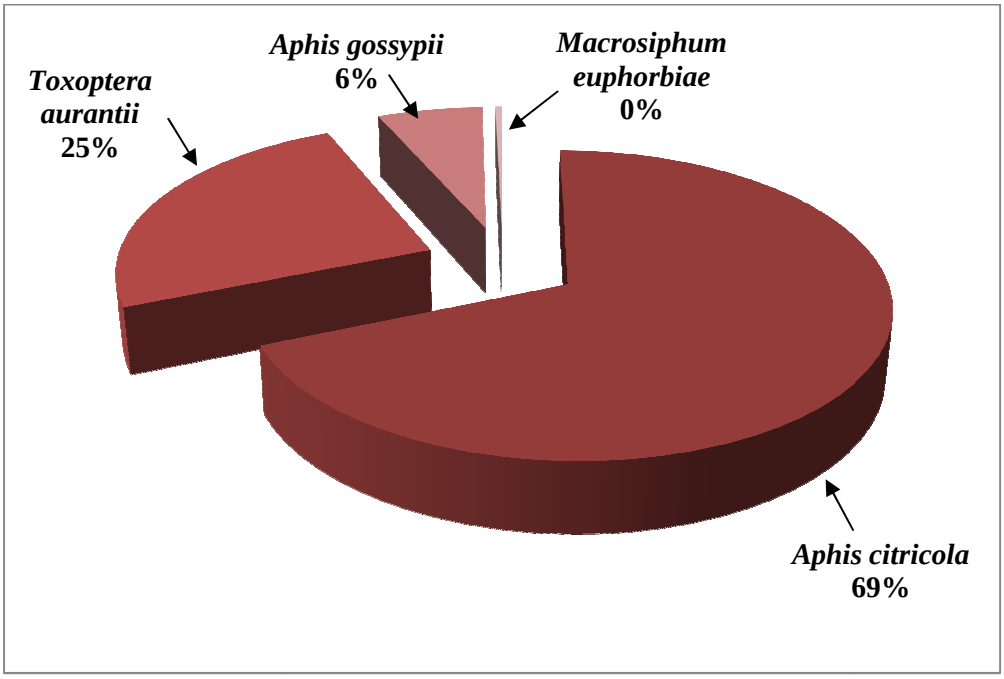


Figure 86 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2008

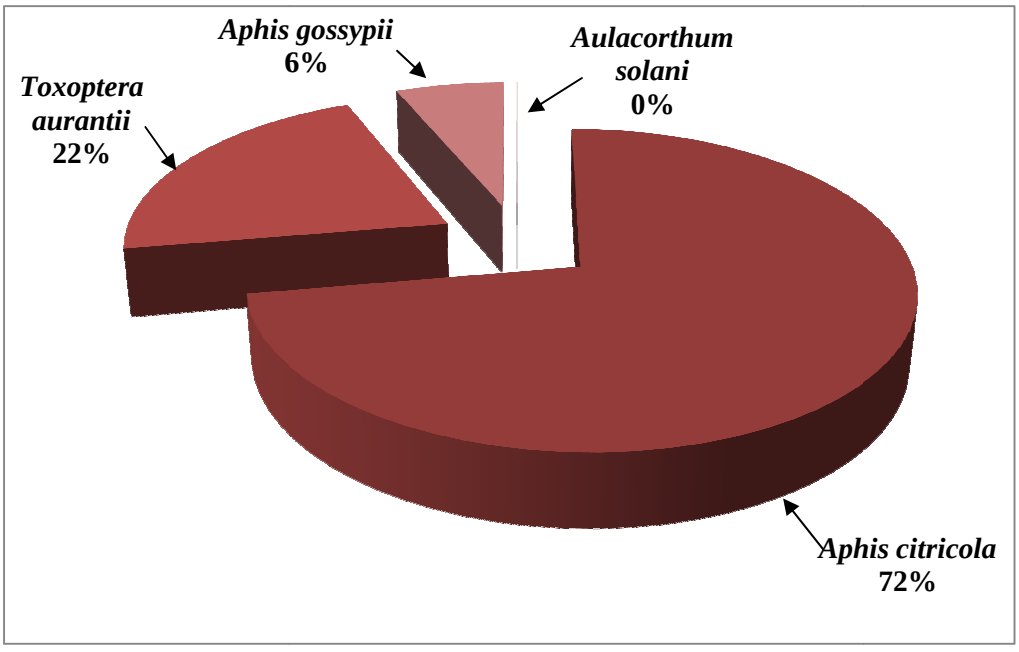


Figure 87 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2013

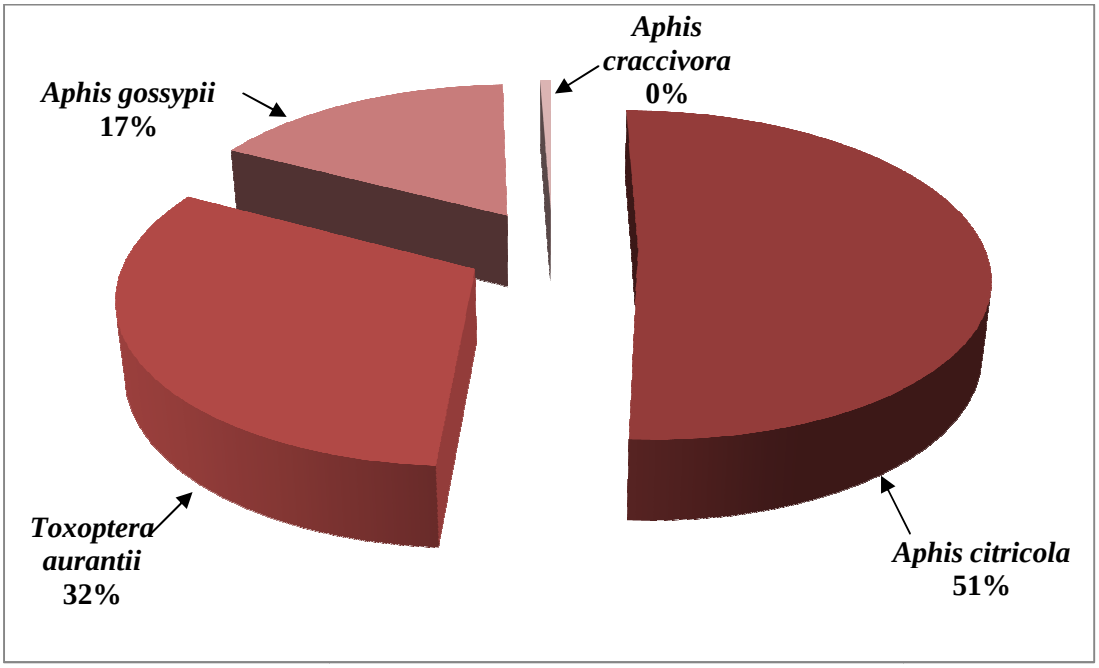


Figure 88 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2008

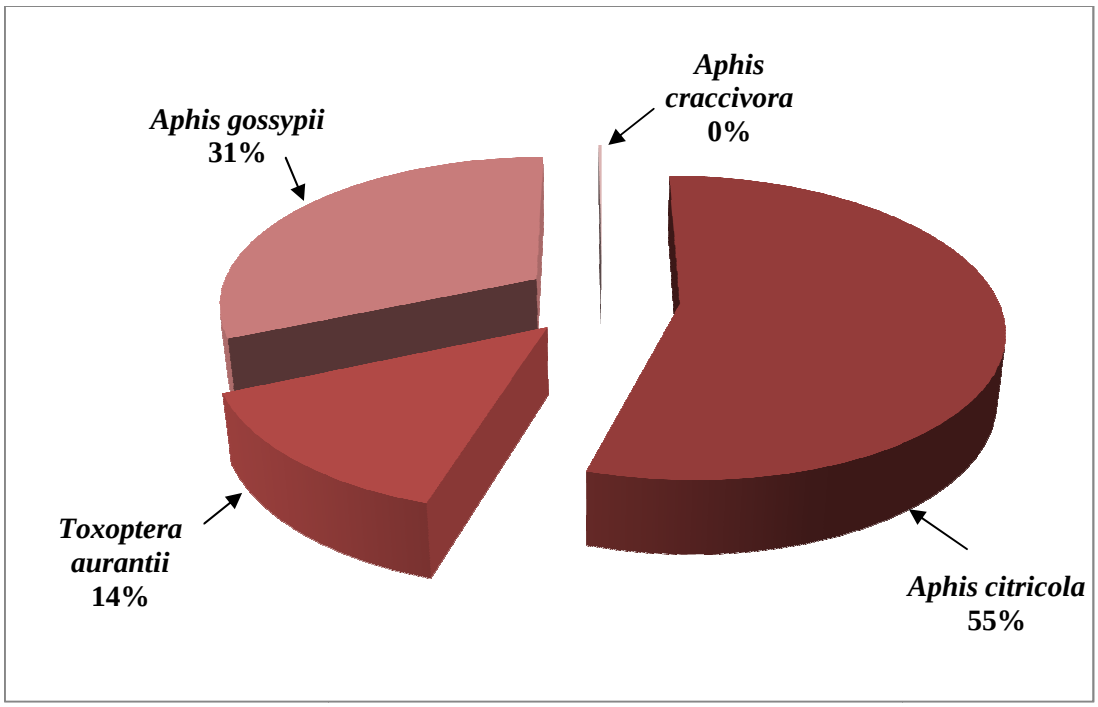


Figure 89 - Abondance relative des espèces de pucerons installées sur feuilles d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2013

3.1.3.4.2. - Evolution de la population globale des pucerons aptères installés sur le feuillage des agrumes

Les résultats du dénombrement visuel des pucerons installés sur les feuilles des différentes espèces de *Citrus*, montrent 2 périodes d'infestations du verger. La première au printemps et la deuxième en automne. Au printemps, un début de pullulation des pucerons, avec un faible effectif, au niveau des quatre vergers est observé au mois de mars en 2008, malgré les chutes de pluies. Ceci peut être expliqué par le fait que ces pluies n'ont pas été de forte intensité. En 2013, les premières colonies sont observées en avril. La reconstitution des populations par la suite, est en relation d'une part avec l'apparition des jeunes feuilles, des boutons floraux et des fleurs de la poussée de sève printanière qui a débuté la première semaine de mars en 2008 et la fin mars en 2013 et d'autre part avec l'élévation des températures moyennes qui sont comprises entre 18,8 et 25 °C entre les mois de mars et de mai en 2008. Ces températures sont comprises entre 19,4 et 22,4 °C entre les mois de mars et de mai 2013. Ces conditions ont permis aux aphides d'atteindre un niveau de population maximum, sous la forme de colonies denses en mai. Ce pic est de 11.745 individus en 2008 et de 10.961 en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late* (Fig. 90). Il est de 11.991 individus en 2008 et de 11.486 en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal (Fig. 91). Un maximum de 21.205 individus est noté en 2008 et de 19.522 pucerons en 2013 dans le verger de citronniers (Fig. 92). Au niveau du verger d'orangers *thomson* de Sikh Oummedour, le maximum d'individus enregistré en 2008 est de 27.670 et de 26.183 en 2013 (Fig. 93). Une chute des effectifs est observée au courant du mois de juin, sous l'effet vraisemblablement de la régression naturelle des populations.

Durant la deuxième période qui se situe en automne, les conditions climatiques douces où les températures moyennes sont comprises entre 12,3 et 25°C, ainsi que la poussée de sève d'automne, qui a débuté au mois de septembre, ont permis aux pucerons de se développer sous la forme de colonies peu populeuses sur les jeunes pousses. Cependant, cette multiplication se trouve freinée en hiver par une déficience alimentaire avec l'absence de jeunes feuilles et par les précipitations qui constituent un facteur limitant.

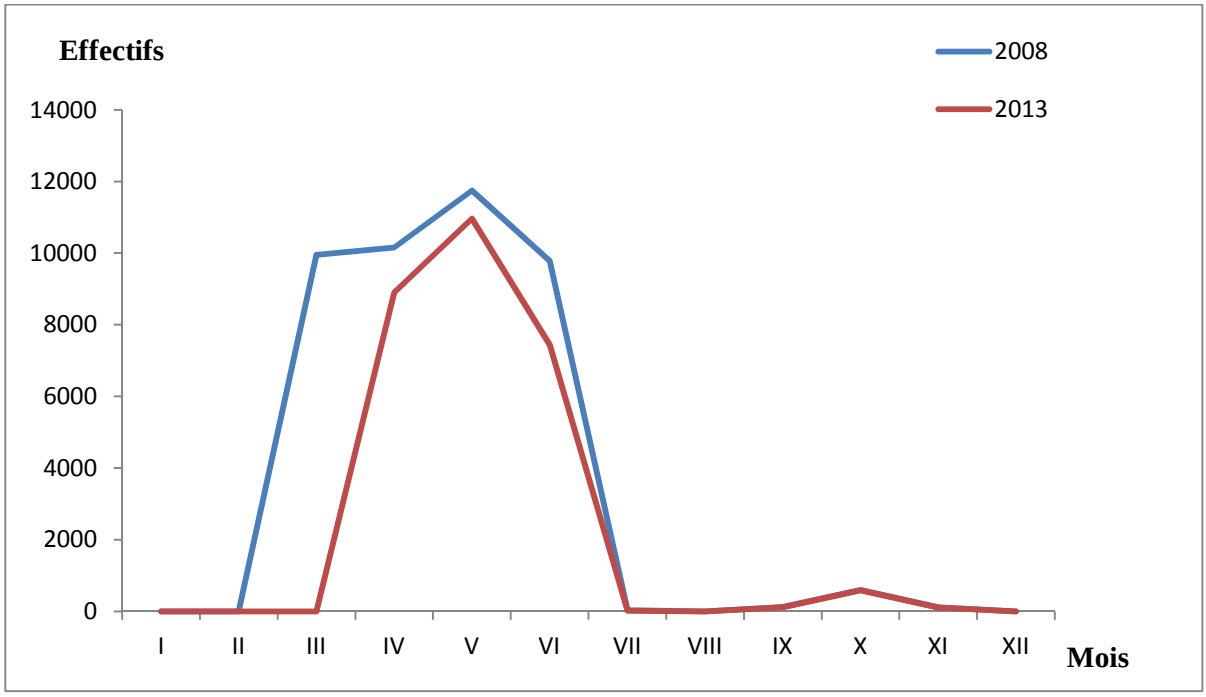


Figure 90 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013

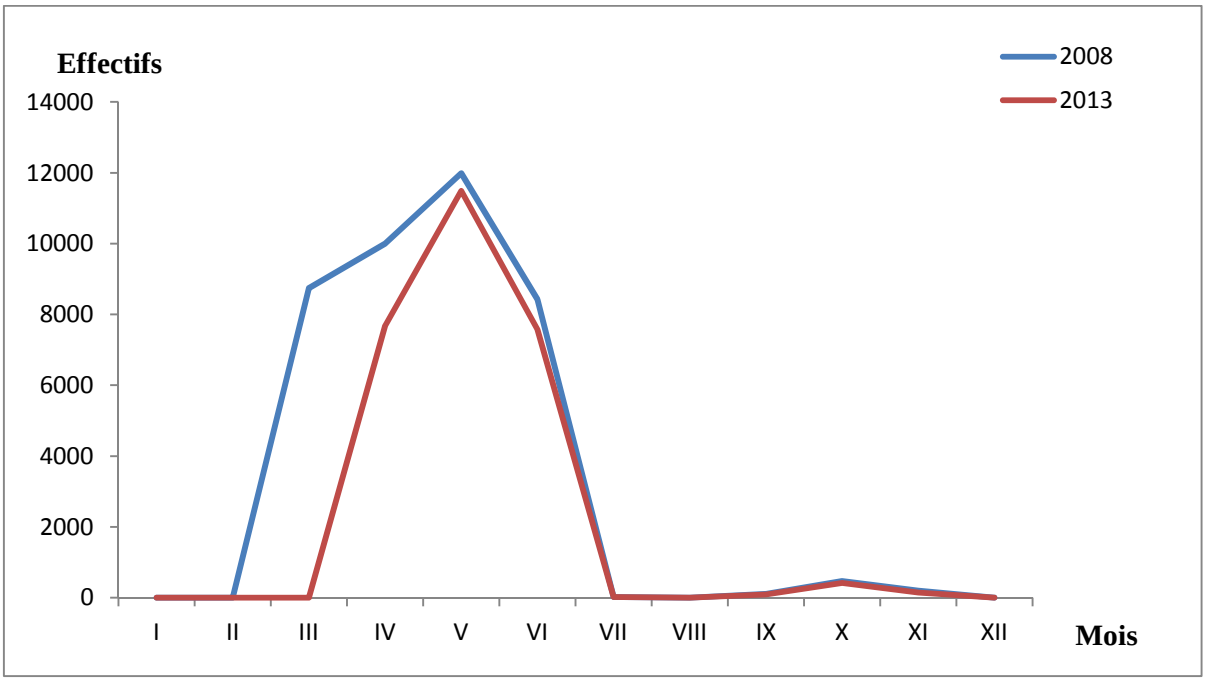


Figure 91 – Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008 et 2013

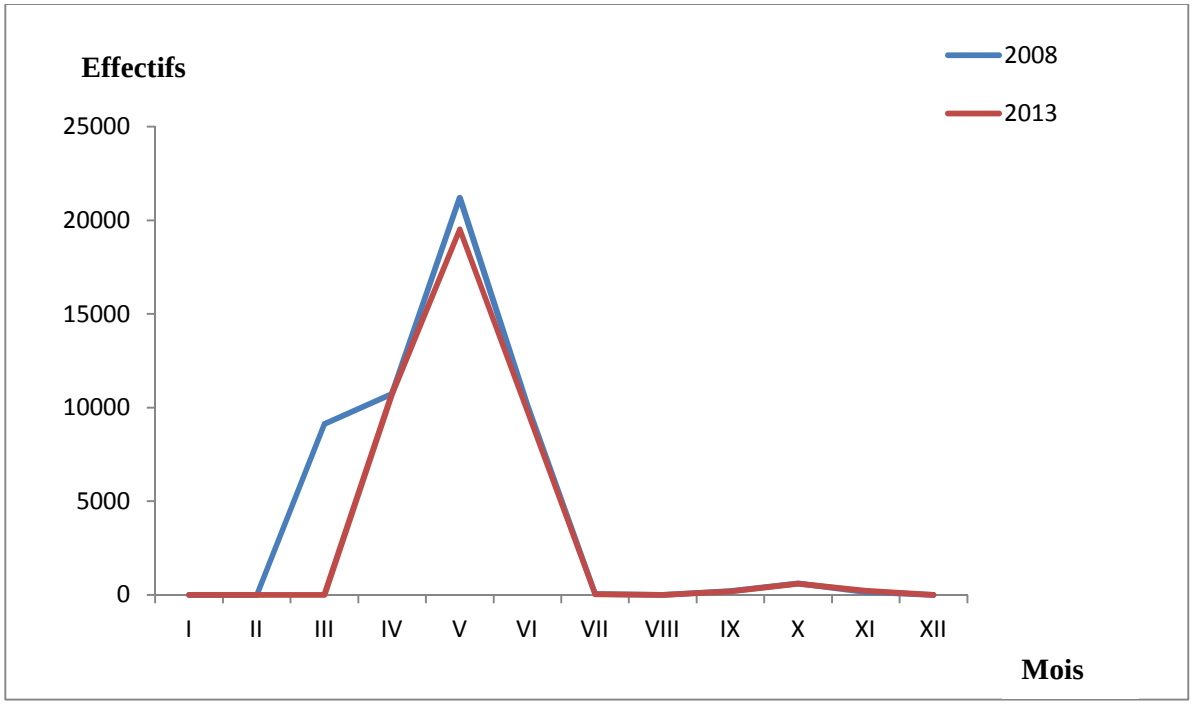


Figure 92 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013

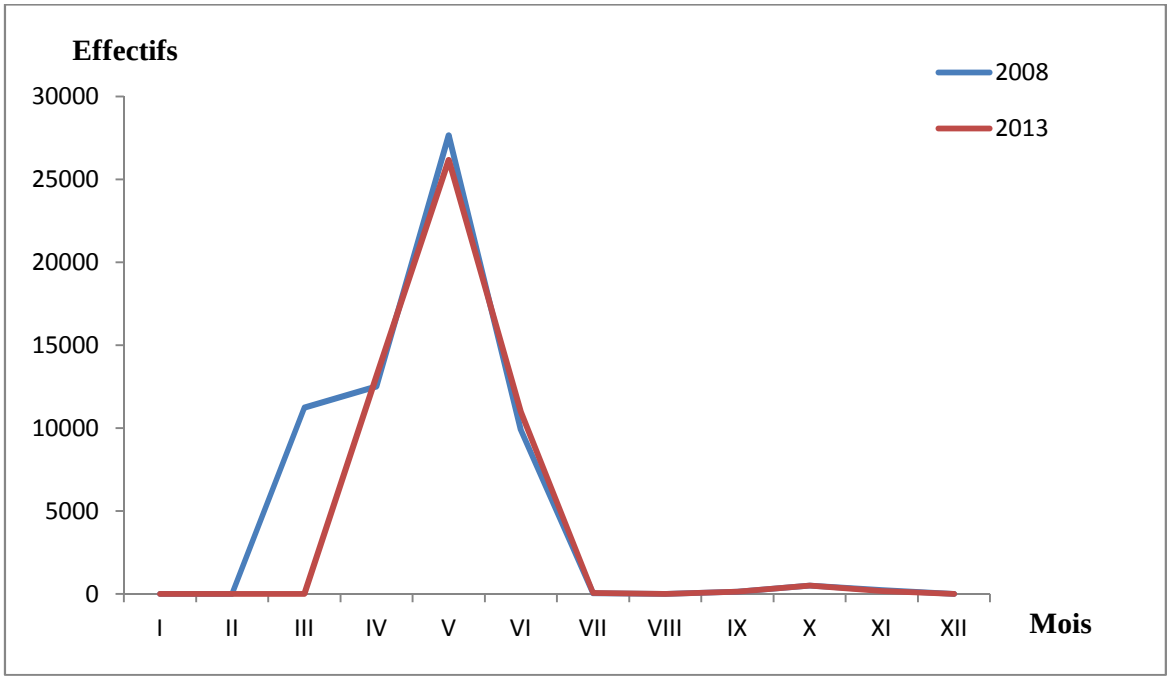


Figure 93 - Evolution au cours du temps de la population globale des pucerons aptères recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008 et 2013

3.1.3.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs

Les résultats de l'inventaire sur les espèces prédatrices effectué au niveau des vergers d'agrumes dans les stations d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour durant les deux années 2008 et 2013 sont reportés dans le tableau 28.

Au total 16 espèces prédatrices sont recensées dans les vergers de *Citrus* de la région d'Oued Aïssi (Tab. 28). 11 espèces sont inventoriées dans le verger d'orangers *valencia late* (station d'Abid Chamlal) et des orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour aussi bien en 2008 qu'en 2013. Dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, 7 espèces sont notées en 2008 et 8 en 2013. Dans le verger de citronniers 11 espèces sont récoltées en 2008 et 10 en 2013. Ces espèces sont réparties entre 4 ordres, ceux des Coleoptera, des Diptera, des Heteroptera et des Nevroptera. L'ordre des Coleoptera est formé d'une seule famille, celle des Coccinellidae qui est composée de deux sous-familles, celles des Coccinellinae et celle des Scymninae. L'ordre des Diptera est formé de deux sous-familles, celles des Cecidomyidae et des Syrphidae. Dans l'ordre des Heteroptera, 3 espèces de punaises sont recensées. Il s'agit d'*Anthocoris nemoralis* qui appartient à la famille des Anthocoridae, de *Malacocoris chlorizans* et de *Phytocoris tiliae* qui font partie de la famille des Miridae. Le dernier ordre est celui des Nevroptera, représenté par une seule famille, celle des Chrysopidae, avec une seule espèce *Chrysoperla carnea* qui se retrouve au niveau de tous les vergers et durant les deux années d'échantillonnage.

3.1.3.6. - Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces prédatrices capturées

Tableau 28 - Liste des espèces prédatrices inventoriées dans les vergers d'agrumes d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour durant les deux années 2008 et 2013 (+ : Présence ; - : Absence)

Ordres	Familles	Sous-Familles	Tribus	Genres	Espèces	Station d'Abid Chamlal				Station de Sikh Oummedour			
						valencia late		*thomson*		citronnier		*thomson*	
						2008	2013	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Coleoptera	Coccinellidae	Coccinellinae	Coccinellini	*Coccinella*	*C. algerica*	+	+	+	+	+	+	+	+
					C. undecimpunctata Linné, 1758 (Fig. 94)	-	-	+	+	+	+	+	+
				Oenopia	*O. doublieri* Mulsant, 1746 (Fig. 95)	-	-	+	+	-	-	-	-
			Hippodamini	*Hippodamia*	*H.. variegata*	+	+	+	+	+	+	+	+
		Scymninae	Scymnini	*Pullus*	*P. subvillosus* Mulsant, 1850 (Fig. 96)	+	+	-	-	+	+	+	+
				Scymnus	*S. pallipediformis*	+	+	-	-	+	+	+	+
					S. rufipens (Fig. 97)	-	-	-	-	+	+	+	+
Diptera	Cecidomyiidae	Cecidomyiinae	Aphidoletini	*Aphidoletes*	*A. aphidimyza* (Fig. 98)	+	+	-	-	+	+	+	+
	Syrphidae	Syrphinae	Syrphini	*Episyrphus*	*E. balteatus*	+	+	+	+	+	+	+	+
				Syrphus	*S. corollae* Fabricius, 1794	-	-	-	+	-	-	-	-
				Sphaerophoria	*S. scripta* Linné, 1758 (Fig. 99)	+	+	-	-	-	-	-	-
			Melanostomatini	*Melanostoma*	*M. mellinum* Schiner, 1860 (Fig. 100)	+	+	-	-	-	-	-	-
Heteroptera	Anthocoridae	Anthocorinae	Anthocorini	*Anthocoris*	*A. nemoralis*	+	+	+	+	+	+	+	+
	Miridae	Orthotylinae	Orthotylini	*Malacocoris*	*M. chlorizans*	-	-	-	-	+	-	+	+
		Mirinae	Mirini	*Phytocoris*	*P. tiliae* (Fig. 101)	+	+	-	-	-	-	-	-
Nevroptera	Chrysopidae	Chrysopinae	Chrysopini	*Chrysoperla*	*C. carnea*	+	+	+	+	+	+	+	+



1,5 mm

Figure 94 – Adulte de *Coccinella undecimpunctata* (Photographie originale)



1,3 mm

Figure 95 – Adulte d'*Oenopia doublieri* (Photographie originale)



0,6 mm

Figure 96 – Adulte de *Pullus subvillosus* (Photographie originale)



0,7 mm

Figure 97 – Adulte de *Scymnus rufipens* (Photographie originale)



2,4 mm

Figure 98 - Larves d'*Aphidoletes aphidimyza*
(Photographie originale)



2,2 mm

Figure 99 - Adulte de *Sphaerophoria scripta*
(Photographie originale)



2,3 mm

Figure 100 - Adulte de *Melanostoma mellinum*
(Photographie originale)



2,8 mm

Figure 101 - Adulte de *Phytocoris tiliae*
(Photographie originale)

3.1.3.6.1. - Qualité d'échantillonnage des prédateurs capturés

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage calculées pour les espèces de prédateurs capturés durant les deux années d'étude sont représentées dans le tableau 29.

Tableau 29 - Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des prédateurs recensés dans les vergers de *Citrus*

Paramètres	**Station d'Abid Chamlal**				**Station de Sikh Oummedour**			
	Orangers *valencia late*		**Orangers *thomson***		**Citronniers**		**Orangers *thomson***	
	2008	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**
a.	0	0	1	0	0	0	0	0
N	48	48	48	48	48	48	48	48
a/N	0	0	0,02	0	0	0	0	0

a. : Nombre des espèces de pucerons vues une seule fois dans chaque station au cours de toute la période expérimentale **; N :** Nombre total de relevés **; a/N :** Qualité de l'échantillonnage.

La valeur de la qualité d'échantillonnage calculée est de 0 au niveau des 3 vergers de l'oranger *valencia late*, le citronnier et l'oranger *thomson* de la station de Sikh Oummedour et ce durant les deux années d'étude 2008 et 2013. Cette valeur est de 0,02 en 2008 et de 0 en 2013 dans la parcelle des orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal (Tab. 29). Les valeurs de a/N sont très faibles, ce qui permet de dire que l'échantillonnage réalisé est bon.

3.1.3.6.2. - Traitement des résultats par des indices écologiques de composition

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont prises en considération.

3.1.3.6.2.1. - Richesse totale

La richesse totale en espèces prédatrices représentées par des Coleoptera, des Diptera, des Heteroptera et des Nevroptera est de 11 aussi bien en 2008 qu'en 2013 dans le verger de *valencia late*. Elle est de 7 espèces en 2008 et de 8 en 2013 dans le verger de *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Cette valeur atteint 11 espèces en 2008 et 10 espèces en 2013 dans le verger de citronniers. Dans le verger de *thomson* de la station de Sikh Oummedour, la richesse totale est de 11 espèces en 2008 et en 2013.

3.1.3.6.2.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives (%)

Les abondances relatives ainsi que les effectifs des 16 espèces prédatrices capturées dans les vergers de *Citrus* durant les deux années 2008 et 2013 sont regroupés dans le tableau 30. Les différents prédateurs recensés présentent des abondances relatives qui varient d'une culture à une autre et d'une année à l'autre. C*occinella algerica* est l'espèce la plus abondante dans la station de Sikh Oummedour, avec une fréquence de 23,6 % en 2008 et de 17,1 % en 2013 dans la parcelle de citronniers. Elle est notée avec une fréquence de 20,3 % en 2008 et de 19,6 % en 2013 dans le verger de *thomson* de la même station. Dans celle d'Abid Chamlal, par contre ce sont les espèces *Aphidoletes aphidimyza* et *Chrysoperla carnea* qui sont les plus abondantes. *Aphidoletes aphidimyza* est enregistrée avec une abondance relative de 55,7 % en 2008 et de 56,8 % en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. *Chrysoperla carnea* se trouve avec une fréquence de 42,9 % en 2008 et de 46,6 % en 2013 dans la parcelle de *thomson* (Tab. 30).

La punaise *Malacocoris chlorizans* qui est totalement absente dans la station d'Abid Chamlal, est représentée par de très faibles fréquences dans la station de Sikh Oummedour. Elle est représentée avec une Abondance relative de 0,7 % en 2008 dans le verger de citronniers, de 1,8 % en 2008 et 0,9 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson*. Les espèces les plus faiblement représentées dans la parcelle d'orangers *valencia late* sont *Sphaerophoria scripta* (A.R. = 0,3 % en 2008; A.R. = 0,5 % en 2013), *Melanostoma mellinum* (A.R. = 0,4 % en 2008, A.R. = 0,5 % en 2013) et *Scymnus pallipediformis* (A.R. = 0,3 % en 2013). Dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, c'est *Anthocoris nemoralis* (A.R. = 0,4 % en 2008) et *Syrphus corollae* (A.R. = 2,7 % en 2013) qui sont notées avec les plus faibles abondances relatives. Les autres espèces auxiliaires sont enregistrées avec des fréquences comprises entre 1,2 % et 29,4 %.

Tableau 30 - Abondances relatives des espèces prédatrices répertoriées dans les vergers de *Citrus* de la station d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour en 2008 et en 2013

Espèces	Station d'Abid Chamlal								Station de Sikh Oummedour							
	valencia late				*thomson*				citronnier				*thomson*			
	2008		2013		2008		2013		2008		2013		2008		2013	
	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)
C. algerica	83	4,1	58	2,21	52	23	49	22,37	97	23,6	67	17,1	80	20,3	63	19,63
C. undecimpunctata	-	-	-	-	7	3,1	9	4,11	12	2,92	15	3,83	5	1,27	9	2,8
O. doublieri	-	-	-	-	12	5,31	8	3,65	-	-	-	-	-	-	-	-
A.. variegata	47	2,33	32	1,22	23	10,18	15	6,85	54	13,14	56	14,3	63	15,99	54	16,82
P. subvillosus	12	0,6	17	0,65	-	-	-	-	46	11,2	57	14,54	23	5,84	41	12,77
S. pallipediformis	15	0,7	9	0,34	-	-	-	-	16	3,9	23	5,87	18	4,57	13	4,05
S. rufipens	-	-	-	-	-	-	-	-	23	5,6	28	7,14	12	3,04	8	2,49
A. aphidimyza	1126	55,74	1490	56,78	-	-	-	-	25	6,1	36	9,18	25	6,34	18	5,61
E. balteatus	65	3,22	63	2,4	34	15,04	23	10,5	53	12,9	46	11,73	69	17,51	48	14,95
S. corollae	-	-	-	-	-	-	6	2,74	-	-	-	-	-	-	-	-
M. mellinum	7	0,35	12	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. scripta	5	0,25	12	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. nemoralis	124	6,14	153	5,83	1	0,44	7	3,2	18	4,38	12	3,1	15	3,81	7	2,18
M. chlorizans	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,73	-	-	7	1,78	3	0,93
P. tiliae	18	0,89	6	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. carnea	518	25,64	772	29,42	97	42,92	102	46,6	64	15,57	52	13,26	77	19,54	57	17,76
Totaux	**2020**	**100**	**2624**	**100**	**226**	**100**	**219**	**100**	**411**	**100**	**392**	**100**	**394**	**100**	**321**	**100**

Ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération ; **A.R. % :** Abondances relatives
- : Absence

3.1.1.6.2.3. - Fréquences d'occurrence et constances

Les fréquences d'occurrence (F.O. %) des espèces prédatrices de pucerons recensées dans la région d'Oued-Aissi (Abid Chamlal et Sikh Oummedour) durant les années 2008 et 2013 sont rassemblées dans le tableau 31.

La lecture des résultats montre que la majorité des espèces prédatrices se placent dans la classe de constance régulière, telles que *Coccinella algerica*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Episyrphus balteatus* et *Chrysoperla carnea* dans les quatre vergers d'étude et durant les deux années (Tab. 31). *Hippodamia (Adonia*) *variegata* est une espèce de la classe régulière dans toutes les parcelles et durant les 2 années, sauf en 2013 dans la parcelle des orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal où elle est mise dans la classe de constance accessoire. *Scymnus pallipediformis* est classée comme accessoire en 2008 dans le verger de *thomson* de la station de Sikh Oummedour et en 2013 dans le verger de citronniers. Mais elle appartient à la classe de constance accidentelle dans le verger de *valencia late* aussi bien en 2008 qu'en 2013. Enfin, les espèces *Syrphus corollae*, *Sphaerophoria scripta* et *Malacocoris chlorizans* font partie de la classe rare avec des fréquences d'occurrence faibles comprises entre 8,3 % et 16,7 %.

3.1.3.6.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équirépartition (E) calculés sont présentés.

Tableau 31 - Fréquences d'occurrence et constances des espèces de prédateurs capturés dans les vergers de *Citrus* de la région d'Oued-Aïssi

Espèces	Station d'Abid Chamlal								Station de Sikh Oummedour							
	valencia late				*thomson*				citronnier				*thomson*			
	2008		2013		2008		2013		2008		2013		2008		2013	
	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.	F(%)	C.c.
C. algerica	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég
C. undecimpunctata	-	-	-	-	20,83	Acc	29,16	Acc	29,16	Acc	37,5	Acc	12,5	Rare	25	Acc
O. doublieri	-	-	-	-	29,16	Acc	25	Acc	-	-	-	-	-	-	-	-
A.. variegata	75	Rég	75	Rég	66,66	Rég	50	Acs	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég
P. subvillosus	37,5	Acc	41,66	Acs	-	-	-	-	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég
S. pallipediformis	37,5	Acc	25	Acc	-	-	-	-	33,33	Acc	41,66	Acs	45,83	Acs	33,33	Acc
S. rufipens	-	-	-	-	-	-	-	-	66,66	Rég	66,66	Rég	41,66	Acs	33,33	Acc
A. aphidimyza	75	Rég	75	Rég	-	-	-	-	75	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég	66,66	Rég
E. balteatus	75	Rég	75	Rég	75	Rég	66,66	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég
S. corollae	-	-	-	-	-	-	16,66	Rare	-	-	-	-	-	-	-	-
M. mellinum	20,83	Acc	16,66	Rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. scripta	12,5	Rare	16,66	Rare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. nemoralis	75	Rég	75	Rég	4,16	Rare	12,5	Rare	41,66	Acs	33,33	Acc	37,5	Acc	20,83	Acc
M. chlorizans	-	-	-	-	-	-	-	-	8,32	Rare	-	-	12,5	Rare	8,32	Rare
P. tiliae	25	Acc	12,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. carnea	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég	75	Rég

F(%) : Fréquence d'occurrence
C.c. : Classe de constance
Rég : Régulière
Acs : Accessoire
Acc : Accidentelle
- : Absence

3.1.3.6.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les résultats concernant l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max.) et de l'équitabilité (E) des espèces prédatrices recensées durant les deux années d'étude sont réunis dans le tableau 32.

Tableau 32 - Valeurs de la diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et de l'équitabilité (E) des espèces auxiliaires capturées dans les vergers de *Citrus* durant les années 2008 et 2013

Paramètres	**Station d'Abid Chamlal**				**Station de Sikh Oummedour**			
	Orangers *valencia late*		**Orangers *thomson***		**Citronniers**		**Orangers *thomson***	
	2008	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**	**2008**	**2013**
H'(bits) : Diversité de Shannon Weaver	1,9	1,72	2,17	2,67	3,09	3,15	3	3,01
H'max (bits) : Diversité maximale	3,46	3,46	2,81	3	3,46	3,32	3,46	3,46
E: Equitabilité	0,55	0,50	0,77	0,75	0,89	0,95	0,87	0,87

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé est de 1,9 bits en 2008 et de 1,72 bits en 2013 pour le verger d'orangers *valencia late*, 2,17 bits en 2008 et 2,67 bits en 2013 pour la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est de 3,09 bits en 2008 et de 3,15 bits en 2013 dans le verger de citronniers. Il est de 3 bits en 2008 et 3,01 bits en 2013 pour le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour (Tab. 32). Pour ce qui concerne l'equitabilité, celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

3.1.3.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés

L'analyse des différents prédateurs recensés présente une activité prédatrice au printemps. Celle-ci coïncide avec les fortes pullulations de pucerons. La raréfaction des auxiliaires en automne est en relation avec les températures qui s'abaissent et avec la nourriture qui devient de plus en plus rare. Il apparait également que toutes les espèces apparaissent simultanément à la même période dans le verger d'orangers *valencia late* en 2008 et en 2013 (Fig. 102, 103). Dans le verger de *thomson* de la station d'Abid Chamlal, de citronniers et de *thomson* de la station de Sikh Oummedour, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidiae et les Chrysopidae qui font leur apparition en premier (Fig. 104 à 109).

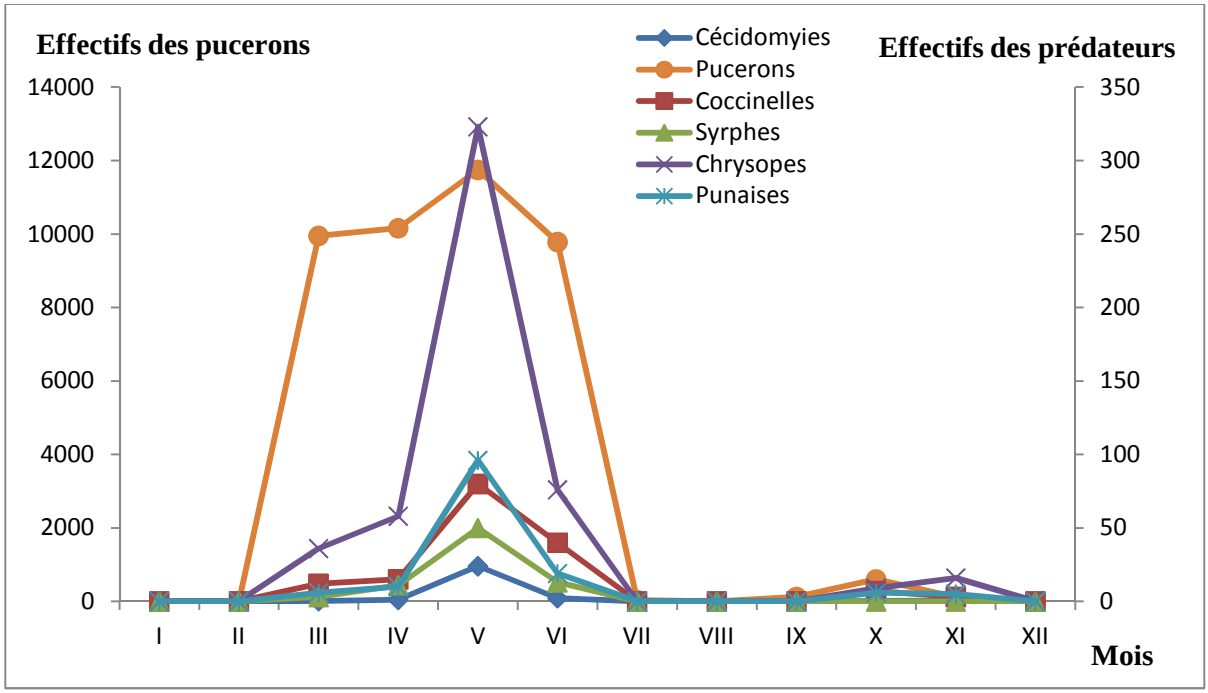


Figure 102 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008

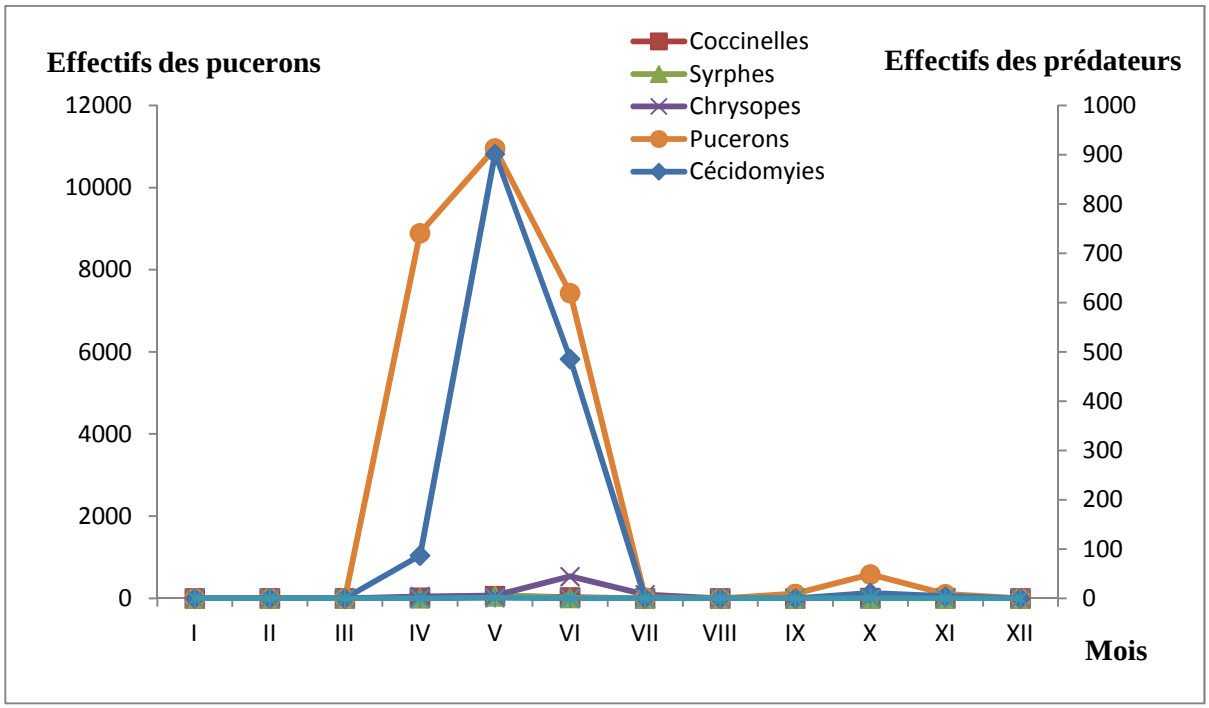


Figure 103 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2013

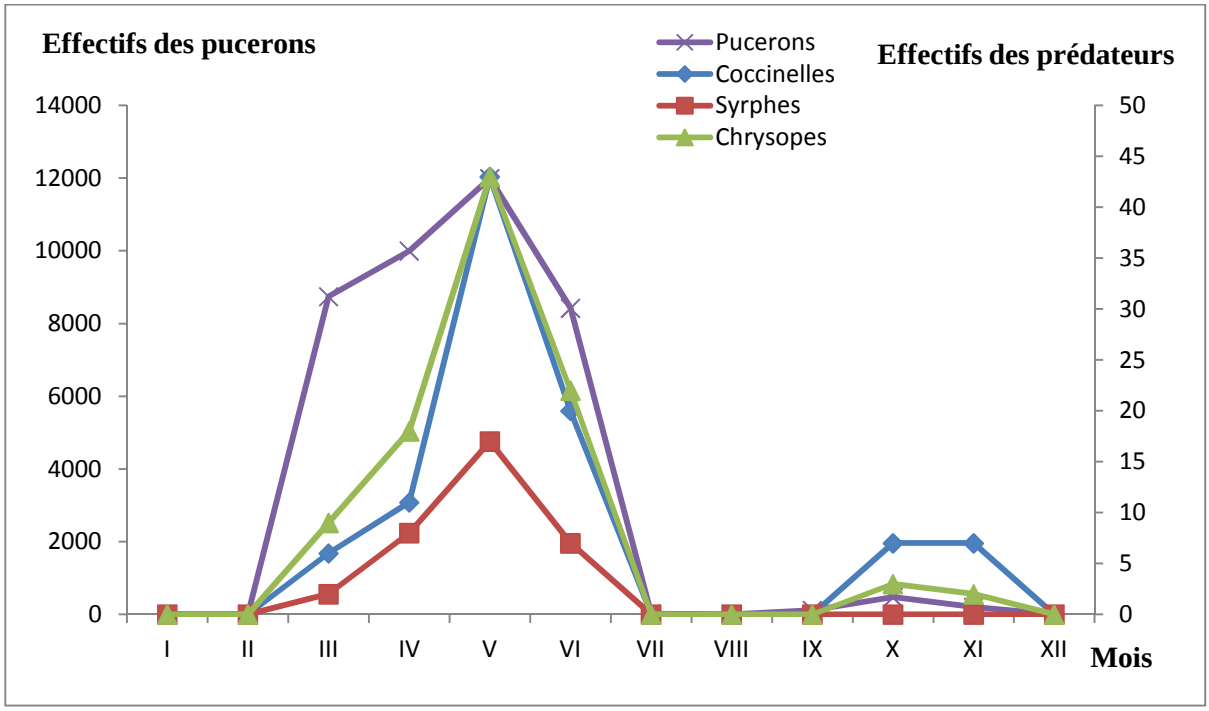


Figure 104 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2008

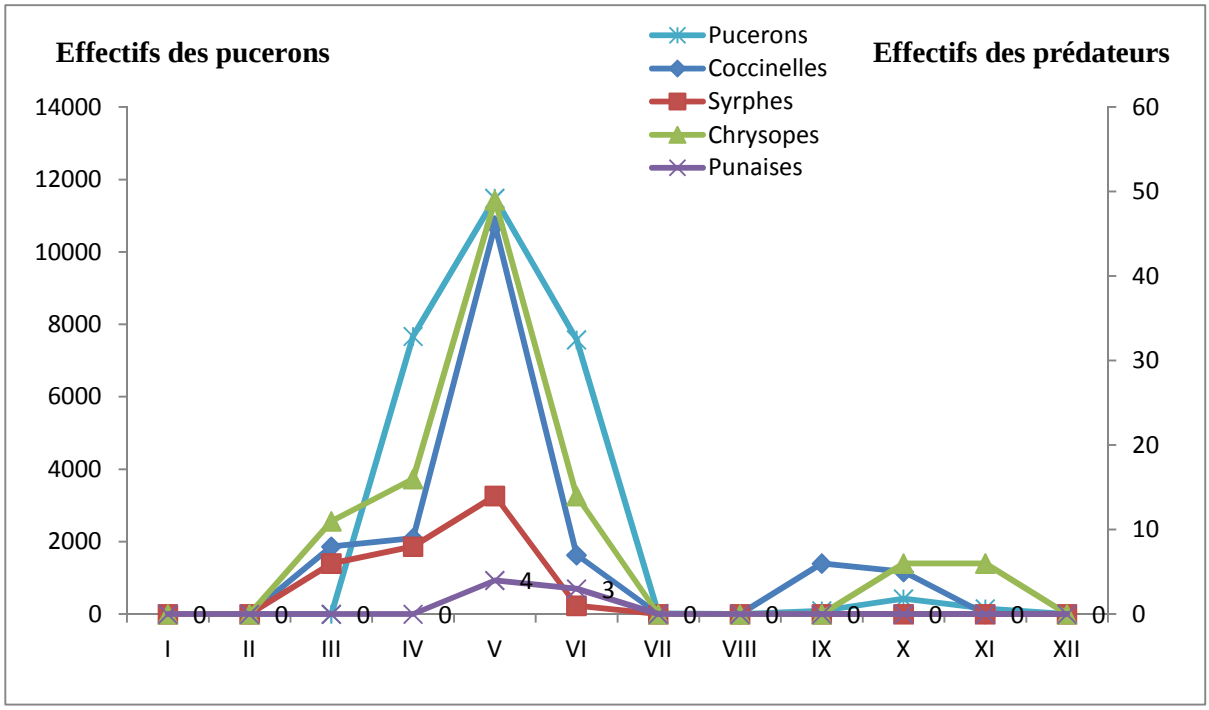


Figure 105 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal en 2013

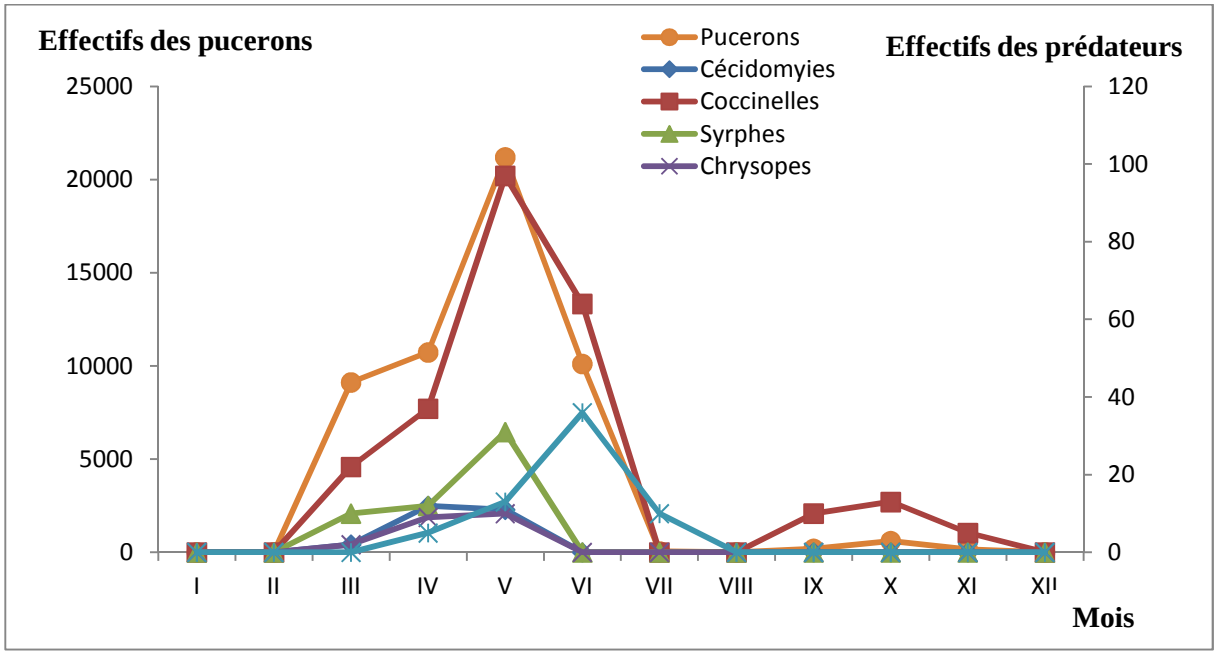


Figure 106 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008

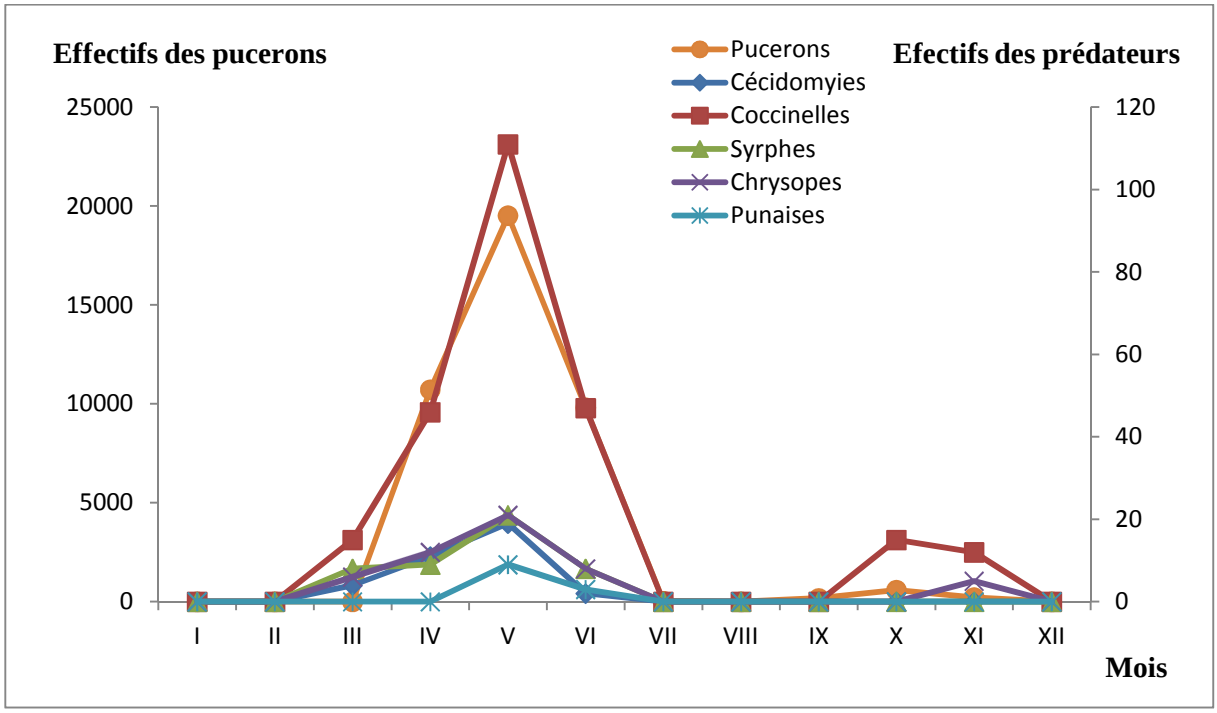


Figure 107 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2013

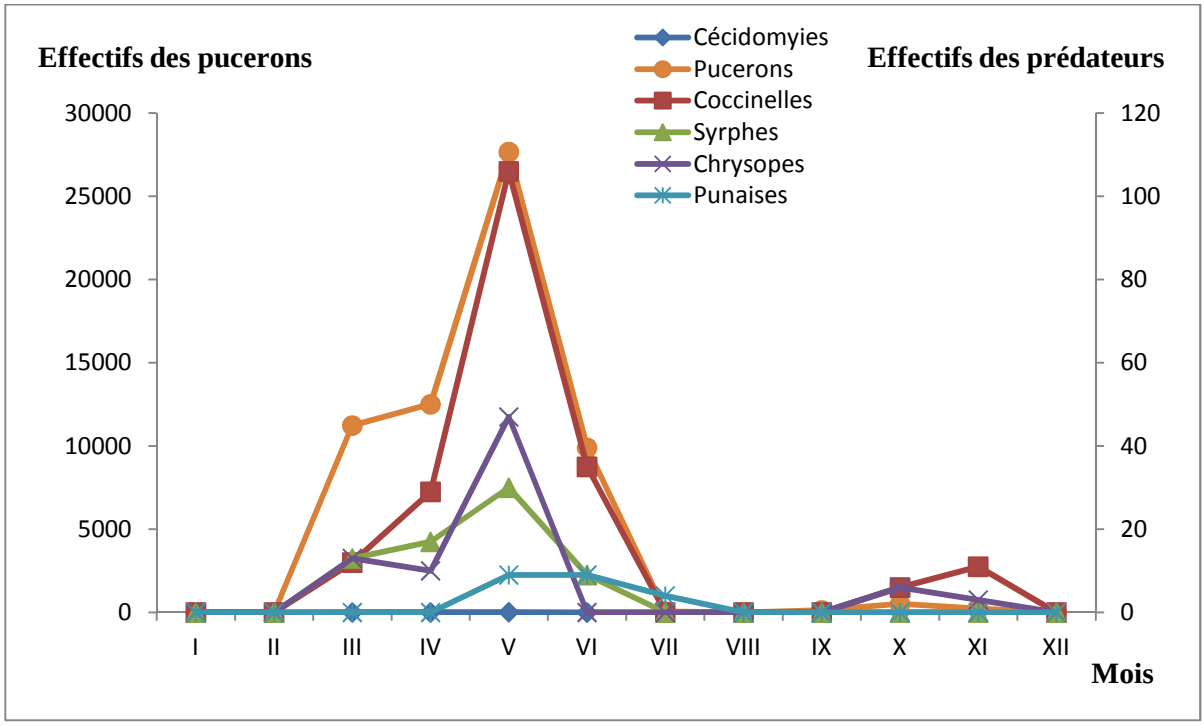


Figure 108 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008

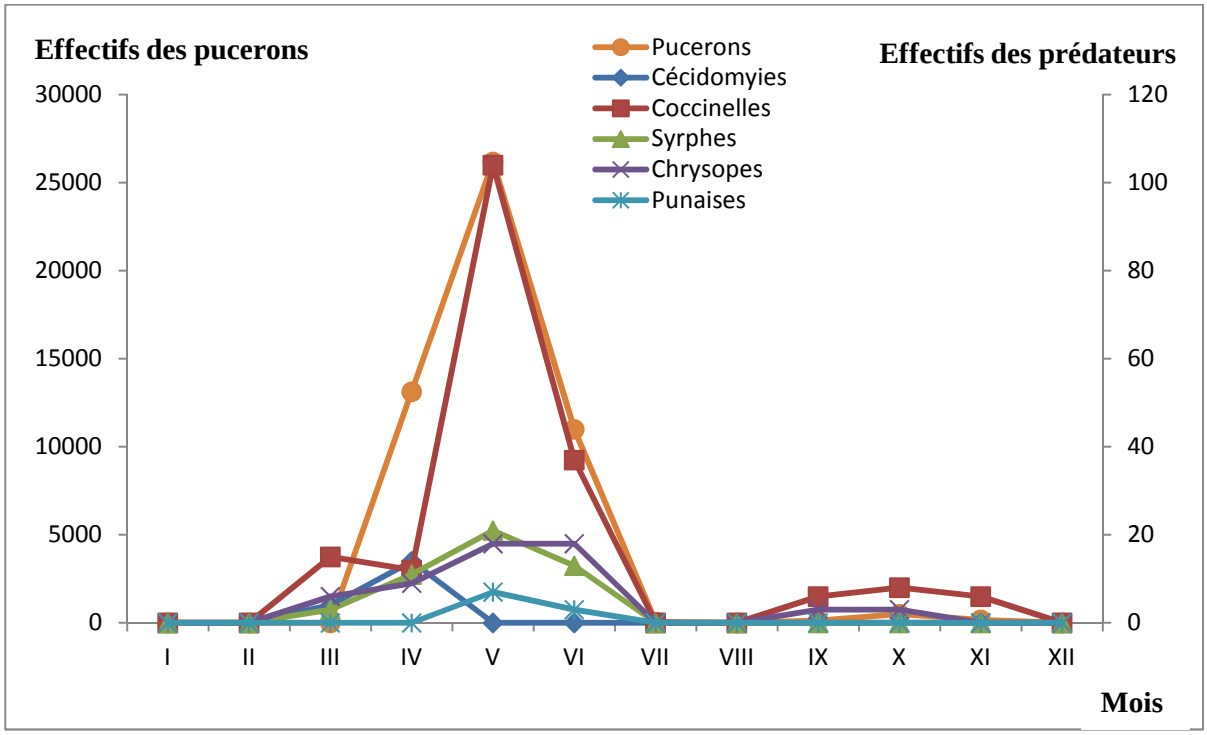


Figure 109 - Fluctuations des prédateurs recensés dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2013

Les punaises qui sont très faiblement représentées, ne sont recensées que plus tard aussi bien en 2008 qu'en 2013. L'effectif des prédateurs augmente progressivement pour atteindre un pic durant le mois de mai. Leur présence décroît rapidement par la suite, probablement à cause de la chute des populations aphidiennes et de l'augmentation des températures.

3.1.3.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés

Durant 48 sorties effectuées durant les années 2008 et 2013, dans les stations d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour, plusieurs momies de pucerons parasités sont récoltées. Mais l'identification des parasitoïdes impliqués n'a pas pu être réalisée. Cependant, selon l'aspect et la coloration des momies, il s'agirait de trois espèces de parasitoïdes différentes (Fig. 110).

3.1.3.9. - Importance du parasitisme

Le taux de parasitisme calculé dans le verger d'orangers *valencia late* est de 2 % en 2008 et de 1,5 % en 2013 (Fig. 111, 112). Des taux de 3 % en 2008 et de 2 % en 2013 dans le verger de citronniers sont mentionnés (Fig. 113, 114). Il est de 1 % en 2008 et en 2013 dans le verger de *thomson* de la station de Sikh Oummedour (Fig. 115, 116). Aucun parasitoïde n'est décelé dans le verger de *thomson* de la station d'Abid Chamlal.

3.1.4. - Analyse factorielle des correspondances des espèces aphidiennes et des prédateurs

Tour à tour les données portant sur les espèces de pucerons et sur les prédateurs vivant dans les vergers d'agrumes sont exploitées par une analyse factorielle des correspondances

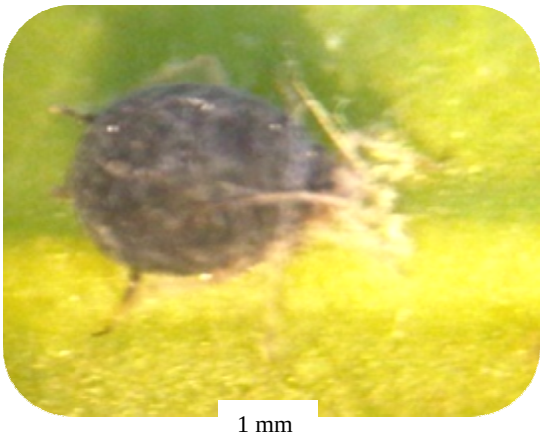
3.1.4.1. – Traitement des pucerons par une analyse factorielle des correspondances

Afin de mettre en évidence les corrélations entre les espèces aphidiennes recensées, les différentes parcelles échantillonnées et les deux années d'étude dans la région de Draâ Ben Khedda et de Oued-Aïssi, une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) est réalisée.



0,9 mm

a-Momie marron



1 mm

b- Momie noire



0,7 mm

c- Momie blanche

Figure 110 - Momies de pucerons récoltées sur les feuilles de *Citrus* (Photographies originales)

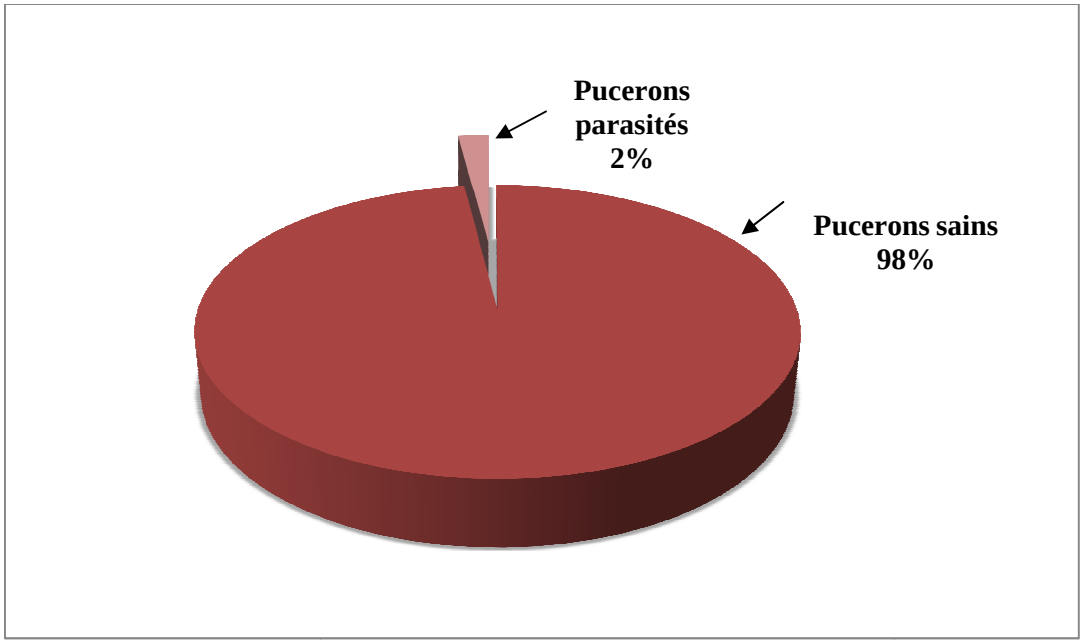


Figure 111 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2008

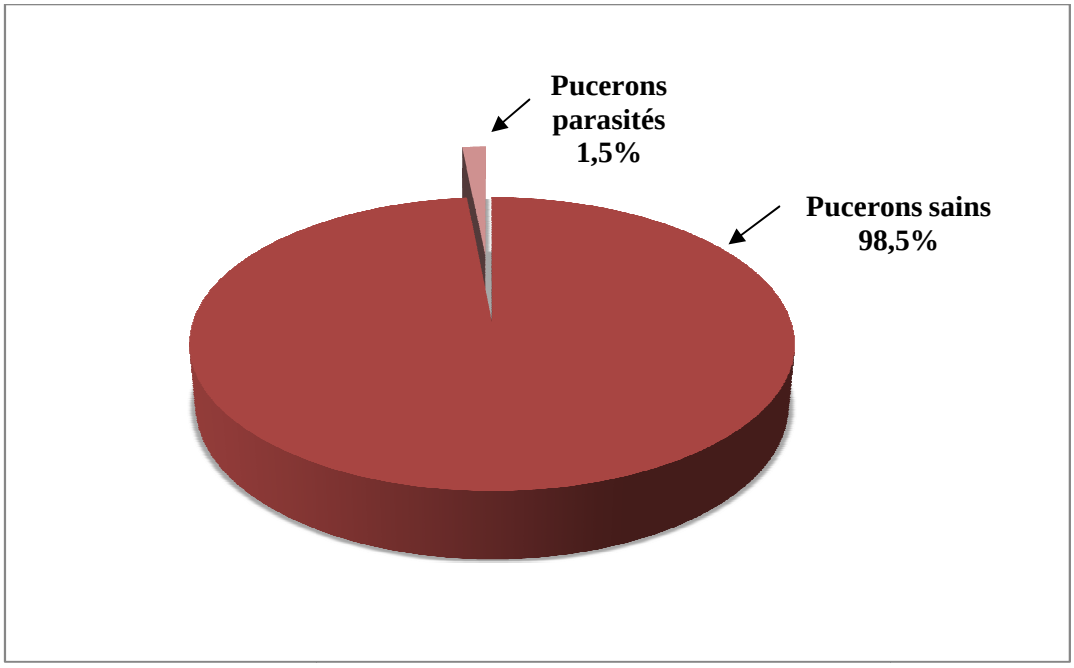


Figure 112 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *valencia late* de la station d'Abid Chamlal en 2013

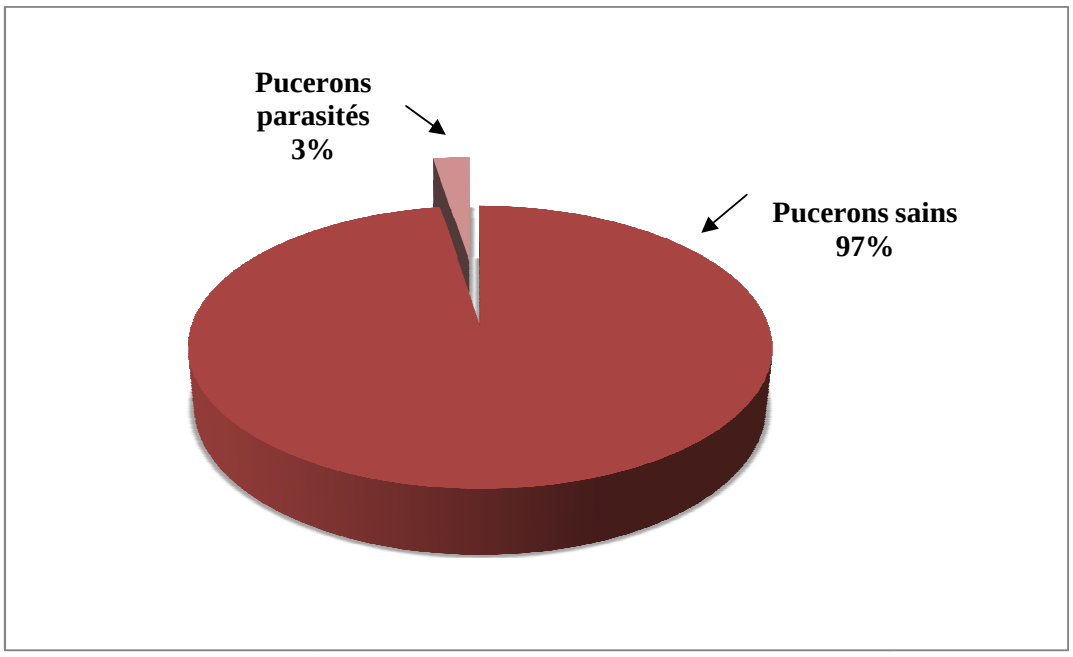


Figure 113 - Taux de parasitisme recensé dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2008

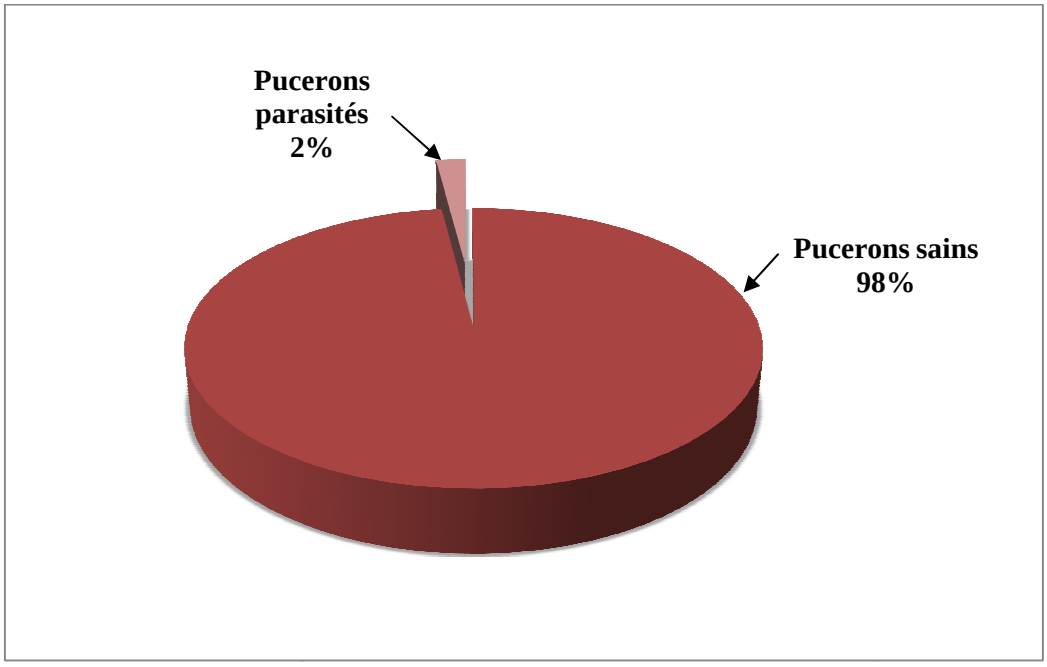


Figure 114 - Taux de parasitisme recensé dans le verger de citronniers de la station de Sikh Oummedour en 2013

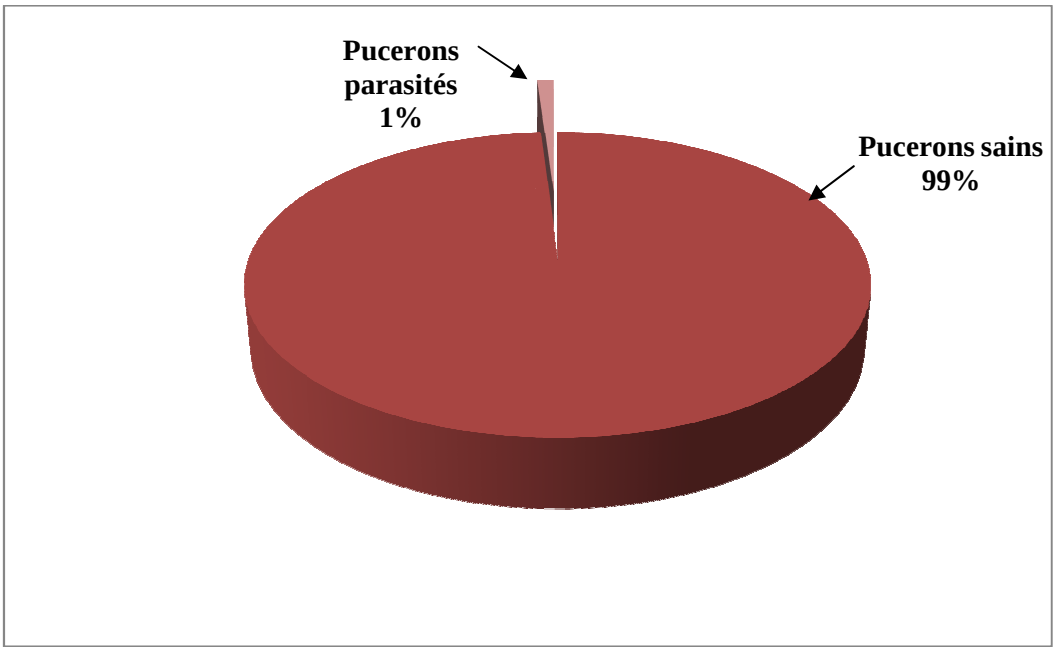


Figure 115 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2008

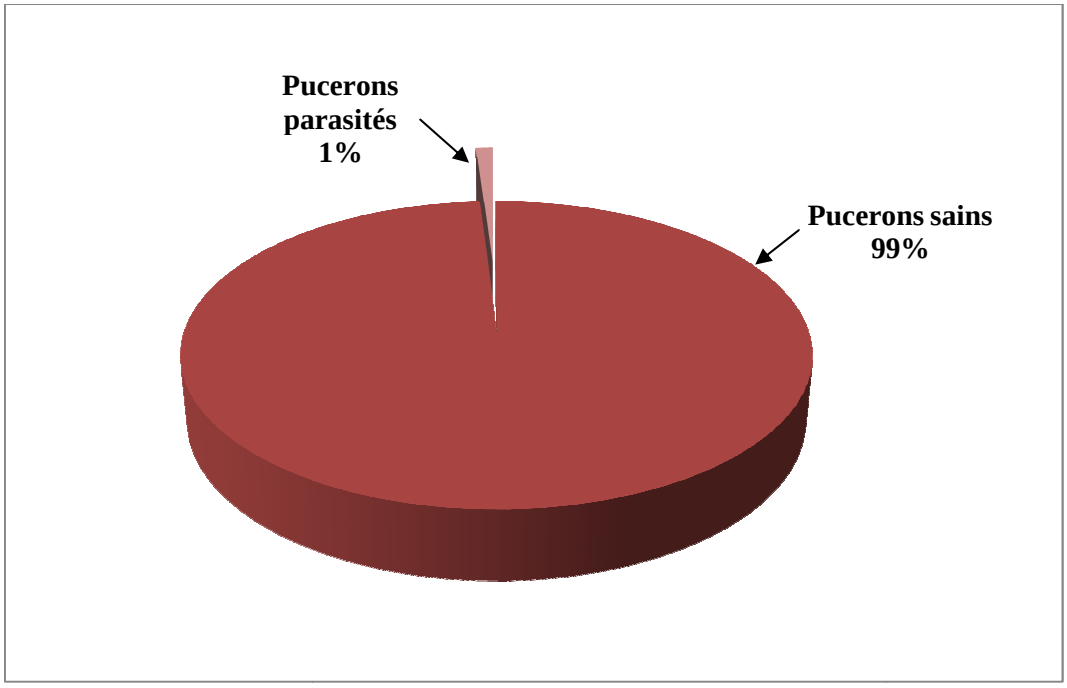


Figure 116 - Taux de parasitisme recensé dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour en 2013

Celle-ci est représentée dans la figure 117. Le nombre des observations est de 74 espèces et le nombre de variables est de 2 années soit 2008 et 2013 et de 6 cultures à comparer. Ce sont la parcelle de pomme de terre, celle de la fève, le verger d'orangers *valencia late*, et celui des orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal et les vergers de citronniers et d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour.

L'analyse statistique multivariée effectuée sur les données des espèces aphidiennes recensées dans les 6 parcelles d'étude durant les deux années d'échantillonnage est exprimée dans le plan factoriel F1 x F2 de l'AFC, qui détient 68,61 % de l'information, soit 46,7 % sont expliqués par l'axe F1 et 21,9 % par l'axe F2 (Annexe 57).

L'axe F1 oppose la parcelle de pomme de terre en 2008 et en 2013 aux vergers de *thomson* de la station d'Abid Chamlal (2008, 2013), de citronniers (2008, 2013) et de *thomson* de la station de Sikh Oummedour (2008, 2013) (Annexe 58). L'axe F2 oppose les parcelles de fève (2013), de *thomson* de la station d'Abid Chamlal (2008, 2013) et d'orangers *valencia late* (2013) aux vergers de citronniers (2008 et 2013) et de *thomson* de la station de Sikh Oummedour (2008, 2013). Certaines espèces sont communes aux différentes cultures au cours des deux années d'étude. D'autres espèces sont caractéristiques à une culture donnée et à une année donnée (Fig. 117).

3.1.4.1. – Traitement des espèces prédatrices par une analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances a pour but la recherche des rassemblements entre les objets représentés par les espèces prédatrices de pucerons par rapport aux variables correspondant ici aux années d'étude d'une part et aux différentes cultures d'autre part. Le nombre d'observations est de 16 espèces auxiliaires et le nombre de variables est de 2 pour les années d'étude et de 6 pour les cultures. L'A.F.C. réalisée est présentée dans la figure 118.

L'analyse statistique multivariée effectuée sur les données des espèces prédatrices inventoriées dans les 6 parcelles d'étude durant les deux années d'échantillonnage est exprimée dans le plan factoriel F1xF2 de l'AFC. Le plan factoriel F1xF2 détient 82,73 % de l'information. Ainsi 66,8 % sont expliqués par l'axe F1 et 15,9 % par l'axe F2 (Annexe 59).

L'axe F1 oppose les parcelles de pomme de terre (2008, 2013), de fève (2008, 2013), de *thomson* de la station d'Abid Chamlal (2008 et 2013), de citronniers (2008 et 2013) et de

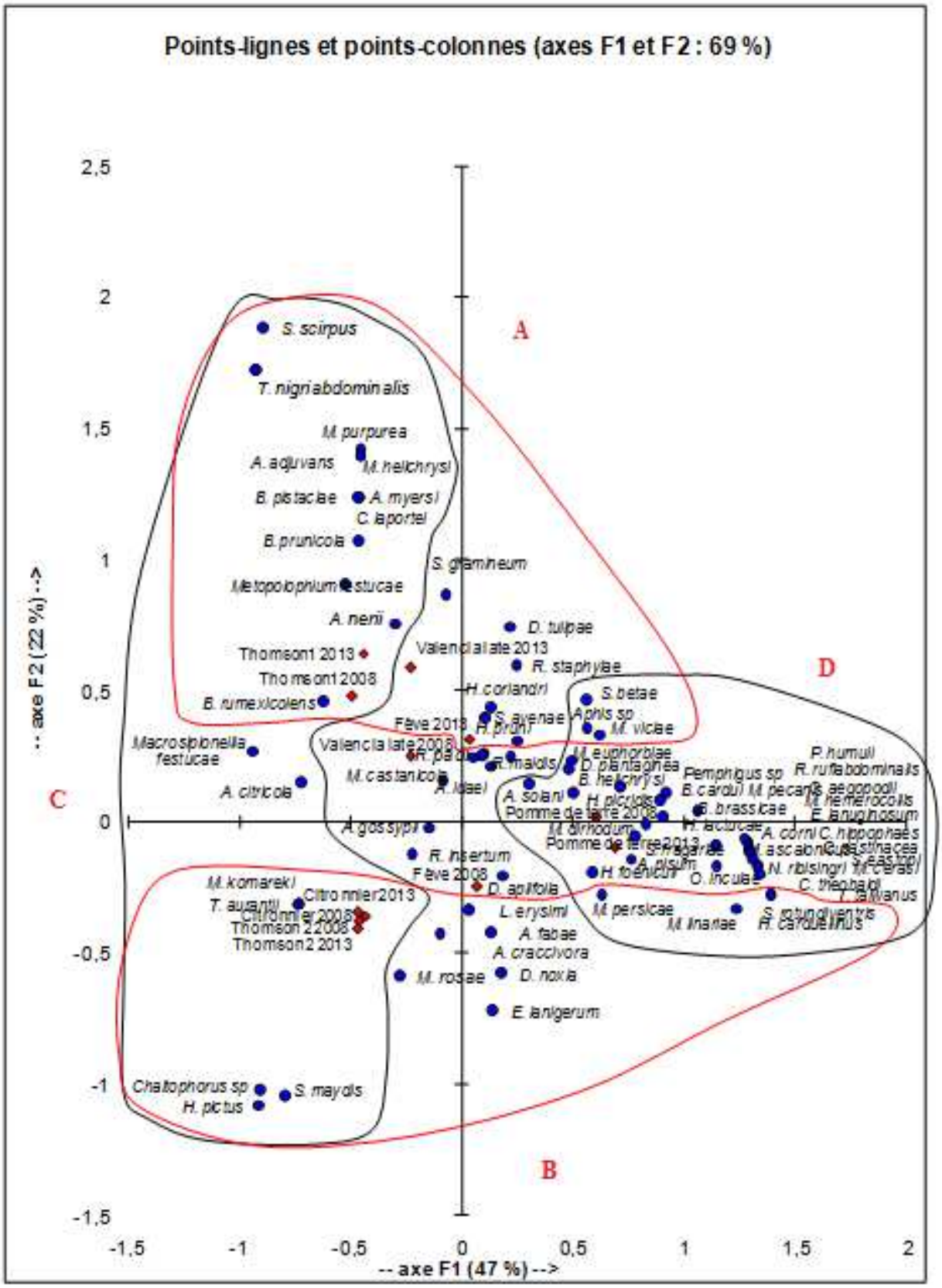


Figure 117 - Carte factorielle des différentes espèces d'Aphididae en fonction des cultures et des années

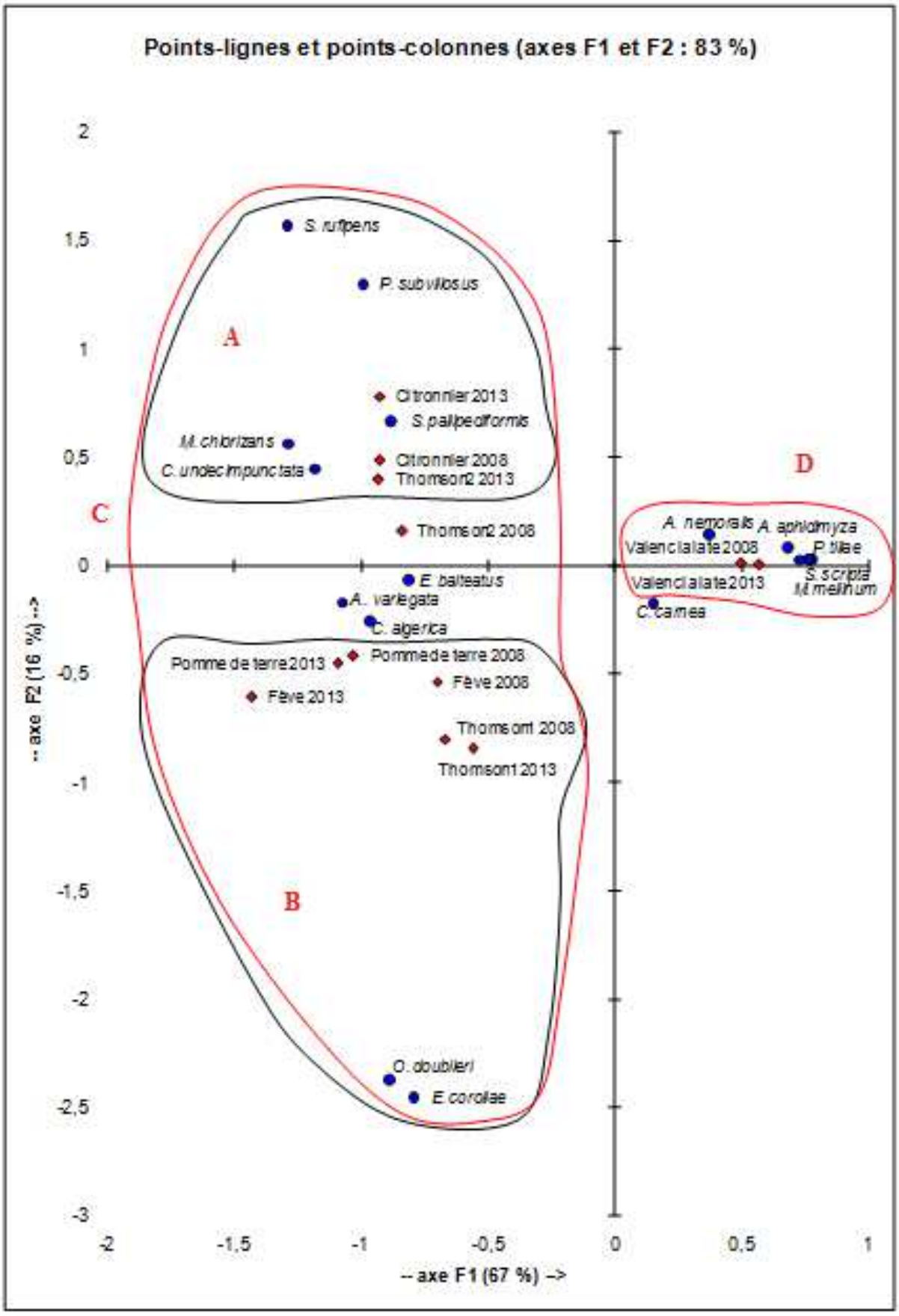


Figure 118 - Carte factorielle des différentes espèces de prédateurs en fonction des cultures et des années

thomson de la station de Sikh Oummedour (2008 et 2013) au verger d'orangers *valencia late* (Annexe 60).

L'axe F2 oppose les parcelles de pomme de terre (2008, 2013), de fève (2008, 2013) et de *thomson* de la station d'Abid Chamlal (2008, 2013) aux vergers de citronniers (2008, 2013) et de *thomson* de la station de Sikh Oummedour (2013). Le graphique de l'AFC expose la variation des espèces prédatrices en fonction des 6 cultures et des 2 années. Certaines espèces sont recensées simultanément au niveau des différentes cultures au cours des deux années d'étude. D'autres espèces sont spécifiques à une culture donnée et à une année donnée (Fig. 118).

3.2. – Résultats sur la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages

Les résultats sur la biologie de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* sont exposés.

3.2.1. – Résultats sur la biologie de *Coccinella algerica*

La durée de l'incubation des œufs et la fertilité de *Coccinella algerica*, l'influence de la qualité de l'alimentation sur sa durée de développement, la quantité de nourriture nécessaire à la ponte et le cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de la même espèce sont étudiés.

3.2.1.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica*

Les résultats sur la durée d'incubation des œufs et sur la fertilité de *Coccinella algerica* nourrie à l'aide d'*Aphis fabae* dans les conditions de laboratoire sont mis dans le tableau 33.

La durée d'incubation des œufs de *Coccinella algerica* nourrie avec des pucerons *Aphis fabae* varie entre 4 et 5 jours pour des températures moyennes de 20,8 et 24,3 °C et respectivement des humidités de 68,3 et 73,5 % (Tab. 33). Cette durée augmente lorsque la température diminue, en effet, il est enregistré 6 à 7 jours pour des températures moyennes variant entre 20,5 et 21 °C et une humidité de 67,5 à 72,3 %. Il apparait que la fertilité des œufs est très élevée. Des taux supérieurs à 45,5 % sont enregistrés pour une température moyenne de 21,2°C et de 100 % pour une température moyenne de 24,3 °C.

Tableau 33 - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica* nourrie avec des pucerons *Aphis fabae* dans les conditions de laboratoire

Individus	Nombres d'œufs	Fertilité	Pourcentages	Incubation (jours)	Températures	Humidités
1	30	17	56,66	5	20,75 ± 0,5	68,2 ± 5,37
2	79	44	55,69	7	20,5 ± 0,7	67,5 ± 3,53
3	76	50	65,79	5	21,2 ± 0,44	64,4 ± 3,28
4	88	40	45,45	5	21,2 ± 0,44	66 ± 5,09
5	69	51	73,91	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
6	100	46	46	5	21,5 ± 1,29	72,25 ± 2,5
7	105	73	69,52	6	21 ± 1	72,33 ± 3,05
8	92	78	84,78	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
9	106	71	66,98	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
10	56	47	83,92	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
11	56	56	71,43	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
12	39	26	66,66	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
13	51	30	58,82	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
14	57	49	85,96	4	24,25 ± 0,95	73,5 ± 2,38
15	82	64	78,05	4	24,25 ± 0,95	73,5 ± 2,38
16	32	32	100	4	24,25 ± 0,95	73,5 ± 2,38
17	29	17	58,62	5	22 ± 1,58	78 ± 2,19
18	20	18	90	4	24 ± 1	69,6 ± 8,96
19	24	22	91,66	3	24 ± 1	72,33 ± 0,57
20	14	11	78,57	6	24 ± 0,89	66,5 ± 9,52
21	100	60	60	7	20,5 ± 0,7	67,5 ± 3,53
22	58	31	53,45	5	21 ± 0,7	68.4 ± 6.06
23	45	45	100	4	24 ± 1	72,33 ± 0,57
24	80	52	65	3	24 ± 1	72,33 ± 0,57
25	35	30	85,71	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
26	69	55	79,71	5	21 ± 0,7	68,4 ± 6,06
27	77	61	79,22	5	21,5 ± 1,29	72,25 ± 2,5
28	35	32	91,43	4	24,25 ± 0,95	73,5 ± 2,38
29	82	55	67,1	6	21 ± 1	72,33 ± 3,05
30	85	54	63,53	5	21,2 ± 0,44	64,4 ± 3,28

3.2.1.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée du développement

Les résultats de l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement de *Coccinella algerica* dans les conditions de laboratoire sont illustrés par la figure 119. L'espèce *Toxoptera aurantii* semble être une nourriture favorable pour le développement de *Coccinella algerica*, dans la mesure où elle écourte le cycle biologique (20,7 jours) à une température moyenne de 22,7 °C. La durée moyenne de développement des états larvaires et nymphal est de 16,7 jours à 23,4 °C. La deuxième espèce qui offre de meilleures conditions trophiques après *Toxoptera aurantii*, est *Aphis fabae* qui réduit la durée

de développement à 26,3 jours à 22,5 °C (Fig. 119). En revanche l'alimentation à base d'*Aphis citricola* semble prolonger le cycle de développement de la coccinelle. Il atteint 30,5 jours à une température moyenne de 22,5 °C.

3.2.1.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte

Les résultats de l'influence de la quantité de nourriture nécessaire à la ponte sont enregistrés dans le tableau 34.

Tableau 34 - Quantité de nourriture d'*Aphis fabae* nécessaire pour déclencher la ponte de *Coccinella algerica*

Répétitions	Poids des pucerons fournis (mg)	Poids des pucerons ingérés	Poids des pucerons restés (mg)	Durée (jours)
1	28,4	23,2	5,2	4
2	28,4	24,1	4,3	3
3	28,4	24,3	4,1	3
4	28,4	23,8	4,6	4
5	28,4	26,4	2	1
6	28,4	24,3	4,1	3
7	28,4	25,1	3,3	2
8	28,4	24,2	4,2	3
9	28,4	26	2,4	1
10	28,4	25,5	2,9	2
11	28,4	24,3	4,1	3
12	28,4	26,4	2	1
13	28,4	23,2	5,2	4
14	28,4	24,2	4,2	3
15	28,4	24,1	4,3	3
16	28,4	24,3	4,1	3
17	28,4	23,8	4,6	4
18	28,4	25,1	3,3	2
19	28,4	26	2,4	1
20	28,4	24,2	4,2	3
21	28,4	25,1	3,3	2
22	28,4	24,1	4,3	3
23	28,4	25,5	2,9	2
24	28,4	26,5	1,9	1
25	28,4	24,3	4,1	3
26	28,4	26	2,4	1
27	28,4	25,5	2,9	2
28	28,4	24,3	4,1	3
29	28,4	23,8	4,6	4
30	28,4	23,3	5,1	4
Moyenne	28.4	24,69	3,7	2,6

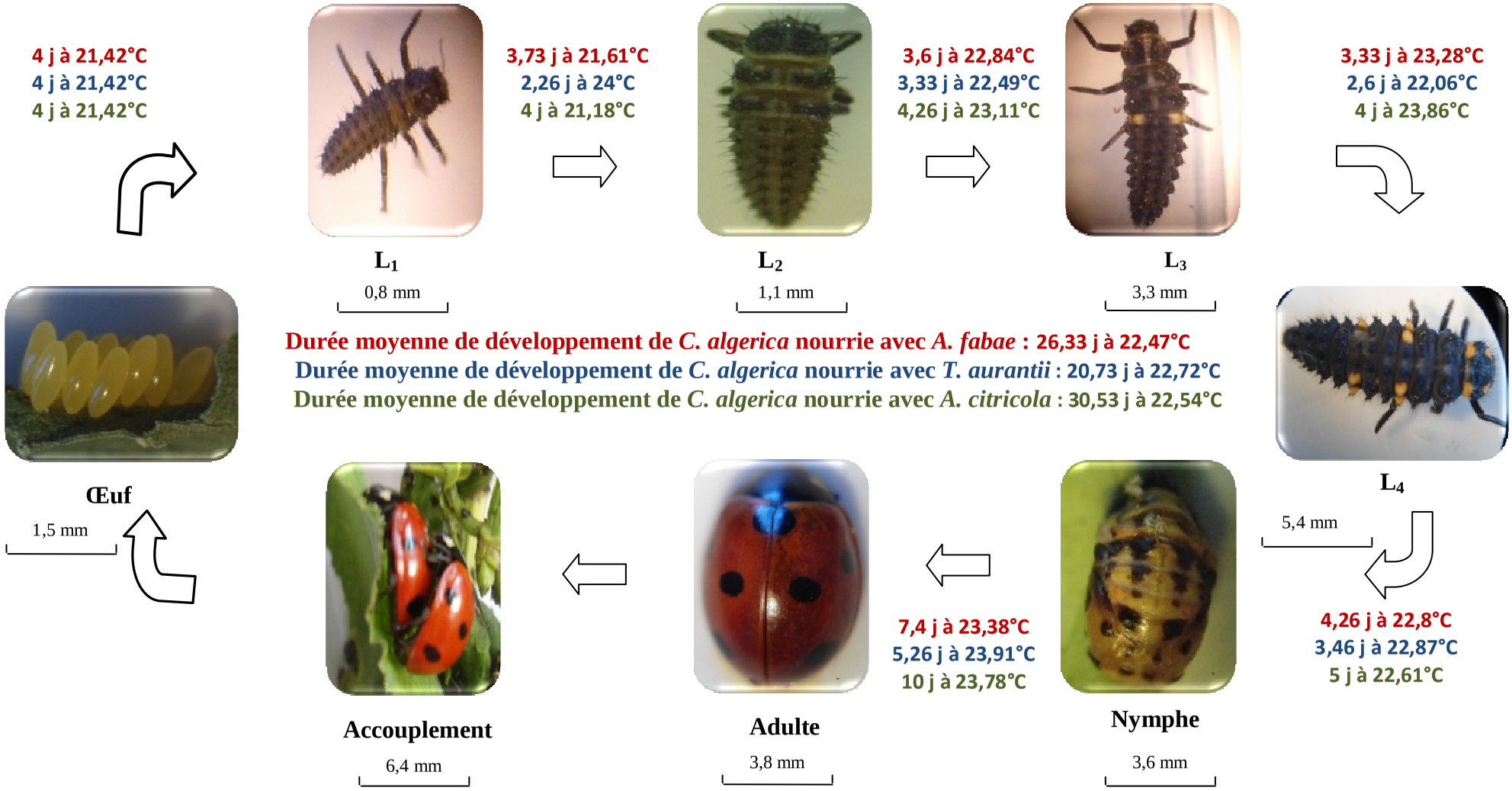


Figure 119 - Durée de développement de *Coccinella algerica* nourrie avec 3 espèces de pucerons (Photographies originales)

Coccinella algerica consomme en moyenne 24,7 mg de pucerons pour une durée moyenne de 2,6 jours. Cette quantité est en fait variable d'une femelle à une autre (Tab. 34). La durée minimale pour déclencher la ponte est de 1 jour lorsque le poids des pucerons ingérés par *Coccinella algerica* est compris entre 26 et 26,5 mg. La durée maximale est de 4 jours lorsque le poids des pucerons ingérés par cette coccinelle est compris entre 23,2 mg et 23,8 mg.

3.2.1.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de la même espèce

Les résultats du cannibalisme des larves du quatrième stade de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce sont consignés dans la figure 120. Le cannibalisme après 3 heures de jeûne est très important pour les larves du quatrième stade (L4) de *Coccinella algerica.* Le taux d'ingestion des œufs pour certaines larves est de 100 % (30 %). 50 % des larves ont ingéré plus de 80 % d'œufs et seulement 20 % ont consommé moins de 80 % (Fig. 120). Les résultats du cannibalisme des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis de ses propres œufs sont illustrés dans la figure 121. Le cannibalisme après 3 heures de jeûne des adultes de *Coccinella algerica* est plus important que celui des larves avec un taux d'ingestion des œufs pour certains adultes de 100 % (40 % des adultes), 60 % présentent plus de 80 % (Fig. 121).

3.2.1.5. - Exploitation des résultats par les méthodes statistiques

L'exploitation des résultats par les méthodes statistiques est basée sur l'analyse de la variance et les groupes homogènes, ainsi que la droite de régression**.**

3.2.1.5.1. - Analyse de la variance et groupes homogènes

Cette étude est menée dans le but de vérifier l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée du développement du prédateur.

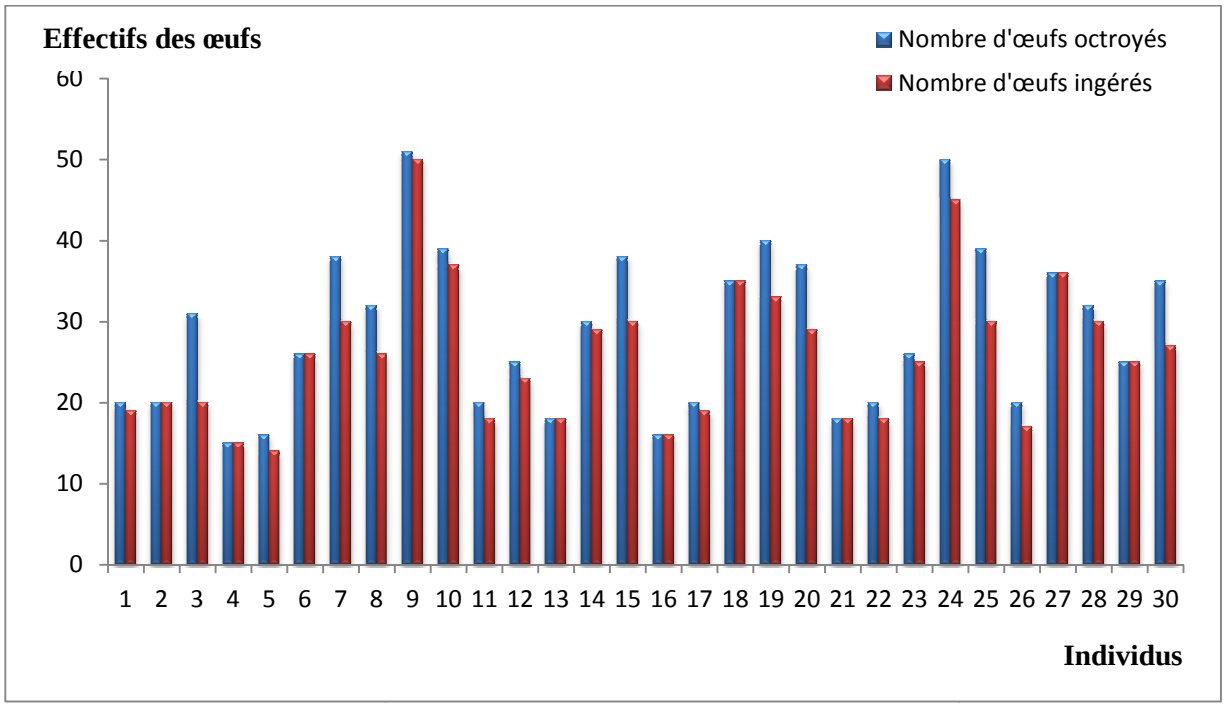


Figure 120 - Cannibalisme des larves L4 de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce

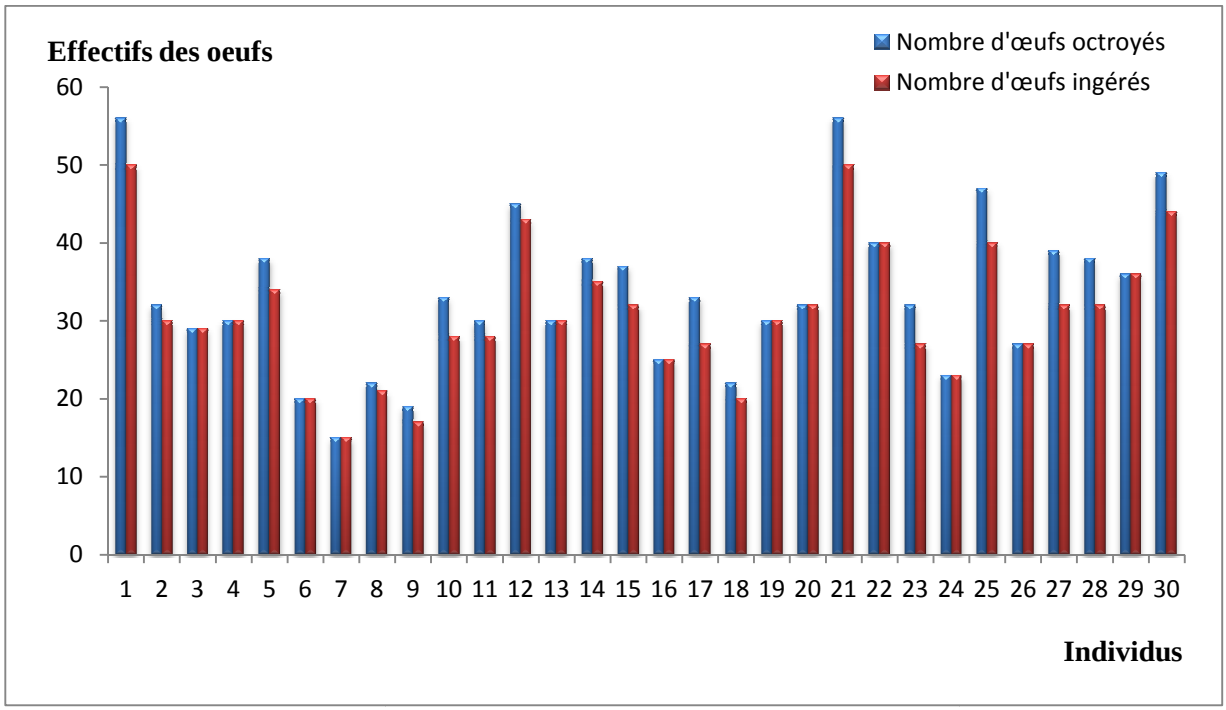


Figure 121 - Cannibalisme des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis de ses propres œufs

3.2.1.5.1.1. - Analyse de la variance

Pour étudier l'influence du facteur nourriture sur la durée de développement du prédateur, il est fait recours à l'analyse de la variance à un seul facteur qui est présentée dans le tableau 35. L'interprétation de nos analyses se fait au seuil de 5 %.

Tableau 35 - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement

	S.C.E	Ddl	C.M.	Test F	Proba	E.T.	C.V.
Var.Totale	827,2	44	18,8				
Var.Facteur 1	725,2	2	362,6	149,306	0		
Var.Residuelle 1	102	42	2,429			1,558	6,02%

Facteur : Nourriture.
SCE : Somme des carrés des écarts.
CM : Carrés moyens.
Ddl : Degré de liberté.
F : Fonction calculé.
Proba : Probabilité.
E.T. : Ecart total.
C.V. : Coefficient de variation.

L'analyse de la variance concernant l'influence de la nourriture (Facteur) sur la durée du développement montre que cette variabilité est très hautement significative (P = 0) (Tab. 35). Pour cela nous avons été amenés à effectuer le test de Newman et Keuls.

3.2.1.5.1.2. - Groupes homogènes

Les résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% sont présentés dans le tableau 36.

Tableau 36 - Test de Newman et Keuls au seuil 5% pour le facteur F1 (nourriture)

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogenes		
1	Sp1	20,73	A		
2	Sp2	26,33		B	
3	Sp3	30,53			C

Sp1 : *Toxoptera aurantii*
Sp2: *Aphis fabae*
Sp3: *Aphis citricola*

Le test de Newman et Keuls montre l'existence de trois groupes homogènes pour le facteur nourriture (Tab. 36). L'effet de l'influence de la nourriture pour l'espèce *Toxoptera aurantii* sur la durée du développement de la coccinelle est le plus important, est donc classé dans le groupe A. En deuxième position vient l'espèce *Aphis fabae* avec une durée de développement de 26,33 jours (groupe B). Alors que l'influence moyenne de l'espèce *Aphis citricola* est classée dans le groupe C, avec une durée de développement de 30,53 jours.

3.2.1.5.2. - Droite de régression

La corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée qui permet à la coccinelle de pondre est illustrée par la figure 122.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une corrélation entre le poids des pucerons ingérés et la durée qui permet à la coccinelle de pondre. En d'autre terme, nous pouvons dire que la durée est d'autant plus courte que la quantité de pucerons ingérée est importante, la corrélation linéaire est significative, marquée à p inférieur à 0,05 avec Y = -1,027x + 27,97 (Fig. 122).

3.2.2. – Résultats sur la biologie d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*

Les résultats relatifs à la durée de l'incubation des œufs et la fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, à l'influence de la qualité de l'alimentation sur sa durée de développement, à la quantité de nourriture nécessaire à la ponte sont exposés. Il en est de même pour le cannibalisme des larves L4 et des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de leur propre espèce.

3.2.2.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*

Les résultats de la durée d'incubation des œufs et fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie à base d'*Aphis fabae* au laboratoire sont regroupés dans le tableau 37.

L'incubation des œufs de la coccinelle *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie avec des *Aphis fabae* varie entre 4 et 5 jours pour des températures moyennes de 22,3 à 24 °C (Tab. 37). Cette durée est plus longue lorsque la température diminue. En effet, il est enregistré 6 à 7 jours pour des températures moyennes variant entre 20,3 à 21,7 °C. Le taux de fertilité des

œufs est très élevé. Il varie de 68,2 % à une température de 20,3 °C à 100 % pour des températures comprises entre 22,3 et 24 °C.

Tableau 37 - Durée d'incubation des œufs et fertilité d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie à l'aide d'*Aphis fabae* au laboratoire

Individus	Nombres d'œufs	Fertilité	Pourcentages	Incubation (en jours)	T (°C)	Humidité (%)
1	30	22	73,33	4	23 ± 0,95	69,4 ± 2,19
2	20	15	75	6	21,33 ± 0,46	71 ± 3
3	27	19	70,37	6	21,66 ± 0,8	71,1 ± 1,8
4	44	30	68,18	7	20,33 ± 0,5	72,4 ± 0,5
5	24	24	100	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
6	21	21	100	4	24 ± 1,2	65 ± 1
7	29	21	72,41	4	23 ± 0,95	69,4 ± 2,19
8	19	19	100	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
9	20	17	85	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
10	38	30	78,94	4	24 ± 1,2	65 ± 1
11	45	35	77,78	6	21,33 ± 0,46	71 ± 3
12	39	25	64,10	7	20,33 ± 0,5	72,4 ± 0,5
13	28	20	71,43	4	24 ± 1,2	65 ± 1
14	40	40	100	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
15	30	22	73,33	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
16	22	17	77,27	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
17	16	16	100	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
18	29	20	68,96	7	20,33 ± 0,5	72,4 ± 0,5
19	35	35	100	4	24 ± 1,2	65 ± 1
20	36	31	86,11	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
21	26	26	100	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
22	49	42	85,71	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
23	23	18	78,26	6	21,33 ± 0,46	71 ± 3
24	34	34	100	5	22,33 ± 1,80	70 ± 0,5
25	38	30	78,95	4	23 ± 0,95	69,4 ± 2,19
26	27	20	74,07	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
27	32	25	78,13	6	21,33 ± 0,46	71 ± 3
28	33	26	78,79	4	23,33 ± 1,1	67 ± 0,9
29	36	36	100	4	24 ± 1,2	65 ± 1
30	29	21	72,41	6	21,66 ± 0,8	71,1 ± 1,8

3.2.2.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement

Les résultats de l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée du développement d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata***,** sont regroupés dans la figure 123.

Les résultats montrent que l'alimentation à base *d'Aphis fabae* donne une durée de cycle biologique de 21,4 jours à une température moyenne de 20,9 °C. La deuxième espèce après

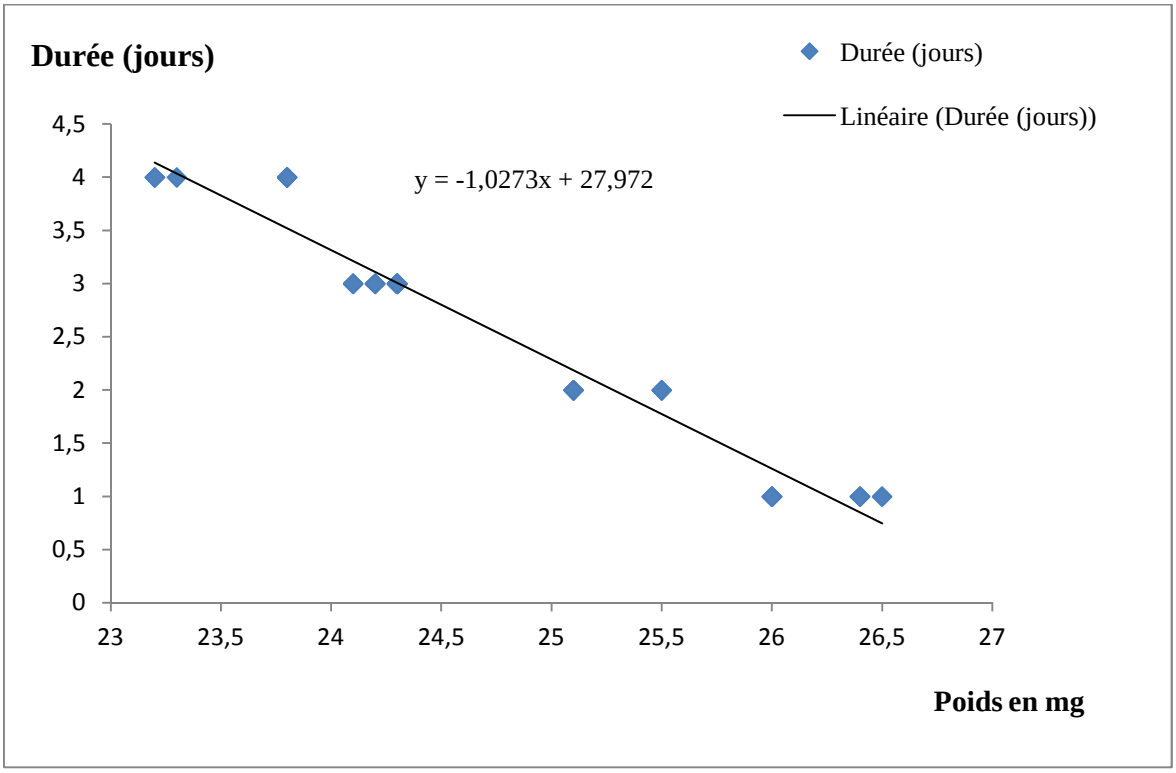


Figure 122 - Corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée de ponte de *Coccinella algerica*

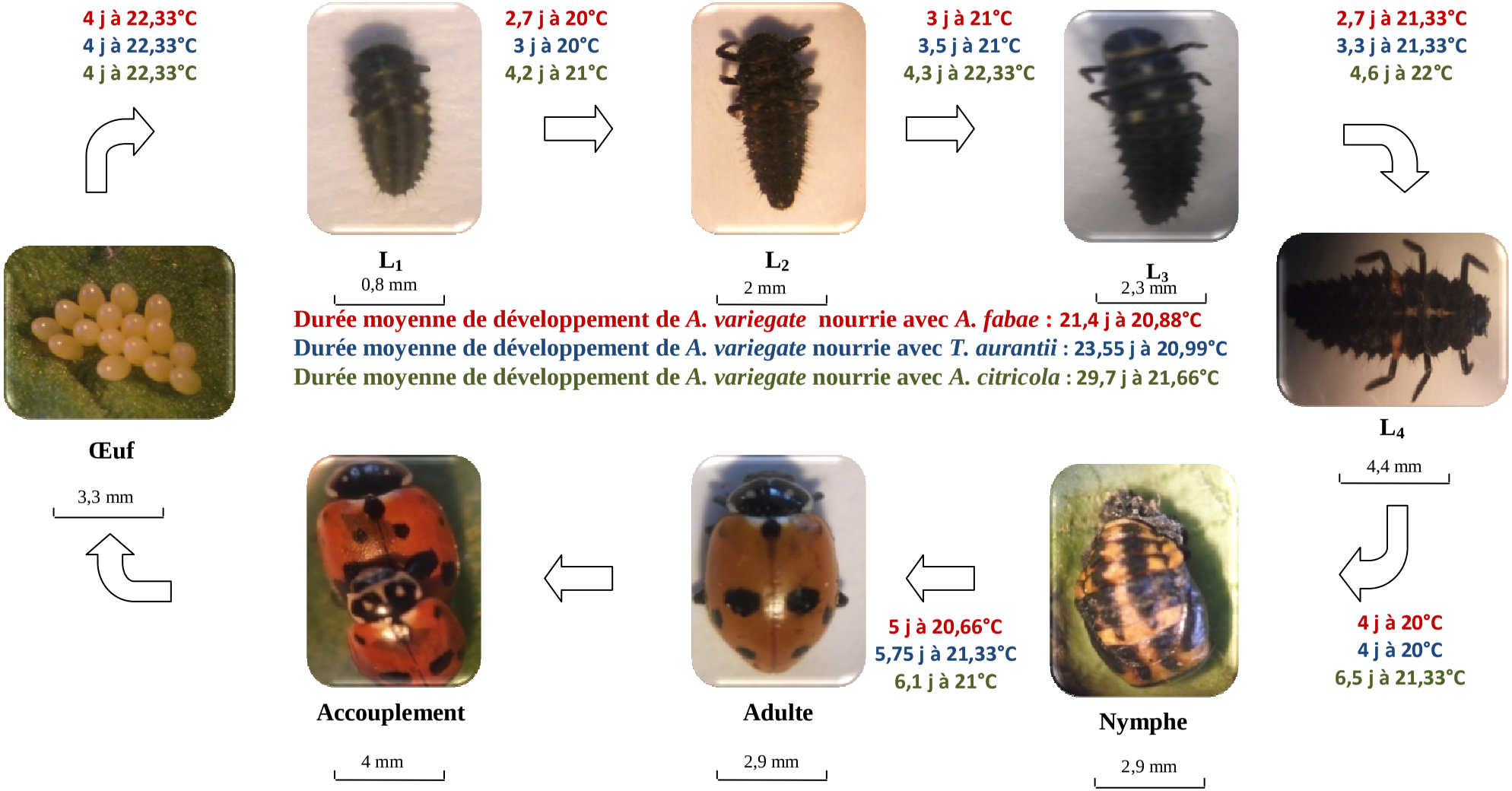


Figure 123 - Durée de développement d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie avec 3 espèces de pucerons (Photographies originales)

Aphis fabae est *Toxoptera aurantii* qui permet une durée de développement de 23,6 jours à 21,0 °C (Fig. 123). En revanche, l'alimentation à base *d'Aphis citricola* semble prolonger le cycle de développement de la coccinelle qui atteint 29,7 jours à une température moyenne de 21,7 °C.

3.2.2.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte

Les résultats de l'influence de la quantité de la nourriture induisant la ponte chez la coccinelle (*Hippodamia variegata*) sont mis dans le tableau 38.

Tableau 38 - Quantité de nourriture d'*Aphis fabae* nécessaire pour déclencher la ponte d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*

Répétition	Poids des pucerons fourni (mg)	Poids des pucerons ingéré	Poids des pucerons resté (mg)	Durée (jours)
1	28,4	23,4	5	3
2	28,4	23,5	4,9	3
3	28,4	23,9	4,5	3
4	28,4	24,6	3,8	2
5	28,4	23,9	4,5	3
6	28,4	25,2	3,2	1
7	28,4	22,5	5,9	4
8	28,4	23,8	4,6	3
9	28,4	24,7	3,7	2
10	28,4	24,8	3,6	2
11	28,4	23,4	5	3
12	28,4	24,6	3,8	2
13	28,4	24,7	3,7	2
14	28,4	22,5	5,9	4
15	28,4	23,5	4,9	3
16	28,4	24,6	3,8	2
17	28,4	23,8	4,6	3
18	28,4	23,9	4,5	3
19	28,4	25,3	3,1	1
20	28,4	24,5	3,9	2
21	28,4	23,5	4,9	3
22	28,4	23,9	4,5	3
23	28,4	23,4	5	3
24	28,4	25,1	3,3	1
25	28,4	23,8	4,6	3
26	28,4	24,5	3,9	2
27	28,4	23,8	4,6	3
28	28,4	22,4	6	4
29	28,4	24,6	3,8	2
30	28,4	23,7	4,7	3
Moyenne	28,4	23,99	4,4	2,5

La quantité de nourriture nécessaire pour déclencher la ponte chez *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* est variable d'une femelle à l'autre. Ainsi une femelle de cette espèce consomme en moyenne 24,0 mg de pucerons pour déclencher la ponte au bout de 2,5 jours en moyenne. La durée minimale pour la ponte est de 1 jour lorsque le poids des pucerons ingérés est compris entre 25,1 et 25,3 mg. La durée maximale est à 4 jours lorsque le poids des pucerons ingérés est compris entre 22,4 et 22,5 mg (Tab. 38).

3.2.2.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de la même espèce

Les résultats du cannibalisme des larves du quatrième stade d' *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de la même espèce sont illustrés dans la figure 124. Le cannibalisme après 3 heures de jeûne est très important pour les larves du quatrième stade (L4). Le taux d'ingestion des œufs pour certaines larves est de 100 % (40 % des larves). 40 % ont ingéré plus de 80 % œufs, tandis que les autres 20 % ont ingurgité moins de 70 % (Fig. 124). Les résultats du cannibalisme des adultes d' *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis de leurs propres œufs sont placés dans la figure 125. Le même résultat est obtenu pour les adultes de cette espèce prédatrice avec un taux d'ingestion des œufs pour certains adultes de 100 % (40 % des adultes). 40 % présentent plus de 80 % et 20 % des adultes ingèrent plus de 70 % d'œufs (Fig. 125).

3.2.2.5. – Exploitation des résultats par les méthodes statistiques

L'exploitation des résultats par les méthodes statistiques repose sur l'analyse de la variance, les groupes homogènes et sur la droite de régression.

3.2.2.5.1. - Analyse de la variance et groupes homogènes

Cette étude est menée dans le but de vérifier l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement du prédateur.

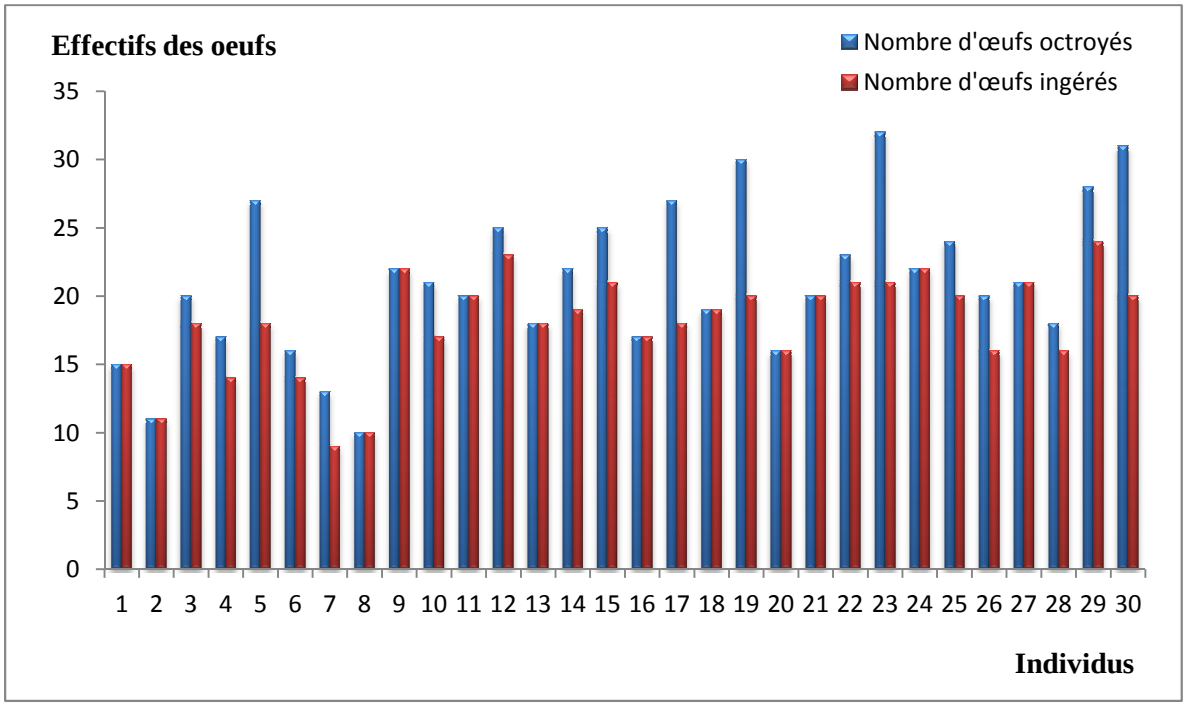


Figure 124 - Cannibalisme des larves L4 d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce

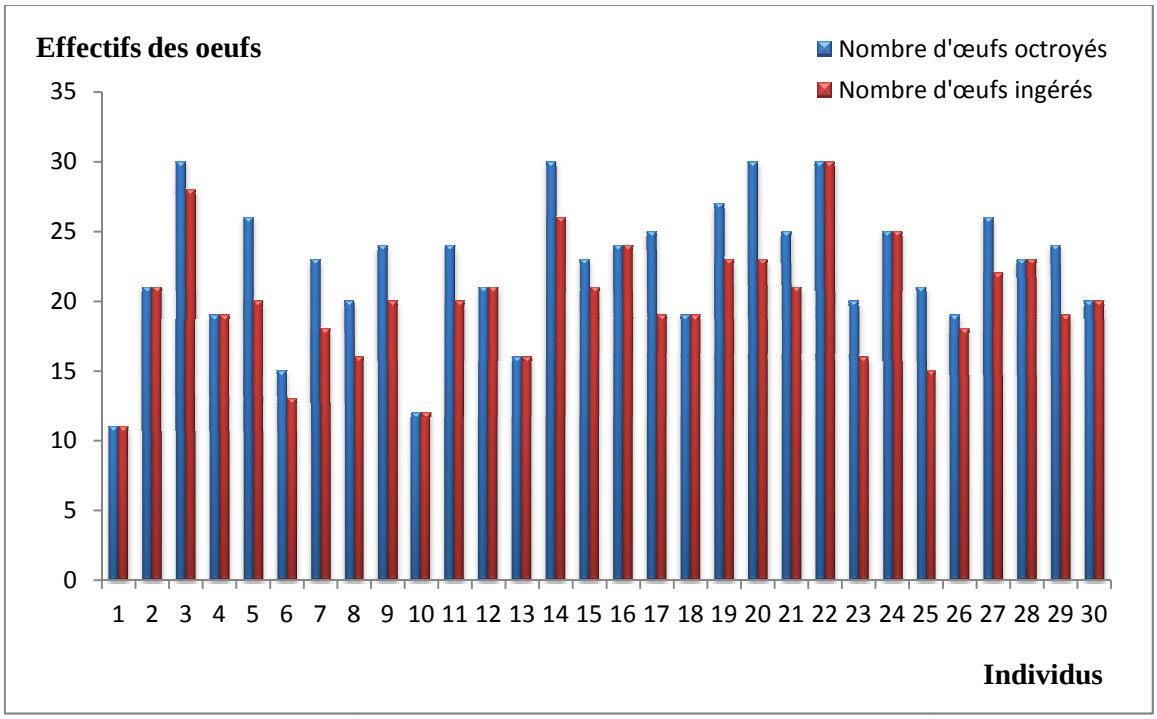


Figure 125 - Cannibalisme des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis de ses propres œufs

3.2.2.5.1.1. - Analyse de la variance

L'analyse de la variance à un seul facteur est réalisée afin d'étudier l'influence du facteur nourriture sur la durée de développement de la coccinelle. Cette analyse est présentée dans le tableau 39. L'interprétation de nos analyses se fera au seuil de 5 %.

Tableau 39 - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	ET	CV
Var. Total	192,25	11	17,744				
Var. Factorielle	186	2	93	133,92	0		
Var. Résiduelle	6,25	9	0,694			0,833	3,37%

Facteur : Nourriture.
SCE : Somme des carrés des écarts.
CM : Carrés moyens.
DDL : Degré de liberté.
F : Fonction calculé.
Proba : Probabilité.
E.T. : Ecart total.
C.V. : Coefficient de variation.

L'analyse de la variance (Tab. 39) montre que la variabilité de l'influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement du prédateur est très hautement significative (p= 0).

3.2.2.5.1.2. - Groupe homogènes

Les résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% sont présentés dans le tableau 40.

Tableau 40 - Test de Newman et Keuls au seuil 5% pour le facteur F1 (nourriture)

F1	Libelles	Moyenne	Groupes homogènes
1	sp1	21 ,4	A
2	sp2	23,55	B
3	sp3	29,7	C

sp1 : *Aphis fabae*
sp2 : *Toxoptera aurantii*
sp3 : *Aphis citricola*

Le test de Newman et Keuls montre l'existence de trois groupes homogènes pour le facteur nourriture (Tab. 40). L'effet de l'influence de la nourriture pour l'espèce *Aphis fabae* sur la durée de développement de la coccinelle *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* la classe dans le groupe A. En deuxième position, vient l'espèce *Toxoptera aurantii* avec une durée de développement de 23,6 jours (groupe B). L'influence moyenne de l'espèce *Aphis citricola* la classe de ce fait dans le groupe C, avec une durée de développement de 29,7 jours.

3.2.2.5.2. - Droite de régression

La corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée qui permet à la coccinelle de pondre est illustrée dans la figure 126. Les résultats obtenus montrent qu'il existe une corrélation entre le poids des pucerons ingérés et la durée qui permet à la coccinelle de pondre. La durée est d'autant plus courte que la quantité de pucerons ingérés est importante. La corrélation linéaire est significative, marquée à $p < 0,05$ avec $Y = -1,023x + 27,15$ (Fig. 126).

3.3. – Résultats sur l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux sur *Aphis fabae*

Les résultats relatifs à l'effet de la dose, du temps et de la nature de l'extrait, ainsi que du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae* sont exposés.

3.3.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats de l'effet de la dose sur l'efficacité des extraits d'ail, de fougère, de lavande, de menthe poivrée, d'ortie, de laurier noble, d'origan et de sauge sont présentés.

3.3.1.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'ail sur les populations d'*Aphis fabae*

Les taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée à l'extrait d'ail par pulvérisation sont illustrés dans la figure 127 et le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 128.

Les résultats montrent que le taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* des plants traités à base d'extrait aqueux d'ail est nettement plus élevé comparé aux plants non traités (témoins).

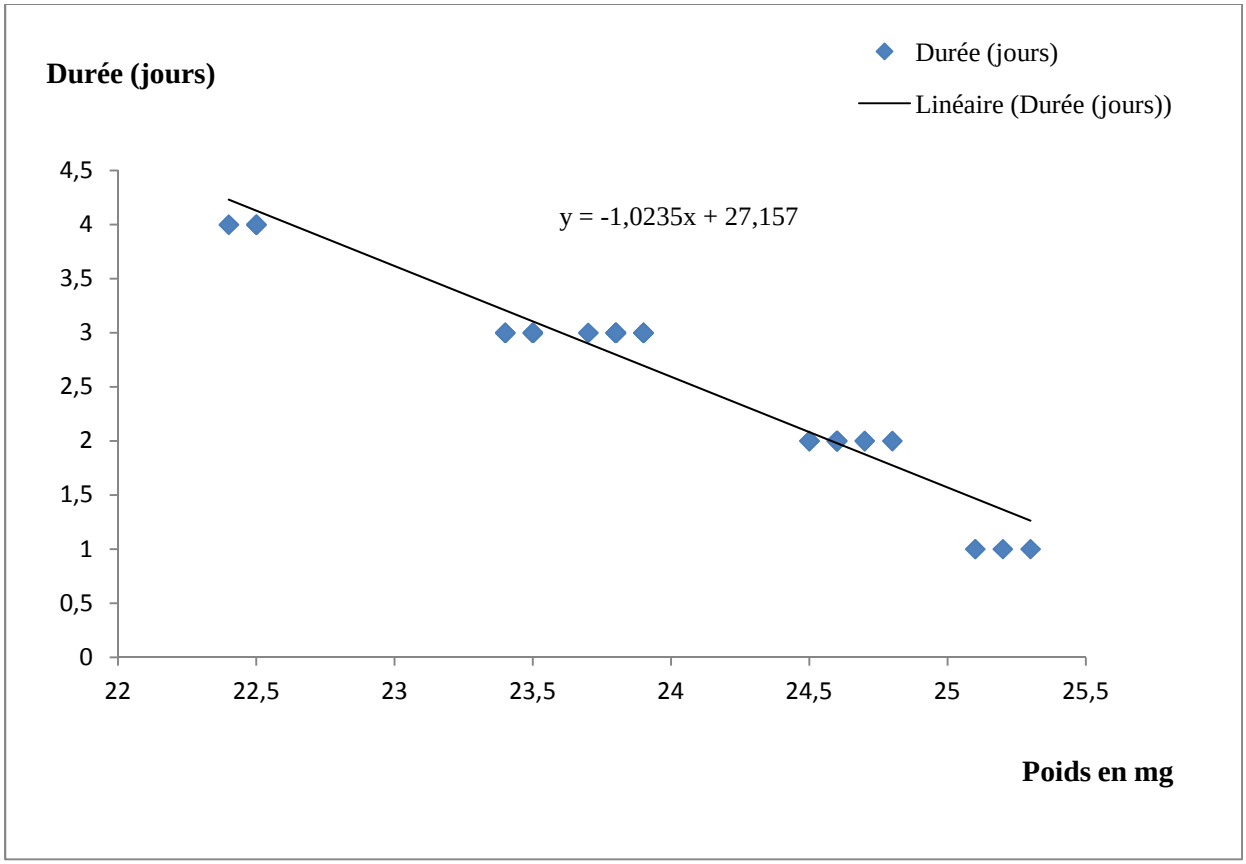


Figure 126 - Corrélation entre le poids de pucerons ingérés et la durée de ponte d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*

La dose de 10 % présente le taux de mortalité le plus élevé avec un pourcentage de 97,7 % équivalant à une moyenne de 260,4 individus morts (Fig. 127, 128).

3.3.1.2. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de fougère sur les populations d'*Aphis fabae*

Les taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée à l'extrait de fougère appliqué par pulvérisation sont présentés dans la figure 129. Le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 130.

Cet extrait végétal présente un taux de mortalité considérable à partir de la concentration 40 %. La dose de 50 % représente la dose la plus toxique avec un taux de mortalité de 97 % équivalant à une moyenne de 38,8 pucerons morts pour l'extrait de fougère (Fig. 129, 130).

3.3.1.3. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de lavande dentée sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus après la pulvérisation de l'extrait de lavande dentée sont illustrés dans la figure 131 et le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 132.

Le taux de mortalité est très élevé au sein des populations d'*Aphis fabae* sur les plants traités avec l'extrait de la lavande dentée par rapport aux populations non traitées. Les doses de 10 %, 20 % et 30 % ont un effet sur les populations du puceron avec 107,6 individus morts pour la première dose, 120,4 individus morts pour la seconde dose et 130,5 individus morts pour la troisième dose (Fig. 131). A partir de 40 %, le nombre de pucerons morts augmente fortement pour atteindre 95,7 % équivalant d'une moyenne de 166,9 individus à la dose de 50 % (Fig. 132).

3.3.1.4. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de menthe poivrée sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus après la pulvérisation de 5 doses d'extrait de menthe poivrée sur les colonies d'*Aphis fabae*, sont représentés dans la figure 133 et le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 134.

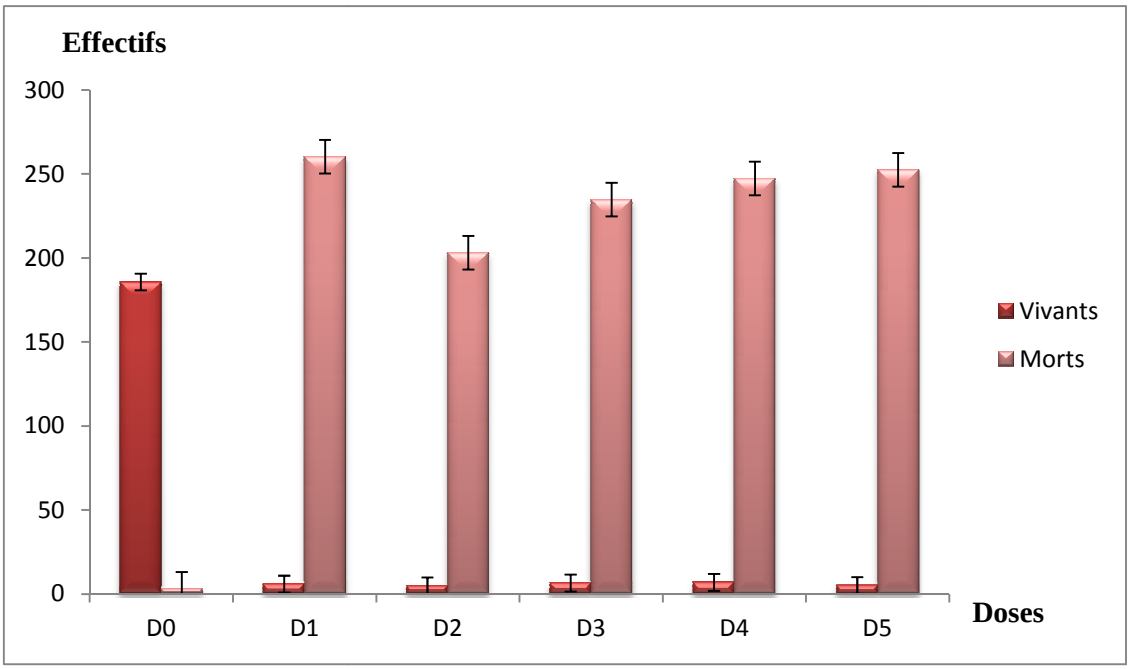


Figure 127 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'ail

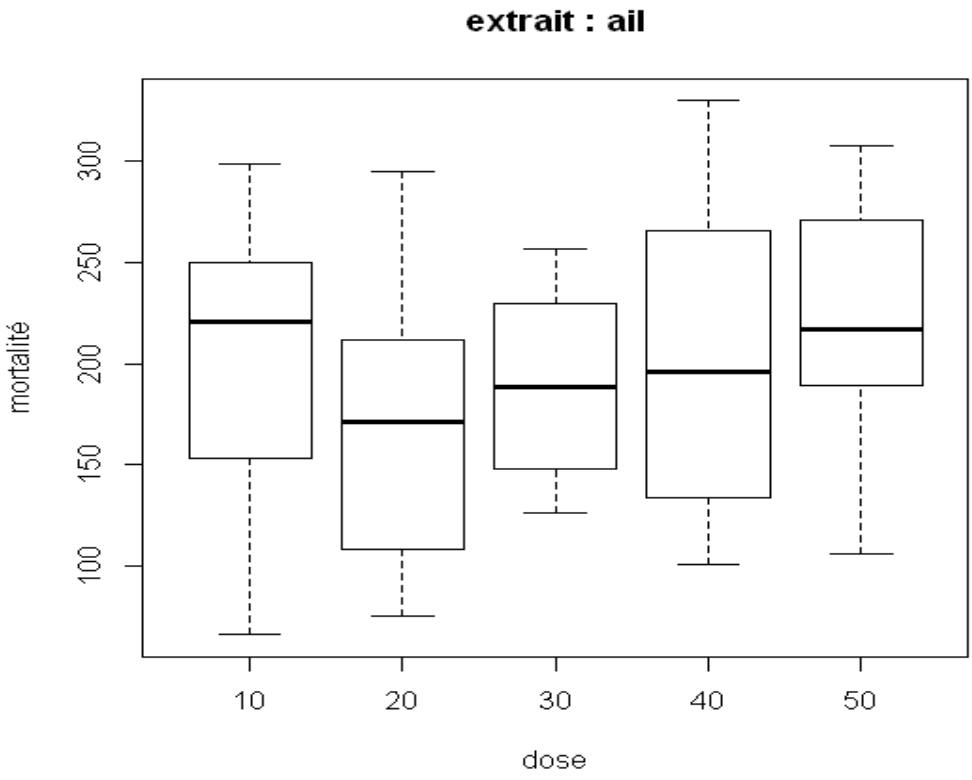


Figure 128 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'ail

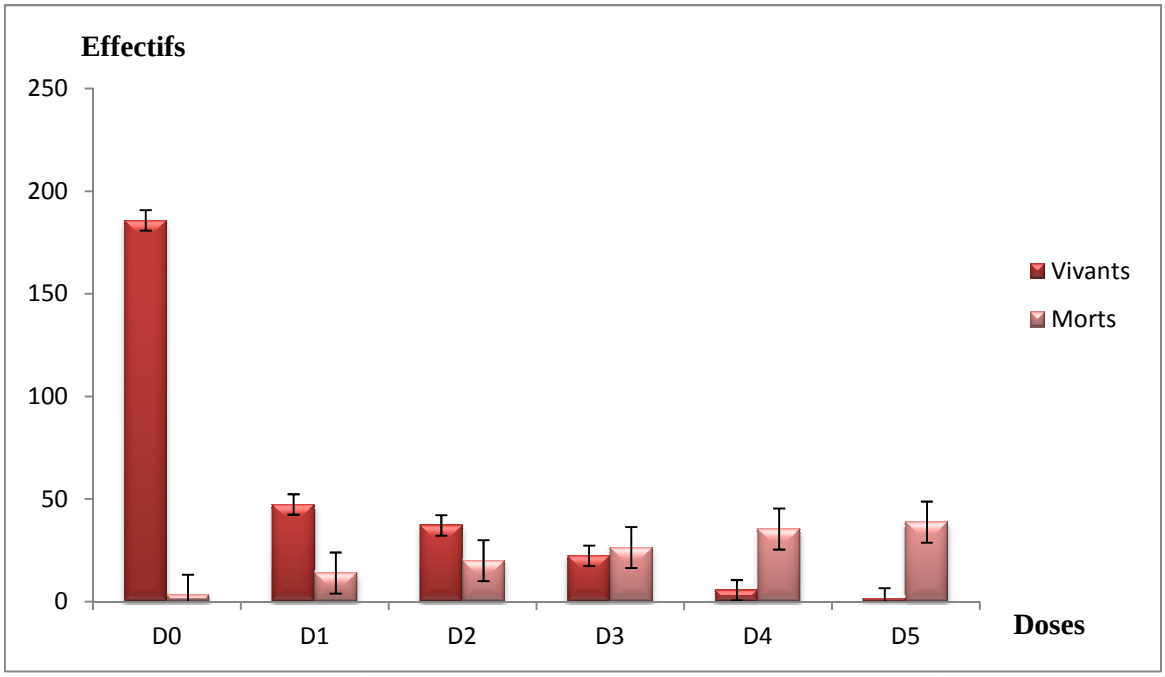


Figure 129 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de fougère

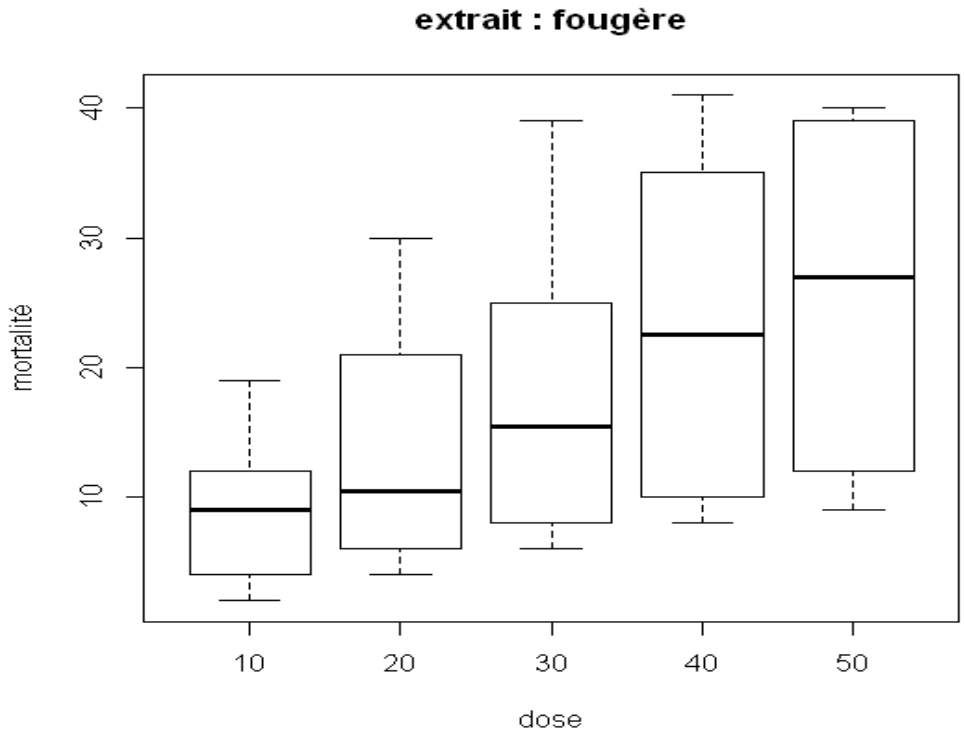


Figure 130 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de fougère

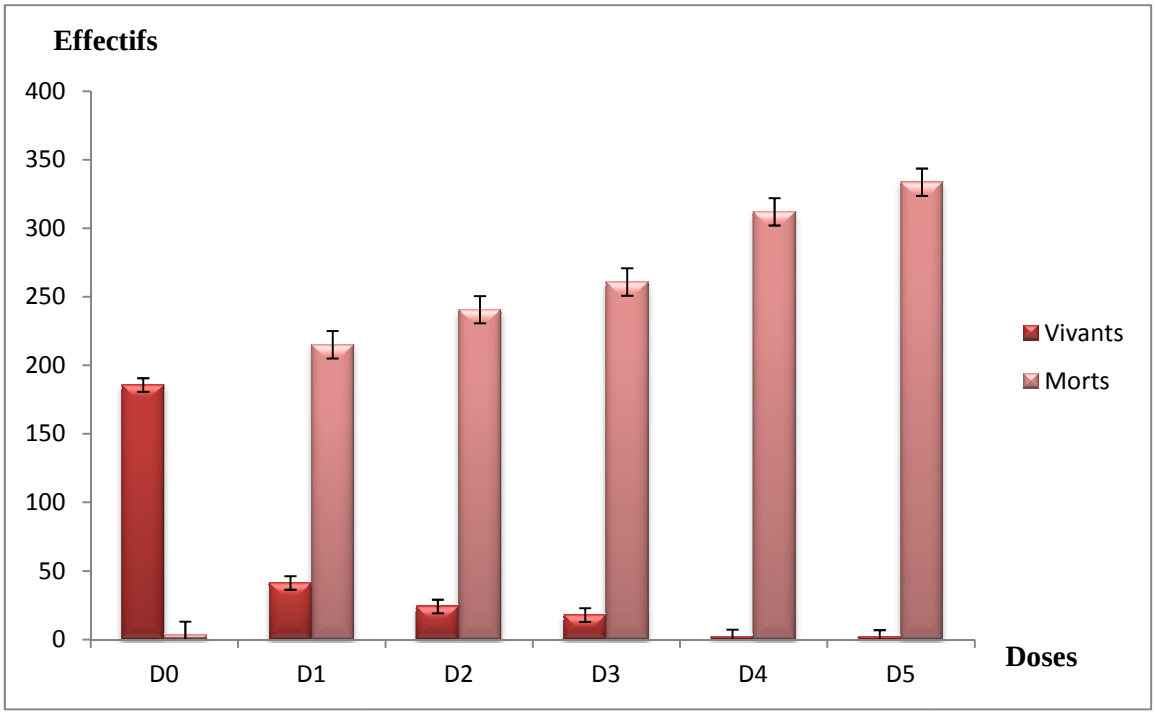


Figure 131 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de lavande dentée

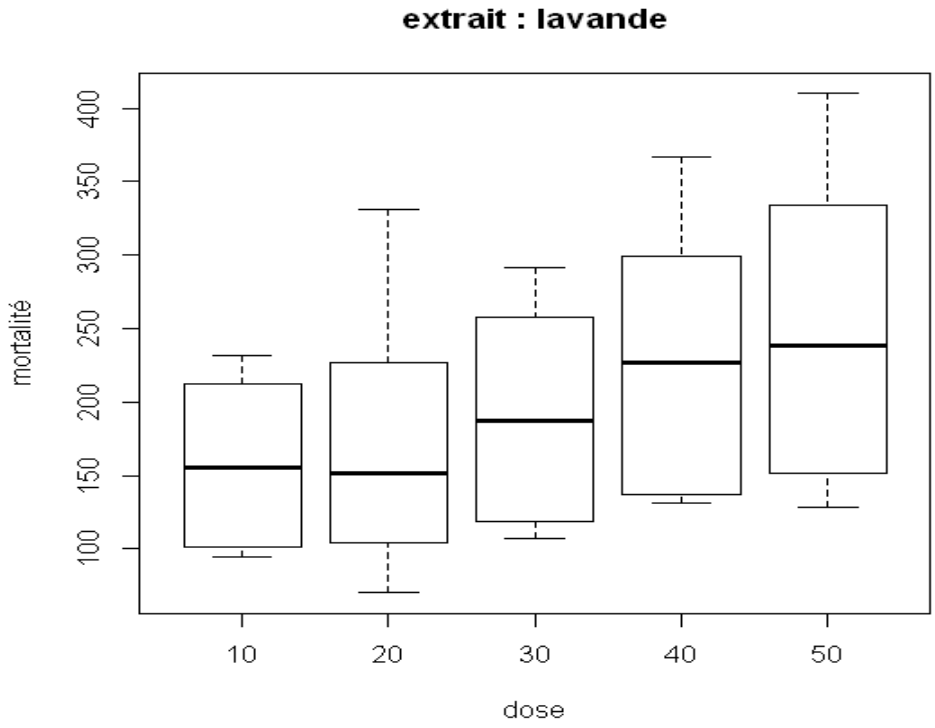


Figure 132 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de lavande dentée

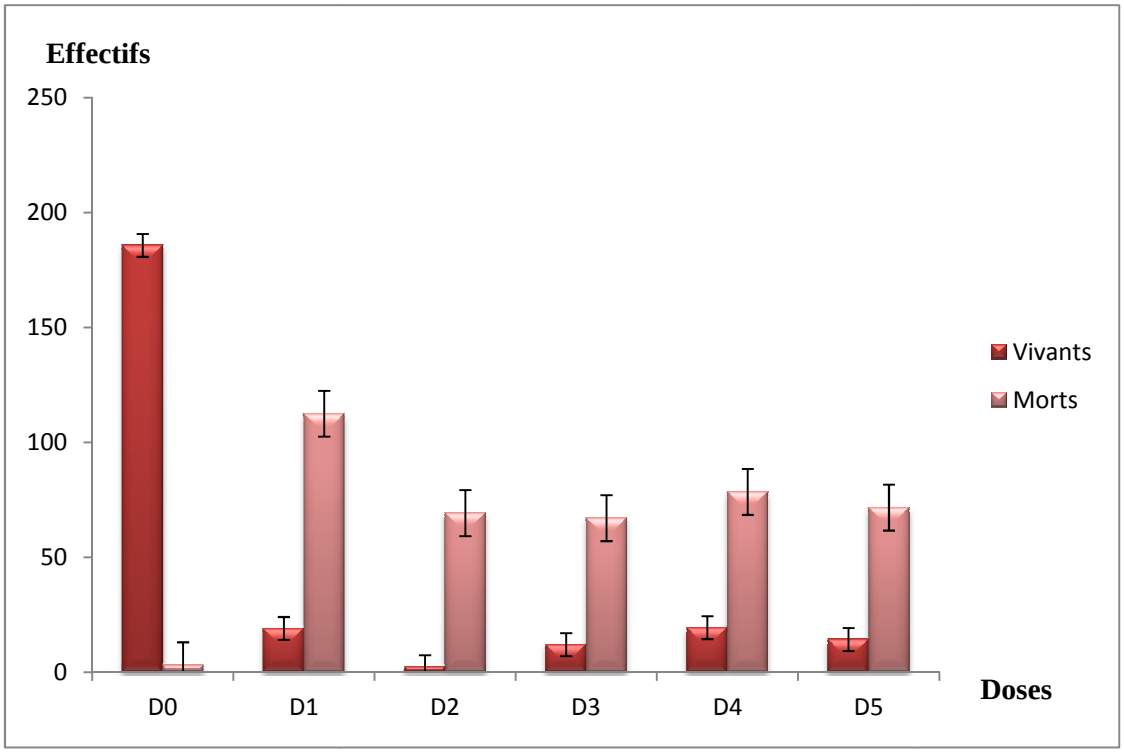


Figure 133 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de menthe poivrée

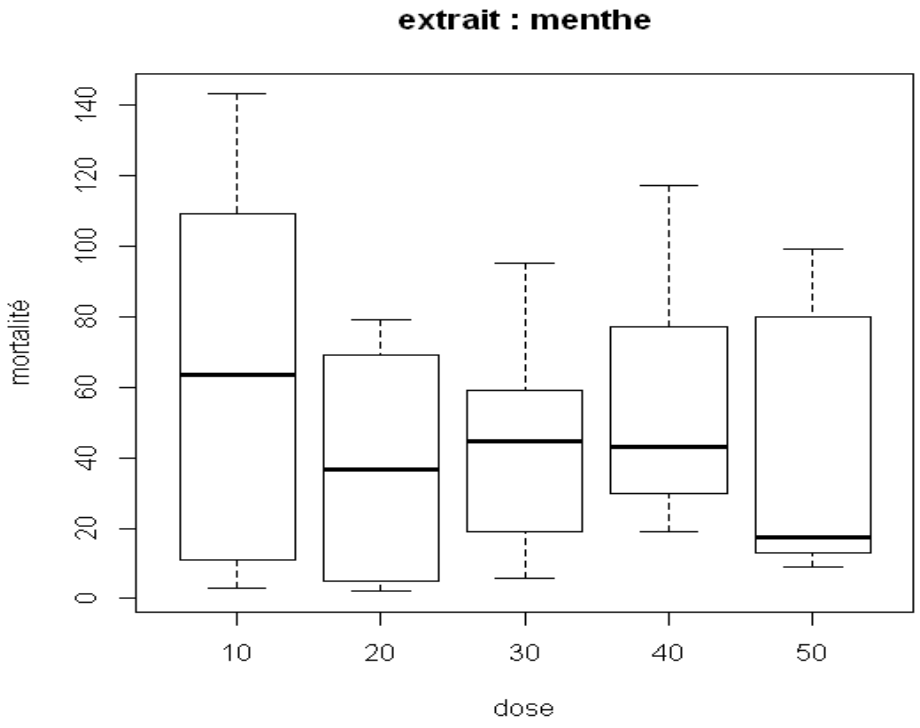


Figure 134 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de menthe poivrée

Un taux de mortalité important est mentionné dans les populations d'*Aphis fabae* traitées avec l'extrait de menthe poivrée comparé à celui des populations témoins. La dose de 10 % entraine le taux de mortalité le plus élevé avec 85 % équivalant à une moyenne de 131, 5 pucerons morts (Fig. 133). Les doses de 20 et 30 % sont les moins efficaces avec des taux de mortalité de 46,1% pour la dose 20 % et 44,1% pour la dose de 30 % (Fig. 134).

3.3.1.5. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'ortie sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus après la pulvérisation de l'extrait d'ortie sur les colonies d'*Aphis fabae*, sont illustrés dans la figure 135. Le boxplot Mortalité-Dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 136.

L'extrait d'ortie s'est révélé très toxique à l'égard d'*Aphis fabae*. Le taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée est nettement plus élevé que celui du témoin non traité. Les doses de 10 % et 20 % présentent un effet sur les populations aphidiennes. Mais celui-ci reste négligeable et les populations de pucerons ont pu pulluler malgré les traitements, avec 104,8 individus vivants recensés avec la dose de 10 % et 76,8 individus vivants notés avec la dose de 20 % (Fig. 135, 136).

3.3.1.6. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de laurier noble sur les populations d'*Aphis fabae*

Les taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée à l'extrait de laurier noble appliqué par pulvérisation sont illustrés dans la figure 137 et le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 138.

Les résultats montrent que le taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* traités à base d'extrait aqueux de laurier noble est très élevé comparé aux plants non traités (témoins). Il apparait que la dose de 10 % représente le taux de mortalité le plus élevé sur les populations aphidiennes avec une valeur de 24,5 %, suivie par la dose de 20 % avec un taux de mortalité de 20 %. La dose de 50 % donne un taux de mortalité de 19,8 %. Un taux de mortalité de 19,3% est obtenu avec la dose de 30 %. La dose de 40 % semble par contre être la moins efficace avec un taux de mortalité de 16,0 %, qui correspond à un nombre de 95 pucerons morts (Fig. 137, 138).

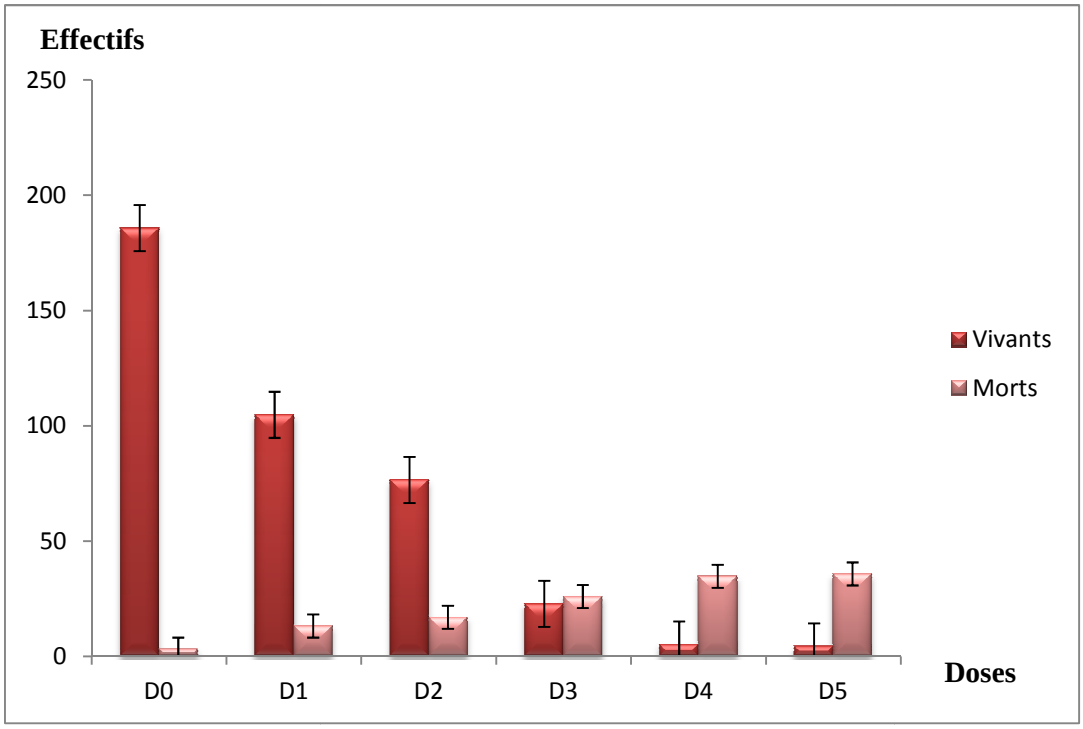


Figure 135 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'ortie

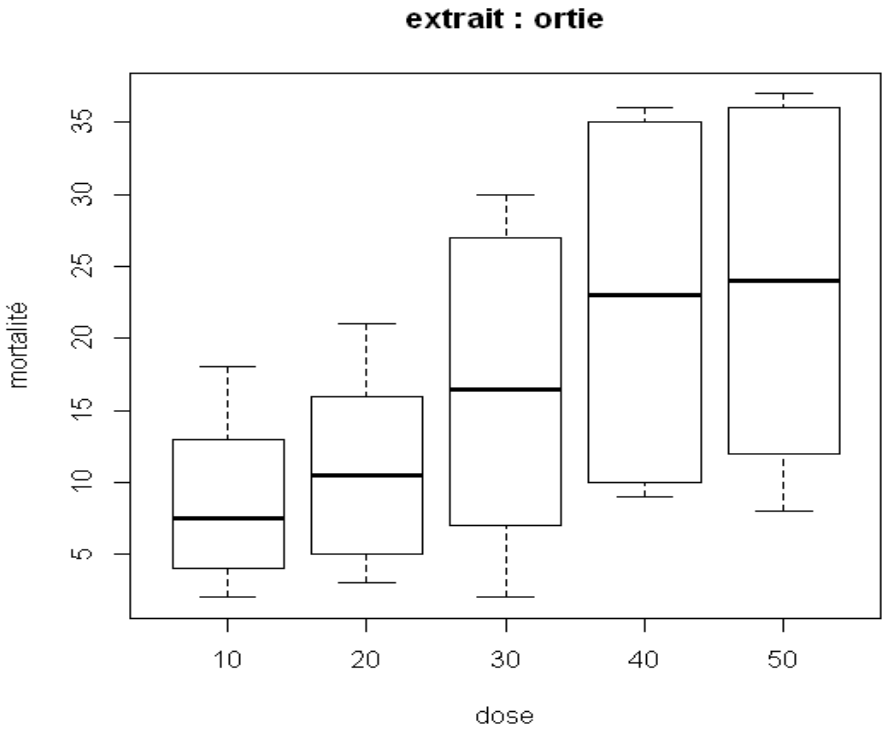


Figure 136 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'ortie

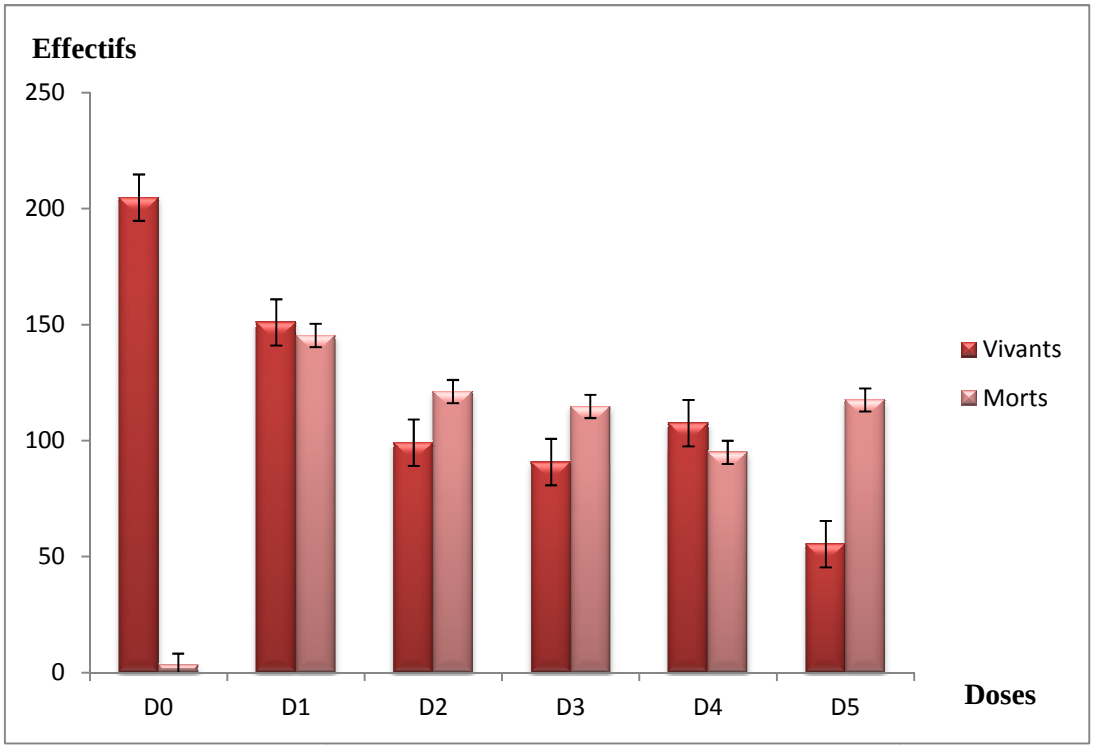


Figure 137 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de laurier noble

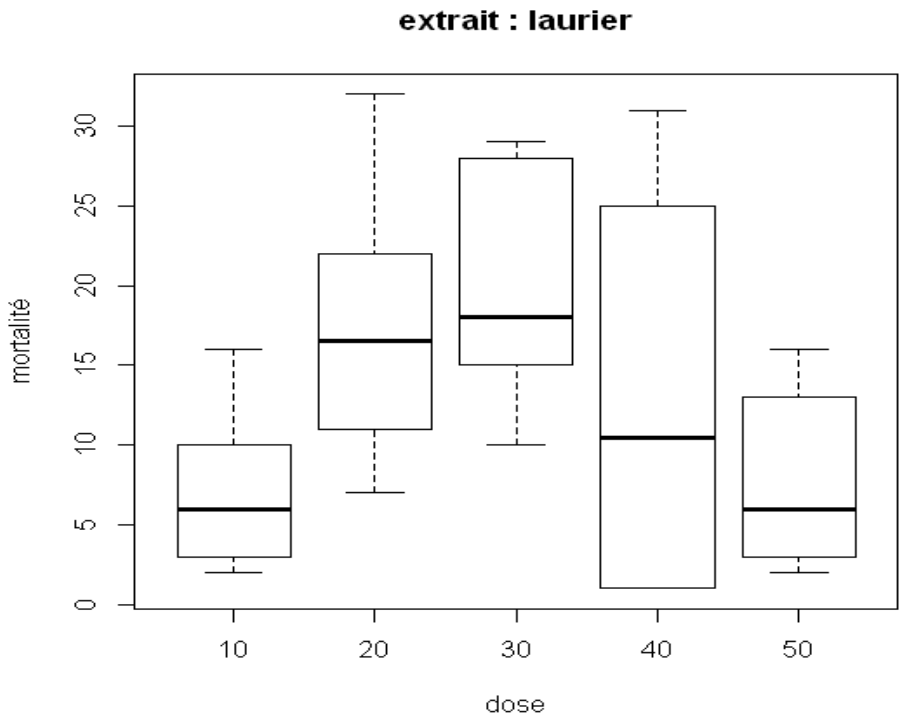


Figure 138 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de laurier noble

3.3.1.7. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*Aphis fabae*

Les taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée à l'extrait d'origan appliqué par pulvérisation sont illustrés dans la figure 139 et le boxplot Mortalité-Dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 140.

Les résultats montrent que le taux de mortalité des populations du puceron noir de la fève traitées est très élevé comparé aux plants non traités (témoins). La dose de 40 % présente l'effet le plus toxique sur la population d'*Aphis fabae* avec une moyenne de 155,4 pucerons morts. Viennent par la suite les doses de 30 % et 50 % qui ont des taux de mortalité très proches qui sont de 149,6 individus pour la dose de 30 % et de 146,6 morts pour la plus forte dose. Par contre, les doses 10 % et 20 % sont les moins efficaces sur les populations aphidiennes avec des moyennes de 132,2 individus morts pour la plus faible dose et de 92 individus morts pour la dose de 20 % (Fig. 139, 140).

3.3.1.8. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait de sauge sur les populations d'*Aphis fabae*

Les taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée à l'extrait de sauge sont présentés dans la figure 141. Le boxplot mortalité-dosage pour cet extrait est présenté dans la figure 142.

Les résultats obtenus montrent que le taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* traitées à base d'extrait aqueux de sauge est très élevé comparé aux plants non traités (témoins) (Fig. 141). La dose de 10 % a un effet très efficace sur la population d'*Aphis fabae* avec une moyenne de 191 pucerons morts, suivie par les doses de 20 %, 50 %, 30 % et 40 % (Fig. 142).

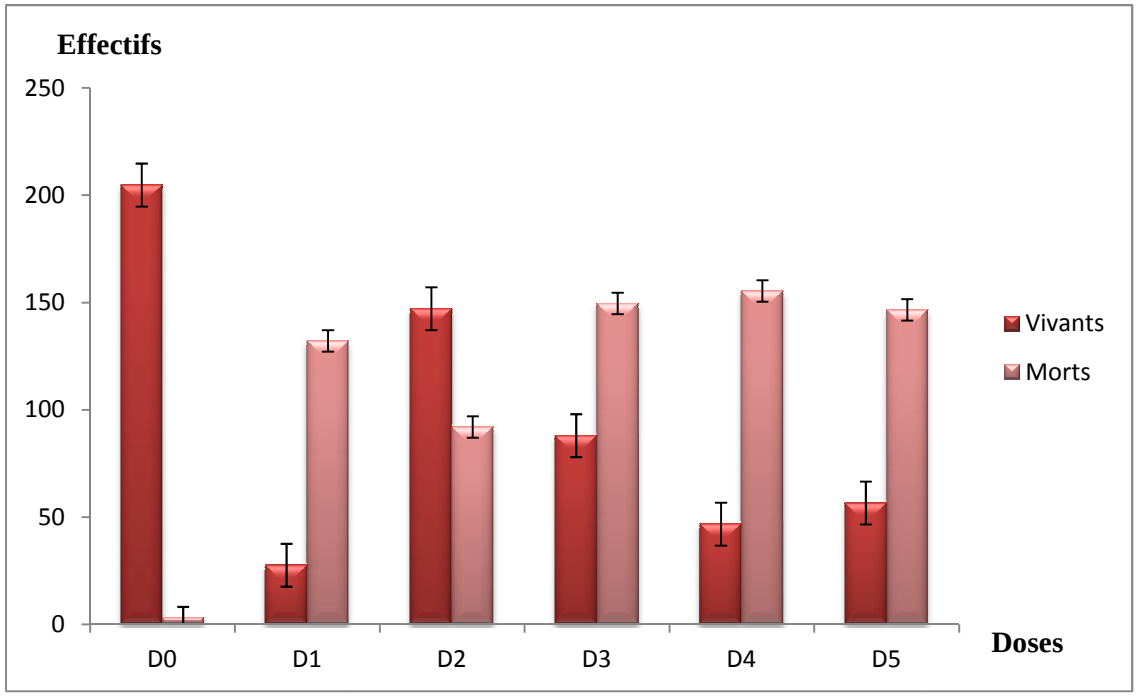


Figure 139 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait d'origan

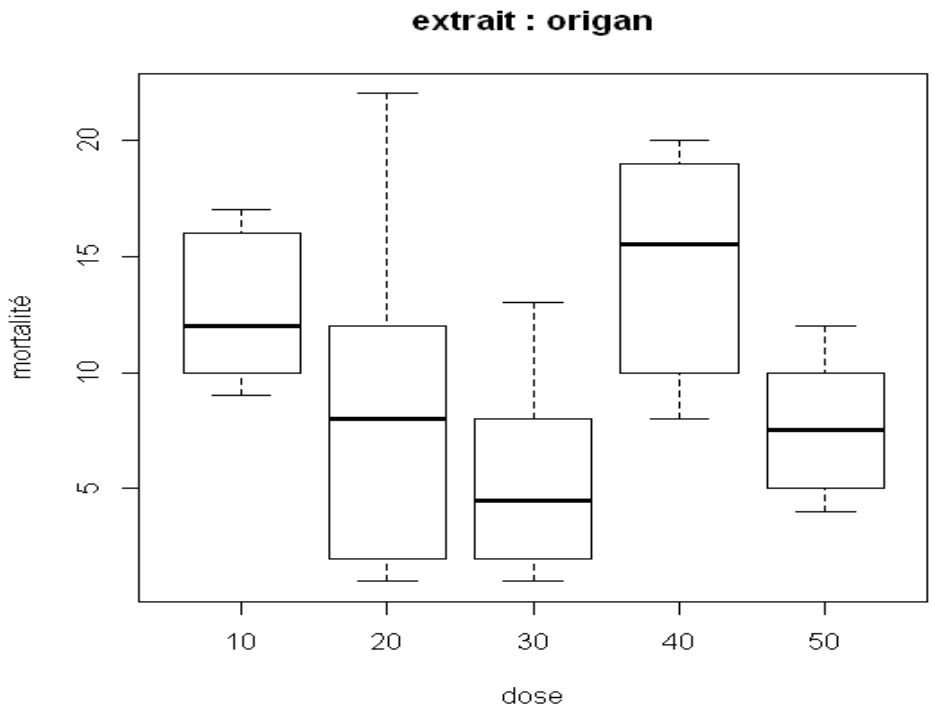


Figure 140 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait d'origan

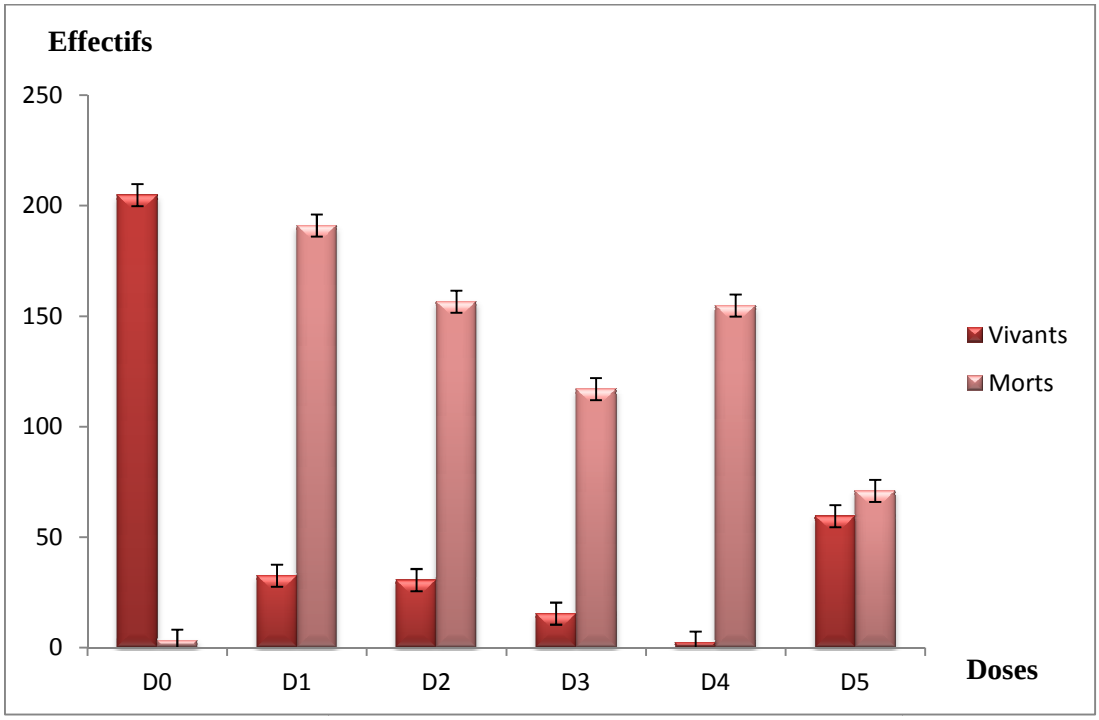


Figure 141 - Nombre d'individus vivants et morts traités aux 5 doses à l'extrait de sauge

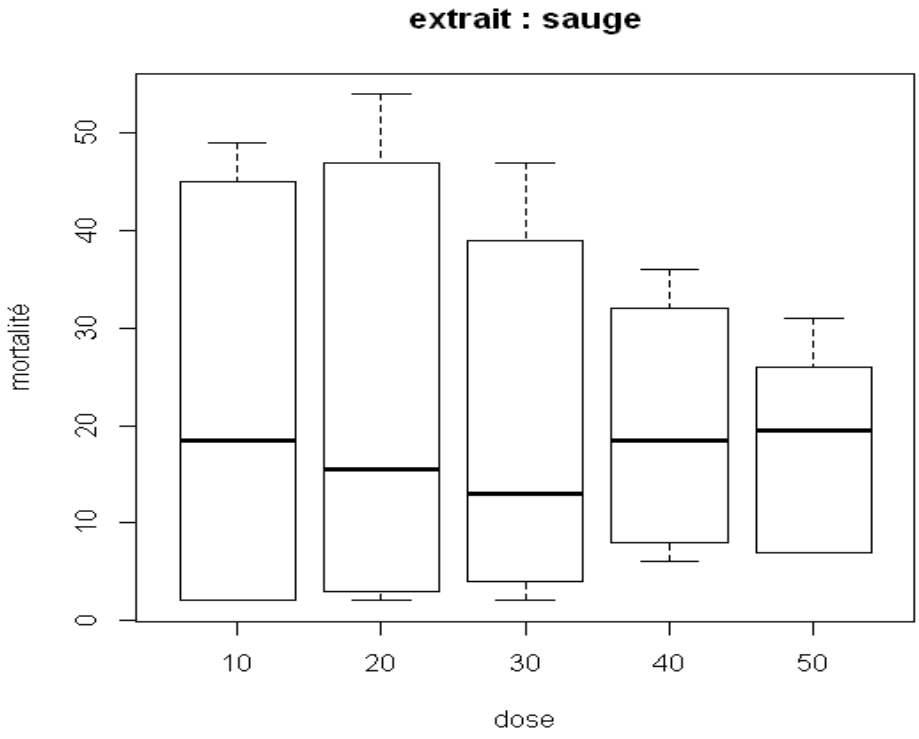


Figure 142 - Boxplot Mortalité-Dosage pour l'extrait de sauge

3.3.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats relatifs à l'effet du temps sur l'efficacité des extraits d'ail, de fougère, de lavande dentée, de menthe poivrée, d'ortie, de laurier noble, d'origan et de sauge sont exposés.

3.3.2.1. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'ail sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité de l'extrait d'ail au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 143. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 144.

Les résultats montrent que la moyenne de mortalité des populations aphidiennes 3 jours après l'application de traitement à l'extrait d'ail est nettement plus faible que celle observée 6 jours après l'application du traitement. Le nombre d'individus morts augmente en moyenne de 187,8 pucerons (1ere observation) à 252,6 pucerons (2eme observation) (Fig. 143, 144).

3.3.2.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de fougère sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité du traitement à base d'extrait de fougère au fil du temps sur la population d'*Aphis fabae* est illustrée par la figure 145. Le boxplot Mortalité-Temps pour cet extrait est présenté dans la figure 146.

Pour l'extrait de fougère, une moyenne de 12,8 individus morts est enregistrée au temps T1, soit 3 jours après traitement et une moyenne de 38,8 pucerons morts correspondant à un taux de mortalité de 97% est enregistrée 6 jours après application de l'extrait (Fig. 145, 146).

3.3.2.3. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de lavande dentée sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité de l'extrait de lavande dentée au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 147. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 148.

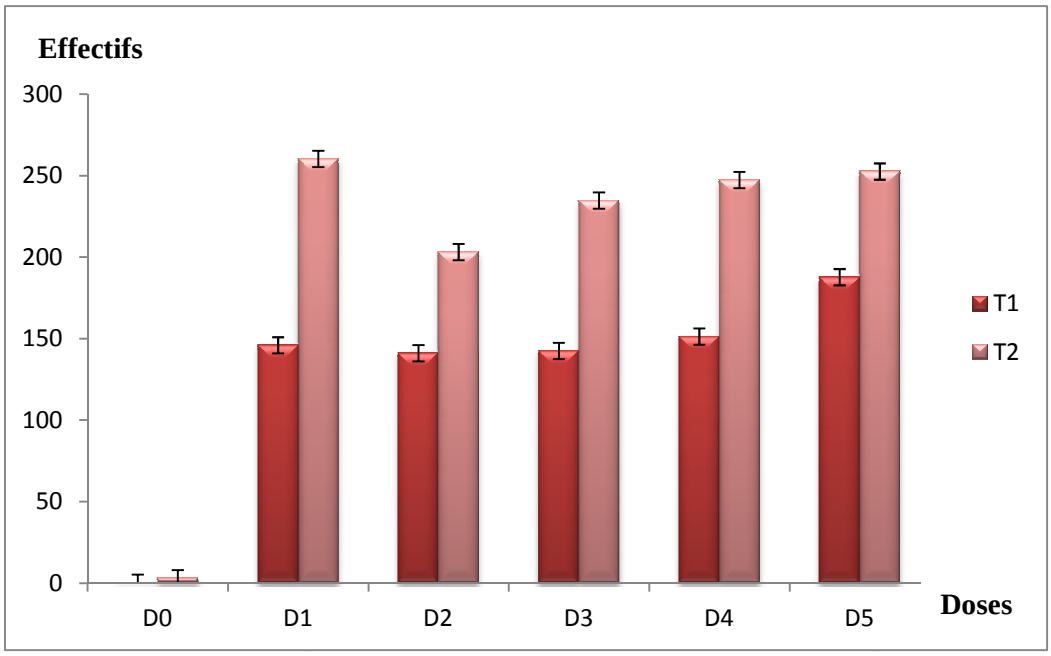


Figure 143 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'ail, 3 et 6 jours après

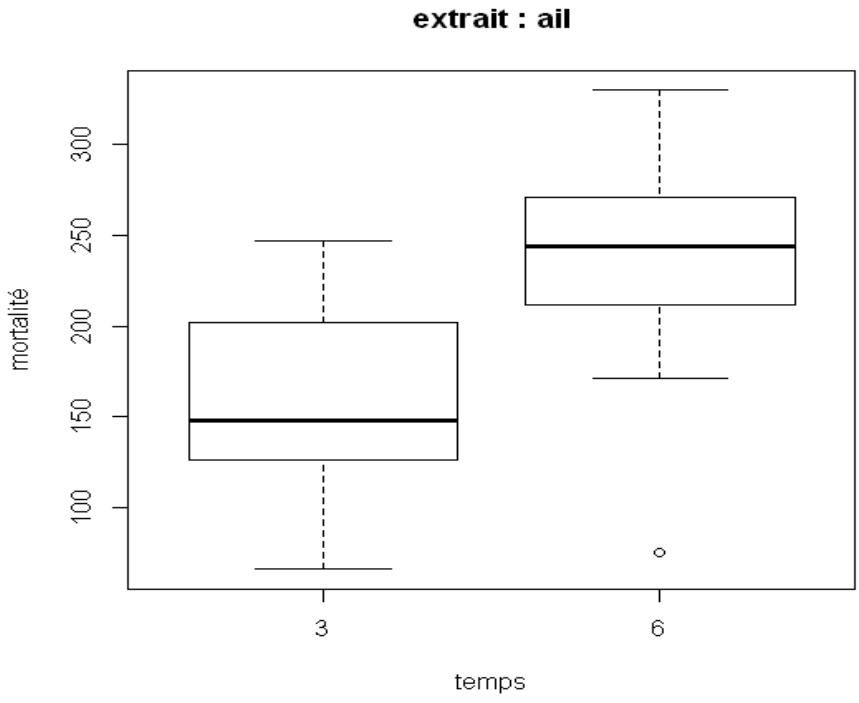


Figure 144 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'ail

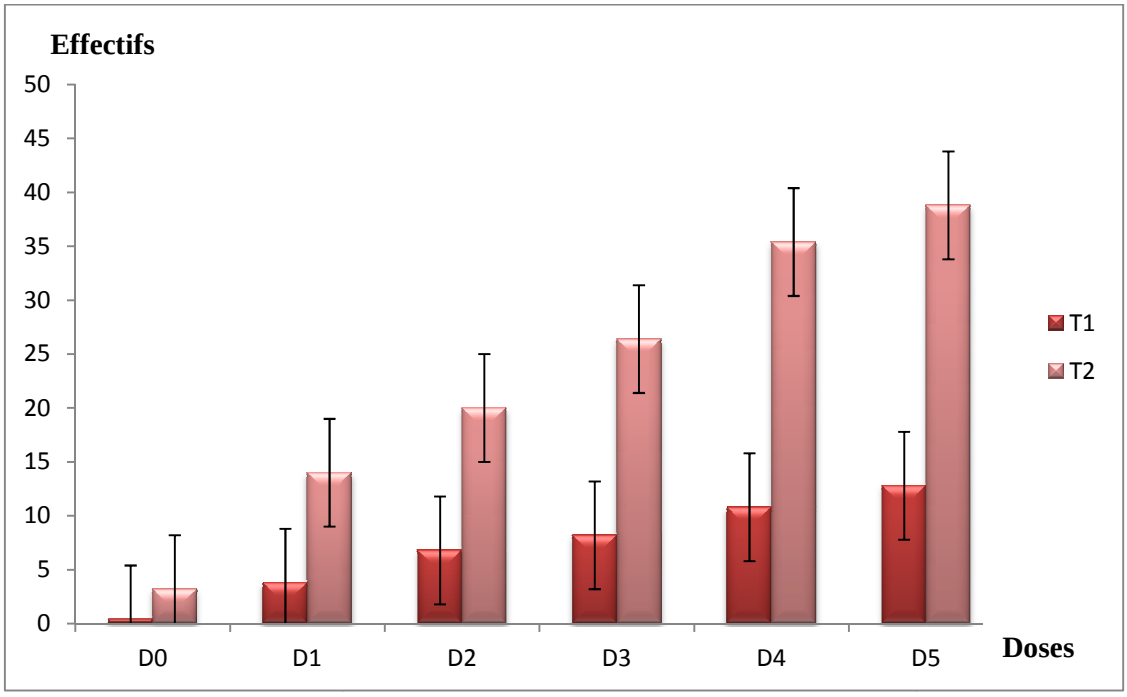


Figure 145 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de fougère, 3 et 6 jours après

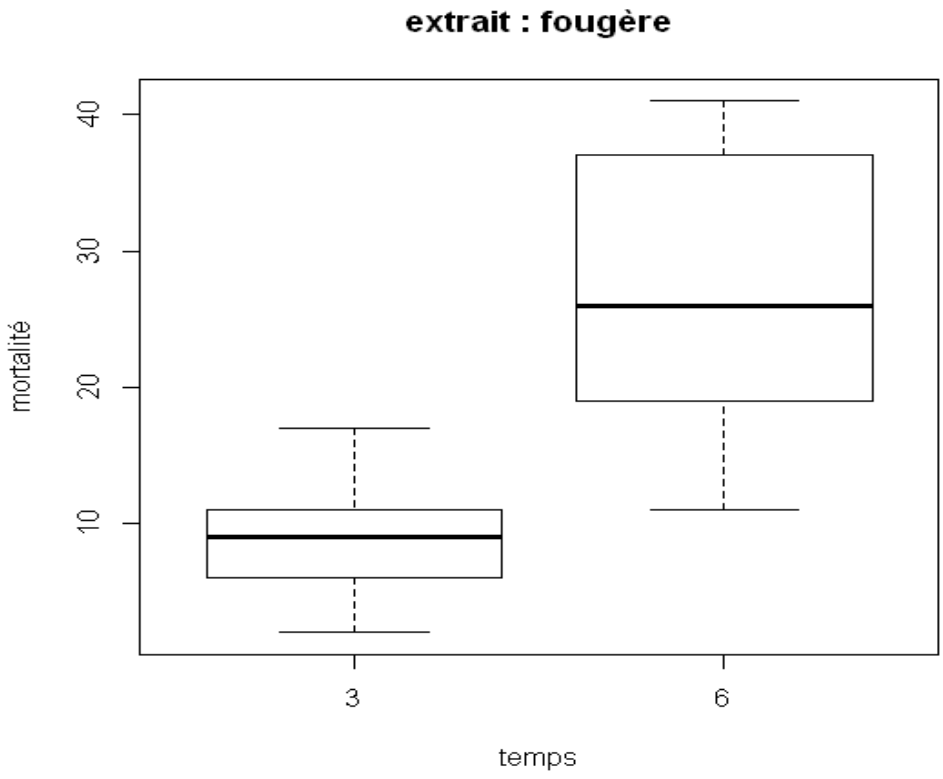


Figure 146 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de fougère

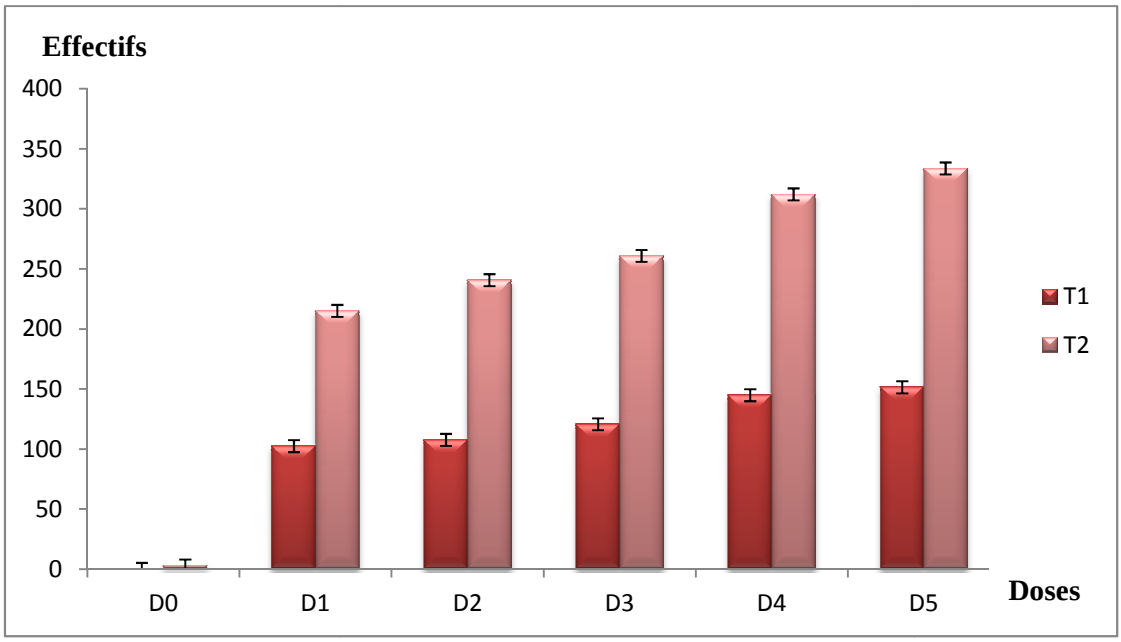


Figure 147 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de lavande dentée, 3 et 6 jours après

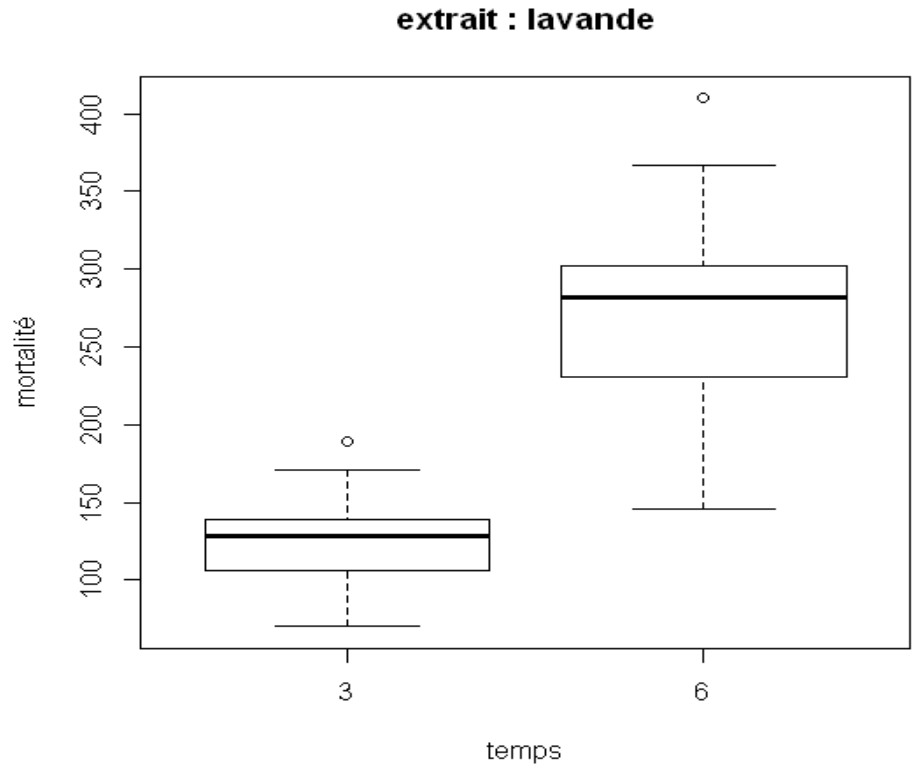


Figure 148 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de lavande dentée

Les résultats obtenus révèlent que le taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* 3 jours après la pulvérisation de l'extrait est faible par rapport à celui obtenu 6 jours après (Fig. 147). Le nombre de pucerons morts passe d'une moyenne de 151,6 (1ere observation) à une moyenne de 166,9 pucerons morts (2eme observation) (Fig. 148).

3.3.2.4. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de menthe poivrée sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité de l'extrait de menthe poivrée au fil du temps sur la population de pucerons est illustrée par la figure 149. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 150.

Les résultats révèlent que la moyenne de mortalité la plus élevée à la dose 10 % est marqué au temps T2, soit 6 jours après le traitement, avec 112,6 individus morts. Cependant, au temps T1, soit 3 jours après la pulvérisation, seulement 15,2 pucerons morts en moyenne sont dénombrés (Fig. 149, 150).

3.3.2.5. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'ortie sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité du traitement à base d'extrait d'ortie au fil du temps sur la population d'*Aphis fabae* est illustrée par la figure 151. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 152.

Les résultats montrent un effet biopesticide lent de l'extrait d'ortie sur les plants infestés par le puceron noir. Cet extrait montre un effet non négligeable sur la mortalité d'*Aphis fabae* au temps T1, c'est-à-dire 3 jours après le traitement (Fig. 151). Cependant l'action la plus toxique est observée 6 jours post traitement. A la dose 50%, le nombre d'individus morts passe d'une moyenne de 11,6 pucerons équivalant à un taux de mortalité de 29 % (1ére observation) à 35,8 pucerons en moyenne équivalant à 89,5% de mortalité (2éme observation) pour l'extrait d'ortie (Fig. 152).

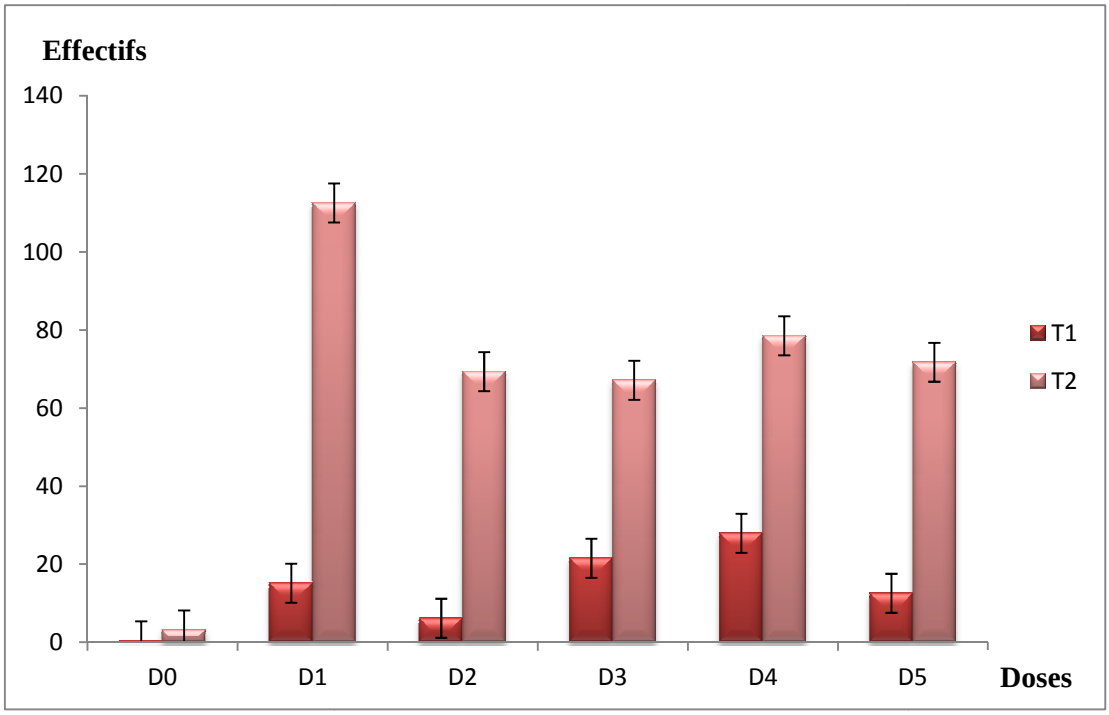


Figure 149 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de menthe poivrée, 3 et 6 jours après

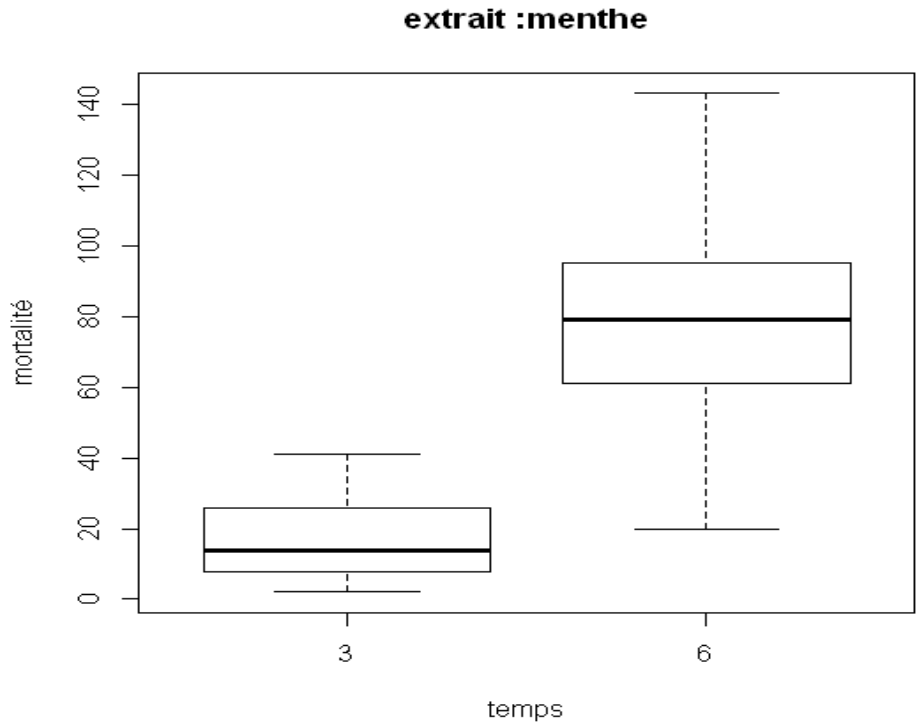


Figure 150 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de menthe poivrée

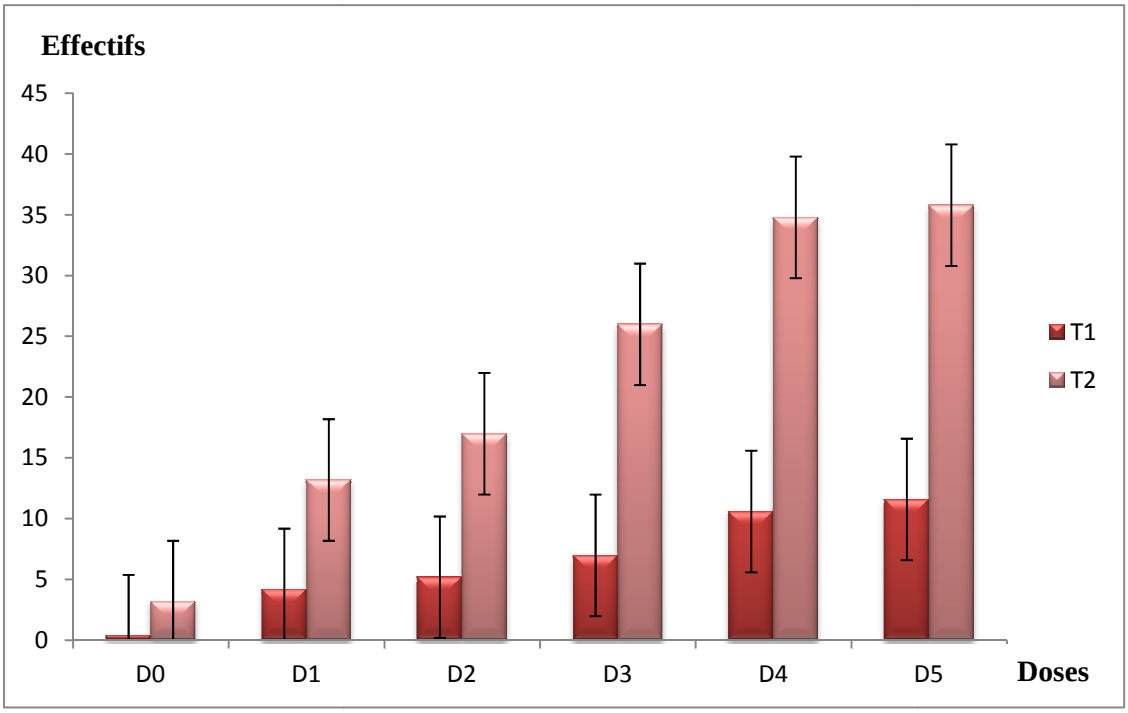


Figure 151 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'ortie, 3 et 6 jours après

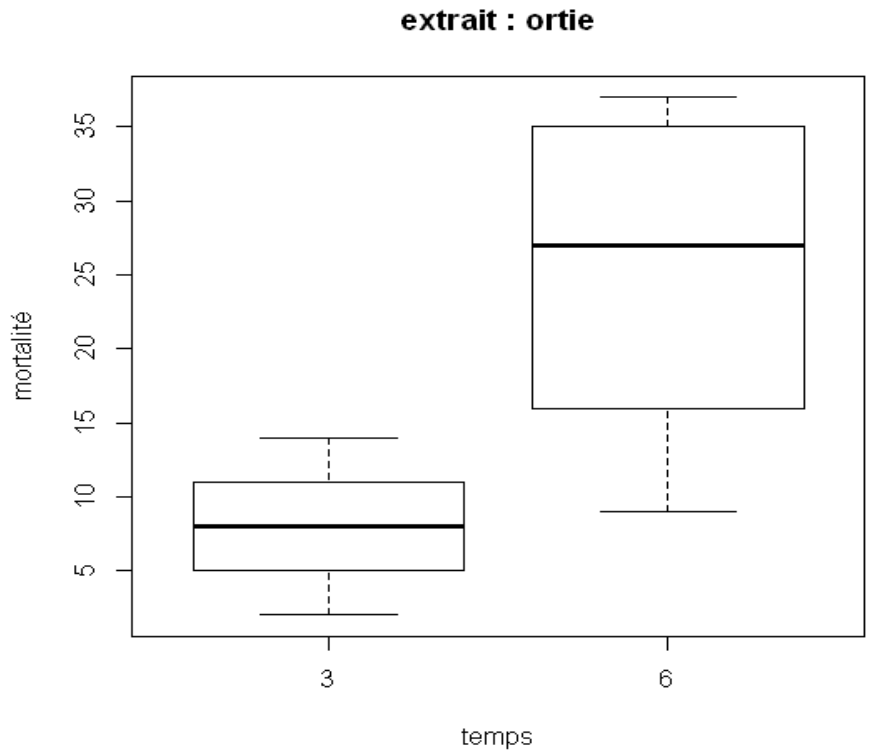


Figure 152 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'ortie

3.3.2.6. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de laurier noble sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus avec l'extrait de laurier noble en fonction du temps sont illustrés par la figure 153. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 154.

Les résultats montrent que la moyenne de mortalité des populations aphidiennes 3 jours après l'application du traitement est nettement plus faible que le taux de mortalité observé après 6 et 9 jours (Fig. 153). Le nombre d'individus morts augmente en moyenne de 2,8 pucerons (1^{ére} observation) à 11,4 pucerons (2^{éme} observation) et à 145,4 pucerons (3^{éme} observation) (Fig. 154).

3.3.2.7. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait d'origan sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus avec l'extrait d'origan en fonction du temps sont illustrés par la figure 155. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 156.

Les résultats obtenus révèlent un effet biopesticide lent de l'extrait d'origan appliqué sur les feuilles de fève infestées par les pucerons. En effet le taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* 3 jours après la pulvérisation de l'extrait est faible par rapport à ceux obtenus 6 et 9 jours après (Fig. 155). Le nombre de pucerons morts passe d'une moyenne de 10,8 pucerons (1^{ére} observation) à 155,4 pucerons (3^{éme} observation) (Fig. 156).

3.3.2.8. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait de sauge sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats obtenus avec l'extrait de sauge en fonction du temps sont illustrés par la figure 157. Le boxplot mortalité-temps pour cet extrait est présenté dans la figure 158.

Les résultats révèlent que la moyenne de mortalité la plus élevée à la dose 10 % est marquée au temps T3, soit 9 jours après le traitement avec 191 individus morts (Fig. 157). Cependant, aux temps T1 et T2, soit respectivement 3 et 6 jours après la pulvérisation, une moyenne de respectivement 2,8 et 41,8 pucerons morts est dénombré (Fig. 158).

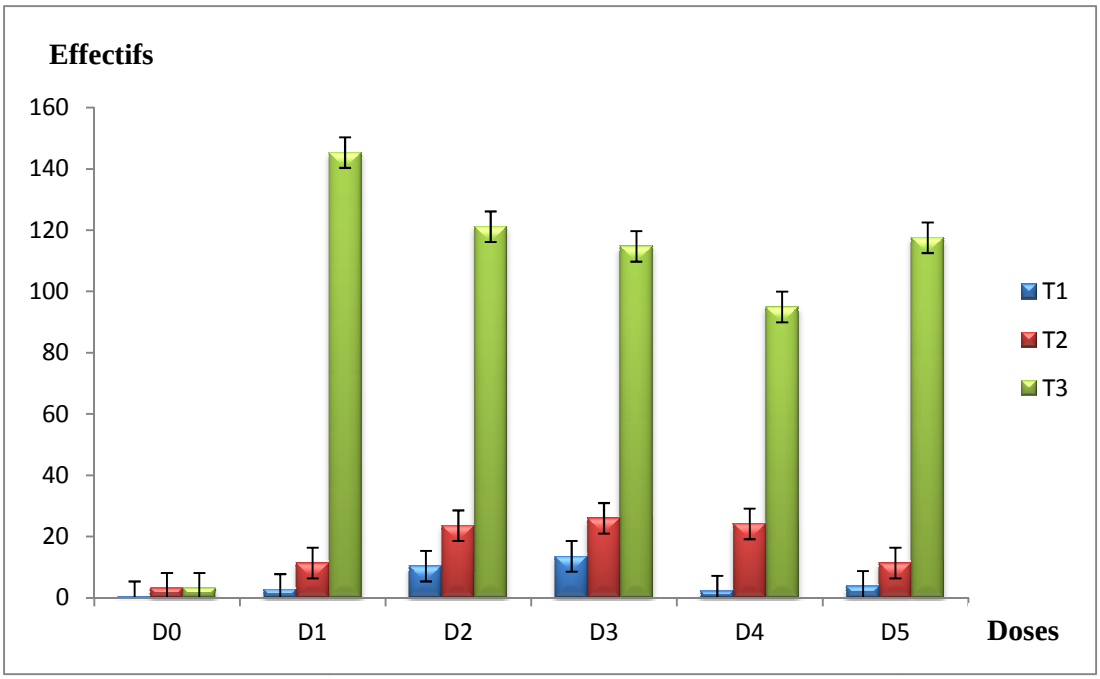


Figure 153 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de laurier noble, 3, 6 et 9 jours après

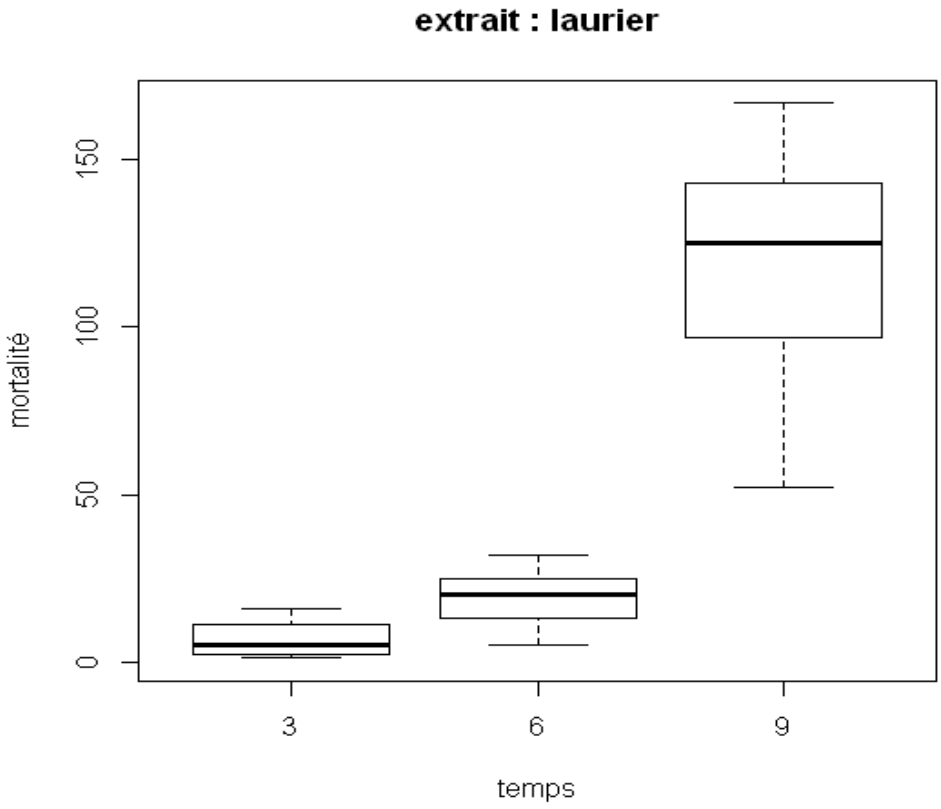


Figure 154 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de laurier noble

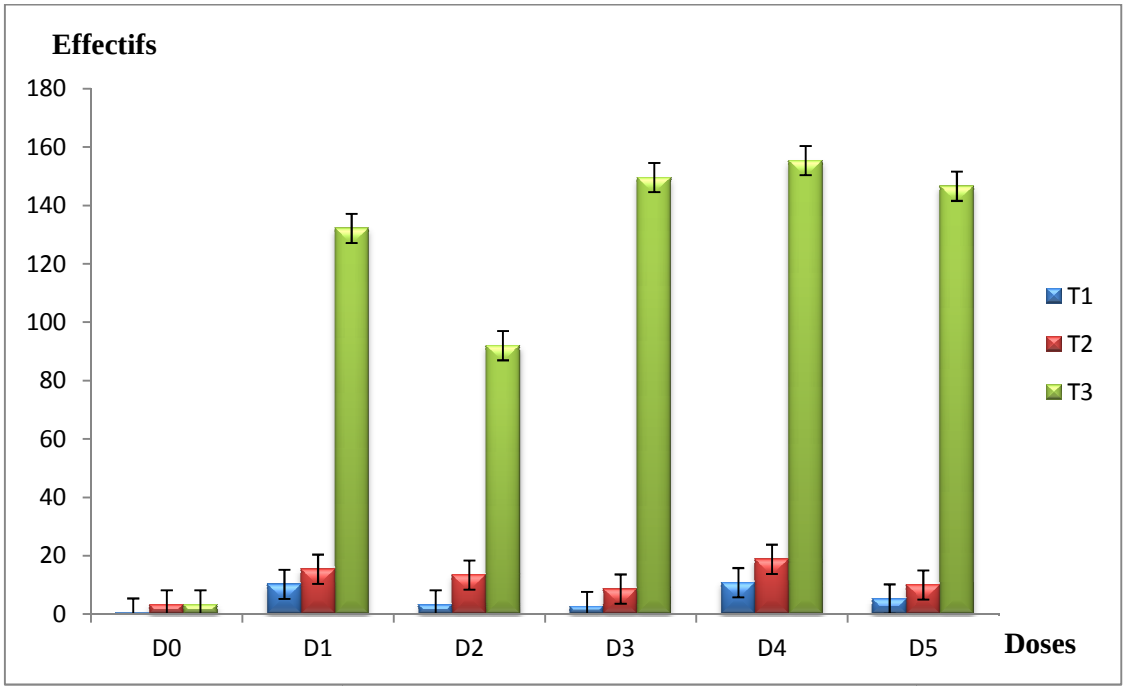


Figure 155 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait d'origan, 3, 6 et 9 jours après

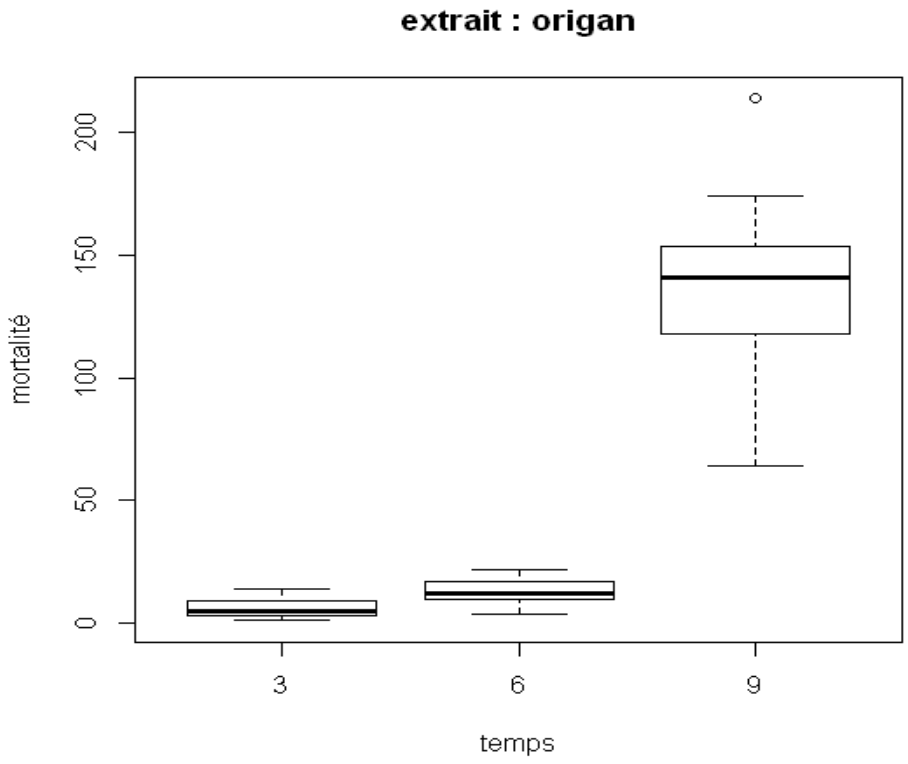


Figure 156 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait d'origan

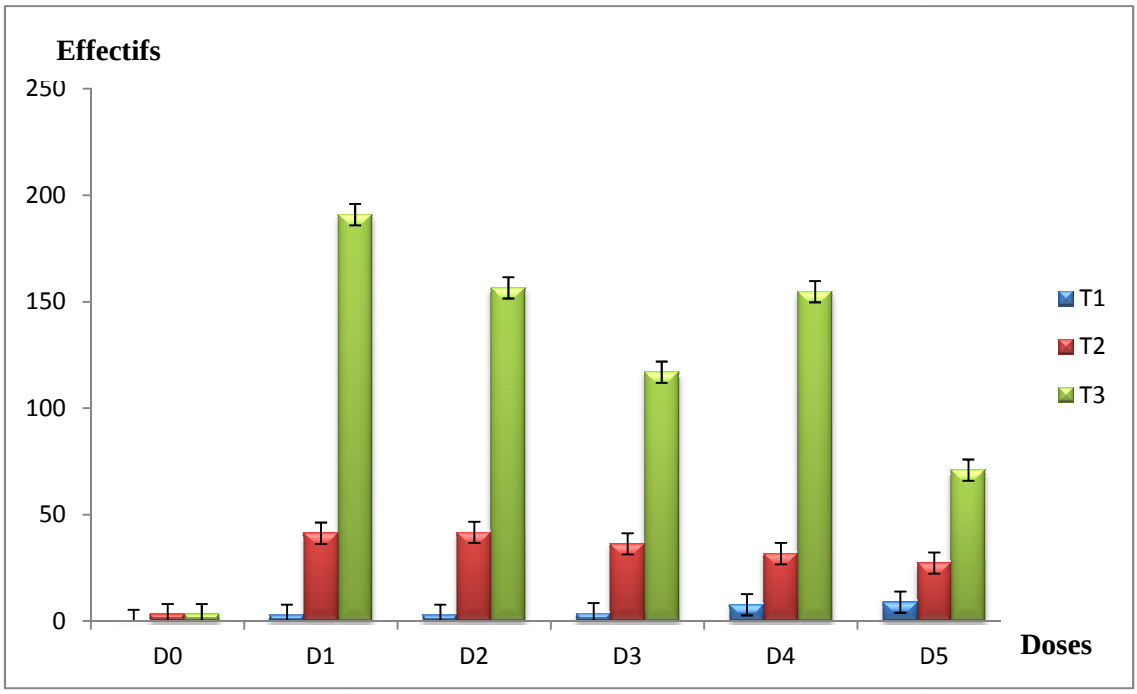


Figure 157 - Nombre d'individus morts traités à l'extrait de sauge, 3, 6 et 9 jours après

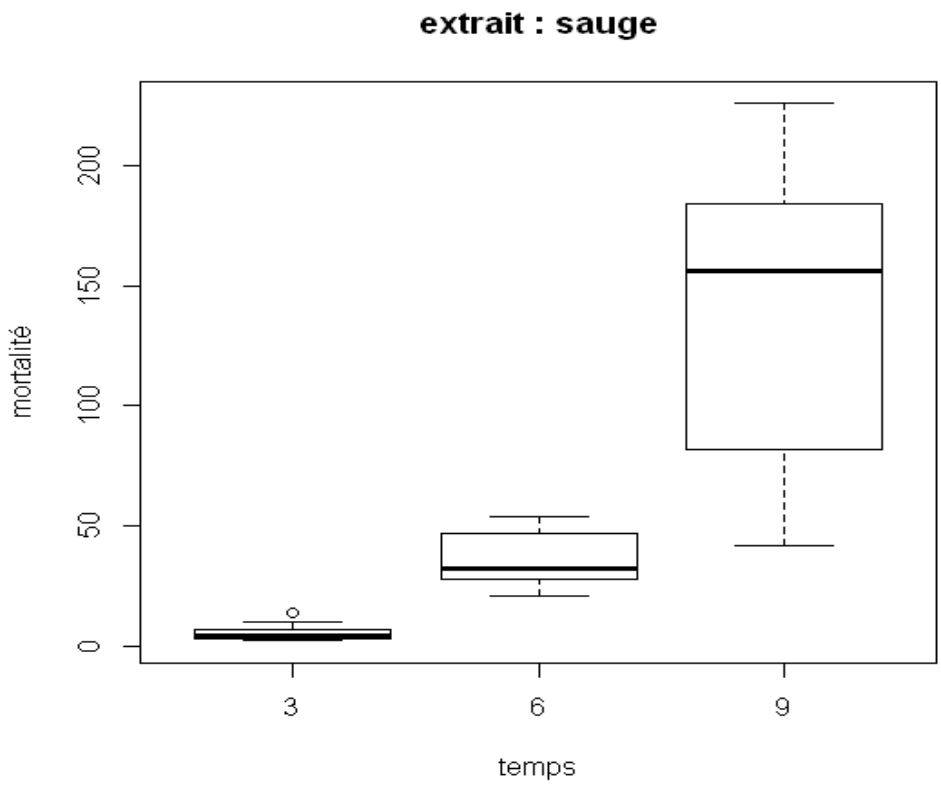


Figure 158 - Boxplot Mortalité-Temps pour l'extrait de sauge

3.3.3. - Effet de la nature de l'extrait et du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats du calcul de la mortalité corrigée obtenus avec les différents extraits utilisés sont illustrés par la figure 159. Le boxplot mortalité-nature de l'extrait et produit chimique est présenté dans la figure 160.

Pour compléter notre étude, l'efficacité de ces extraits est comparée avec celle du produit chimique. Ce dernier, appliqué sur les populations du puceron noir de la fève, confirme que les extraits utilisés ont un effet biocide sur les colonies d'*Aphis fabae* (Fig. 159), puisque des taux de mortalité très proches entre les extraits naturels et le mospilan 20sp sont observés (Fig. 160).

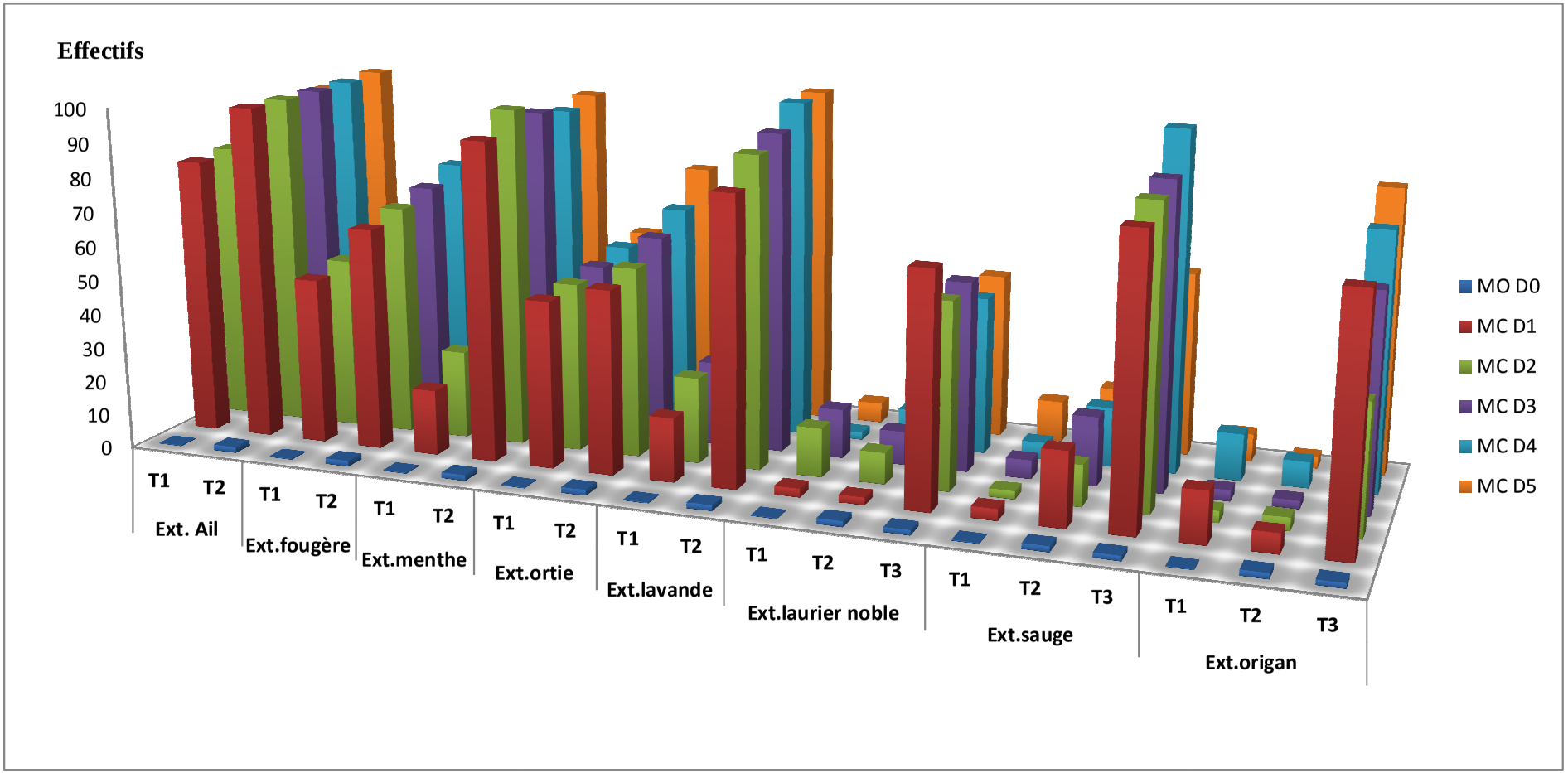


Figure 159 – Mortalité corrigée pour les différents extraits végétaux

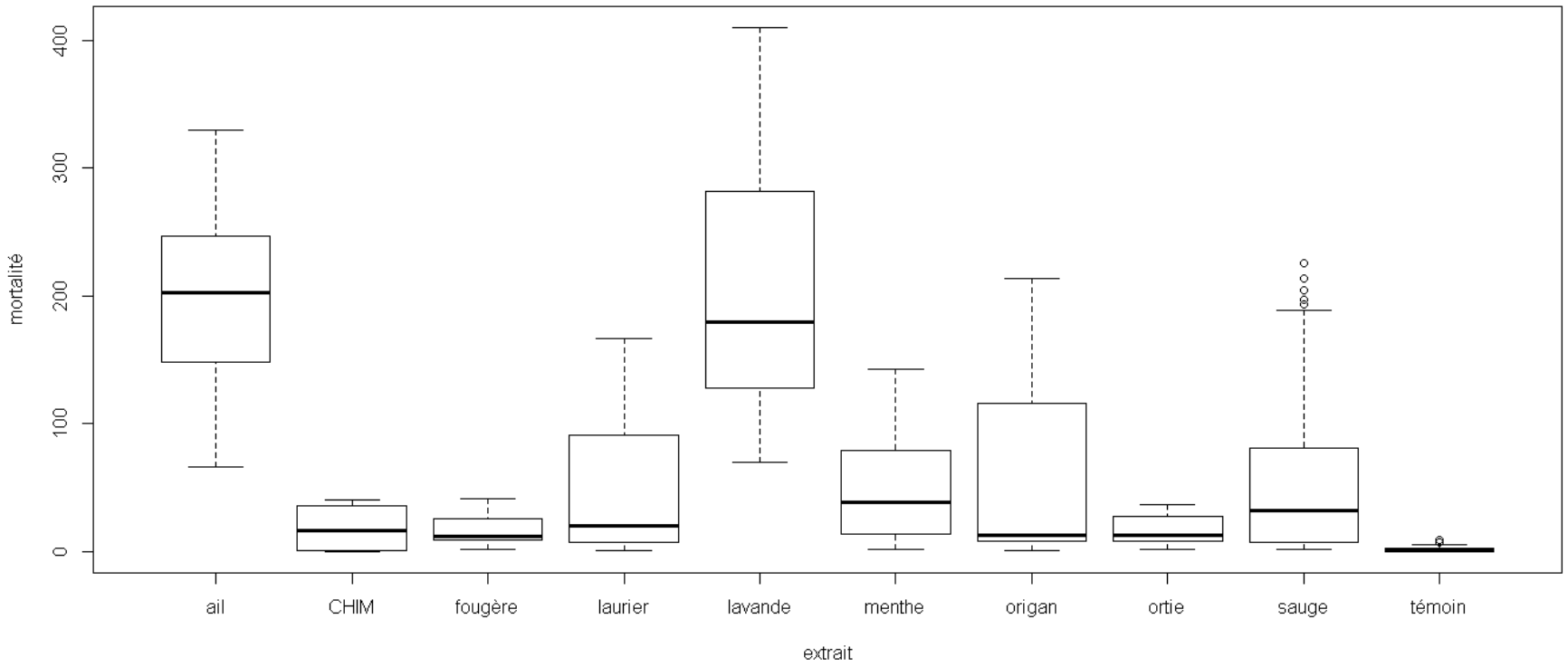


Figure 160 - Boxplot Mortalité-Nature de l'extrait et produit chimique

Chapitre IV
Discussion

Chapitre IV – Discussion

Les résultats obtenus sur la bioécologie des aphides, de leurs ennemis naturels, sur la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages et l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux sur *Aphis fabae* sont discutés.

4.1. - Etude de la bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels

La bioécologie des pucerons et celle de leurs ennemis naturels dans des parcelles de pomme de terre et de fève et dans des vergers d'agrumes font l'objet de discussions.

4.1.1. - Bioécologie des aphides dans une parcelle de pomme de terre

Les résultats obtenus sur l'inventaire global des aphides, sur son analyse, sur l'évolution des populations de pucerons ailés capturés et sur le dénombrement des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de la plante son comparés avec ceux d'autres auteurs. La même démarche est adoptée pour l'étude des prédateurs et des parasitoîdes, ennemis des pucerons.

4.1.1.1. - Inventaire global des aphides

La colonisation de nouveaux milieux par les pucerons est essentiellement assurée par des ailés qui peuvent être entrainés par le vent sur plusieurs centaines de kilomètres (ROBERT, 1980; 1982). Pendant les deux saisons de piégeage, 57 espèces de pucerons dont 53 en 2008 et 55 en 2013 sont identifiées. Ces espèces sont réparties entre 32 genres, 7 tribus et 5 sous-familles qui sont les Aphidinae, les Anoeciinae, les Calaphidinae, les Eriosomatinae et les Mysocallidinae. La sous-famille des Aphidinae est prédominante avec 2 tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini (Tab. 2). Cette dernière est la plus riche avec 32 espèces recensées en 2008 et 34 espèces recensées en 2013. Par contre, les Aphidini contiennent 14 espèces durant les deux années d'étude. Les présents résultats corroborent ceux de DIFONZO *et al*. (1997), de LAAMARI *et al*. (2010), de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) et de BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (2011) qui signalent que la majorité des espèces aphidiennes recensées dans leurs inventaires appartiennent à la sous-famille des Aphidinae. Parmi les aphides recensés, DIFONZO *et al*. (1997) comptent 36 espèces faisant

partie de la sous-famille des Aphidinae. LAAMARI *et al*. (2010) en recensent 47, BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008a) 24 espèces et BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (2011) 29 espèces. Ces auteurs ajoutent que la tribu des Macrosiphini est plus riche en espèces que celle des Aphidini. Les espèces *Aphis fabae, Aphis gossypii, Aphis* sp., *Acyrthosiphon pisum, Cavariella aegopodii, Dysaphis plantaginea, Lipaphis erysimi, Macrosiphum euphorbiae, Macrosiphum rosae, Megoura viciae, Metopolophium dirhodum, Myzus persicae, Nasonovia ribisnigri* et *Phorodon humuli* sont signalées également par LAAMARI *et al*. (2010) lesquels ont recensé dans la région de Guellal (Sétif) 61 espèces appartenant à 7 sous-familles dans une parcelle de pomme de terre. De même, en Belgique, YATTARA et FRANCIS (2013) notent la présence de ces espèces dans une culture de pomme de terre. L'espèce *Anoecia corni* qui appartient à la sous-famille des Anoeciinae est recensée sur la même culture par LAAMARI *et al.* (2010) et YATTARA et FRANCIS (2013). Dans le présent travail, la sous-famille des Eriosomatinae est constituée de trois tribus. Ce sont celles des Eriosomatini, des Fordini et des Pemphigini. Chacune d'elles est représentée par une seule espèce, soit *Eriosoma lanuginosum, Smynthurodes betae et Pemphigus* sp. Les deux dernières espèces sont signalées par LAAMARI *et al*. (2010). *Pemphigus* sp., est recensée par ALHEMDI *et al*. (2006, 2007) dans leurs inventaires sur les pucerons et leurs ennemis naturels en grandes cultures. Selon DJAZOULI *et al.* (2011), cette espèce vit essentiellement sur le peuplier noir *Populus nigra* L. L'analyse de la richesse spécifique des pucerons d'une année à l'autre révèle une certaine différence. Cette variation interannuelle de la richesse est soulignée par DIFONZO *et al*. (1997) qui ont recensé dans une parcelle de pomme de terre 34 espèces en 1992, 25 espèces en 1993 et 26 espèces en 1994. Cet état peut être dû à l'influence de différents facteurs comme les conditions climatiques ou encore à la présence de plantes-hôtes. Malgré des conditions climatiques favorables à l'envol des pucerons en 2008, il est noté des températures moyennes comprises entre 12,9 et 23,5 °C et une somme des précipitations de 170,3 mm durant la culture de la pomme de terre. La diversité des pucerons est plus grande en 2013. Cela pourrait être dû à la plus grande diversité floristique. En effet, il est à mentionner une différence dans la richesse spécifique du couvert végétal, avec 20 espèces de plantes adventices recensées en 2008 contre 24 espèces en 2013. D'après BARBAULT (1981) et TILMAN (1997), l'augmentation de la diversité végétale entraîne un accroissement de la diversité des phytophages. Selon BELAND (1999) le drainage du sol et son approvisionnement en eau sont autant de facteurs pouvant jouer sur la présence et l'abondance des populations de pucerons. VAN EMDEN (1972) démontre qu'une terre en

jachère voisinant une culture pourrait affecter grandement les populations d'Aphidae, remarque confortée par LAAMARI *et al*. (2010) qui signalent une plus grande richesse aphidienne en 1999 (47 espèces) pour les parcelles de la pomme de terre proches d'autres laissées en jachère, par rapport à l'année 1995 où ces parcelles avoisinantes étaient occupées par des céréales. De même, GALECKA (1966) note que les forêts environnantes peuvent influencer les populations de pucerons. Ainsi 120 espèces de pucerons sont recensées en Algérie à ce jour par LAAMARI *et al*. (2010). A partir des piégeages de pucerons ailés attirés par les bassines jaunes installées dans la culture de la pomme de terre à Draâ Ben Khedda, 8 nouvelles espèces de pucerons sont recensées sur la pomme de terre dans la présente étude. Il s'agit de *Cavariella theobaldi, Hyperomyzus carduellinus, Macrosiphoniella linariae, Myzus hemerocollis, Ovatus inculae, Rhopalosiphoninus staphylleae, Momellia pecanis* et *Schizaphis eastopi.*

4.1.1.2. - Analyse des résultats

Les résultats obtenus après le calcul de la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition et des indices écologiques de structure sont discutés.

4.1.1.2.1. - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces piégées dans des bassines jaunes durant les campagnes agricoles 2008 et 2013 sont assez proches de zéro. Elles atteignent 0,31 en 2008 et 0,25 en 2013 (Tab. 3). De ce fait les présents échantillonnages peuvent être qualifiés de bons. KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a) travaillant sur les pucerons de la fèverole au niveau de la station de Tizi Rached dans la région de Tizi-Ouzou notent une valeur de 0,07, avec une seule espèce observée une seule fois. Il s'agit de *Rhopalosiphum padi*. Les espèces *Takekallis taiwanus, Monellia pecanis, Ovatus inculae* et *Rhopalosiphoninus staphyllae* sont observées une seule fois au cours de l'année 2008. Parallèlement, les espèces *Metopolophium dirhodum, Rhopalosiphoninus staphyllae* et *Schizaphis eastopi* sont observées une seule fois au cours de l'année 2013. Elles sont considérées en tant qu'espèces accidentelles, car elles ne fréquentent pas les cultures de pomme de terre. En effet, *Takekallis taiwanus* est une espèce qui vit sur les arbres forestiers tels que *Bambusa stenostach, Phyllostachys arcanes* et *Pleioblastus amarus* (GONZALES *et*

al., 2000 ; QIAO et ZHANG, 2004). *Metopolophium dirhodum* est signalée par LAAMARI *et al*. (2010) comme une espèce très fréquente sur les céréales. De même, en Tunisie dans la région de Manouba, cet aphide est identifié sur des feuilles de blé (HARBAOUI *et al*., 2008). 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.

4.1.1.2.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

La richesse totale, les fréquences centésimales ou abondances relatives ainsi que les fréquences d'occurrence des Aphidae sont discutées.

4.1.1.2.2.1. - Richesse totale des Aphidae

La richesse totale des pucerons est de 53 espèces en 2008 et de 55 espèces en 2013. Ceci peut être expliqué par la diversité de la flore spontanée, par l'aspect morphologique de la variété de la pomme de terre ou encore par l'action du vent. A Tizi Ouzou, dans la région d'Oued-Aissi KITOUS et LADDAOUI (1999) notent sur les agrumes une richesse de 34 espèces de pucerons. Au niveau de la même région, BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008a) enregistrent une richesse de 26 espèces. Bien plus, dans la région de Guellal près de Sétif, LAAMARI *et al*. (2010) recensent sur une culture de pomme de terre 61 espèces aphidiennes. Cette différence peut s'expliquer d'abord par la situation géographique de la région de Guellal qui se trouve dans un couloir venté, ensuite par la nature du relief qui est relativement plat et sans strate arborescente qui freinerait l'action des vents et donc le déplacement des ailés. Enfin, elle pourrait être en relation avec la variété cultivée qui est différente de celle utilisée dans cette étude. En Belgique, sur la même culture YATTARA et FRANCIS (2013) signalent la présence de 42 espèces. ALHEMDI *et al*. (2006), dans une étude sur les pucerons relative à la présence de l'ortie en bordure des champs, font état de la présence de 50 espèces aphidiennes.

4.1.1.2.2.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives

Pendant les deux saisons de piégeage 57 espèces de pucerons sont capturées, avec un effectif de 1616 individus en 2008 et 1571 individus en 2013. Les présents résultats sont proches de ceux obtenus par YATTARA et FRANCIS (2013). Ces derniers mentionnent un effectif de 1667 individus sur pomme de terre en Belgique. Au sein de la présente étude, *Myzus persicae* est l'espèce la plus fréquemment observée avec un pourcentage de 11,9 % par rapport aux effectifs capturés en 2008 et 13,1 % en 2013 (Tab. 4). Cette abondance peut s'expliquer par la présence de son hôte secondaire qui est la pomme de terre. En effet, d'après HULLE *et al*. (1999), cette espèce a pour hôte primaire le pêcher et d'autres Rosacées du genre *Prunus* et pour hôte secondaire près de 50 espèces botaniques dont les Solanacées. Selon EIGENBRODE *et al.* (2002, cités par HARMEL *et al*., 2008) certains composés peuvent être attractifs vis-à-vis de *Myzus persicae*, comme par exemple les substances volatiles de *Solanum tuberosum* infestée par le virus de l'enroulement, les pucerons étant préférentiellement attirés par des plants atteints par ce virus en comparaison à des plants sains ou atteints par d'autres viroses. Des résultats similaires sont notés en Chine par LOPES *et al*. (2012) et POLO LOZANO *et al.* (2013). Ces auteurs mettent en évidence la prédominance de *Myzus persicae* par rapport aux autres espèces capturées. Cet aphide peut transmettre plus d'une centaine de virus (FRAVAL, 2006a). *Macrosiphum euphorbiae* intervient avec 10,2 % en 2008. En 2013, cette espèce ne comptabilise que 3,7 % alors que *Aphis fabae* représente 9,3 % en 2008 et 9,70% en 2013. *Macrosiphum euphorbiae* est responsable de la réduction du rendement dans la production de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) en se nourrissant directement du phloème et en propageant des virus (POMPON *et al*., 2010). En effet, ce puceron peut véhiculer une quarantaine de virus (HARMEL *et al*., 2008). Sur la même culture, YATTARA et FRANCIS (2013) signalent également un pourcentage de 3,5 % pour *Macrosiphum euphorbiae*. Les présents résultats concordent avec ceux de LAAMARI *et al*. (2010) qui notent la présence de *Macrosiphum euphorbiae* avec une fréquence de 3,5 % et d'*Aphis fabae* avec 9,2 %. Selon HARMEL *et al.* (2008), le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*), le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), posent réellement un problème pour la culture de la pomme de terre. Toujours selon les mêmes auteurs, les virus les plus connus sur la pomme de terre et transmis par les pucerons sont le virus de l'enroulement, les virus Y, A, S, X et M. Le puceron noir de la fève est attiré par les Fabacées, Solanacées, Cucurbitacées et Astéracées. Cette dernière famille est

représentée au niveau de la parcelle d'étude par deux espèces sur lesquelles la présence d'*Aphis fabae* est notée. Il s'agit de *Sonchus oberaeus* et *Calendula arvensis*. *Aphis fabae* est recensée par BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (1993) sur l'aubergine, le concombre et le melon. Les espèces *Rhopalosiphum maidis, Aphis craccivora, Rhopalosiphum padi, Aphis gossypii* et *Hyperomyzus lactucae* sont capturées avec un pourcentage qui varie entre 4,5 et 6,2 % en 2008 et 6,2 % à 8,3 % en 2013 (Tab. 4). Ces résultats sont proches de ceux de LAAMARI *et al*. (2010) qui mentionnent la présence d'*Aphis craccivora* avec un pourcentage de 6,0 %. *Hyperomyzus lactucae* est recensée sur des feuilles de *Sonchus asper* par VAYSSIERES *et al*. (2001). BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) signalent la présence d'*Aphis gossypii* sur *Galactites tomentosa*. Les résultats obtenus montrent également que les espèces *Dysaphis plantaginea* (3,53 % en 2008, 4,39 % en 2013), *Aphis idaei* (2,47 % en 2008, 3,63 % en 2013), *Aphis nerii* (2,04 % en 2008, 2,36 % en 2013), *Brevicoryne brassicae* (2,78 % en 2008, 2,23 % en 2013), *Myzus ascalonicus* (1,61 % en 2008, 2,04 % en 2013), *Pemphigus* sp. (2,16 % en 2008, 1,85 % en 2013), *Aulacorthum solani* (2,16 % en 2008, 1,78 % en 2013), *Macrosiphum rosae* (1,67 % en 2008, 1,72 % en 2013), *Brachycaudus helichrysi* (2,16 % en 2008, 1,65 % en 2013) et *Megoura viciae* (2,10 % en 2008, 1,27 % en 2013) sont représentées par de faibles fréquences. LAAMARI *et al*. (2010) notent un pourcentage de 6,1 % pour *Dysaphis plantaginea*. Il est à souligner que *Aphis nerii* er *Brevicoryne brassicae* sont attirées par les Astéracées, les Brassicacées et les Apiacées. Les Solanacées exercent une attractivité à l'égard de *Myzus ascalonicus* et d'*Aulacorthum solani.* Cette dernière espèce est identifiée sur *Solanum nigrum* dans L'île de la Réunion (VAYSSIERES *et al*., 2001). En Belgique, YATTARA et FRANCIS (2013) notent la présence de *Brevicoryne brassicae* (1,8 %), d'*Aulacorthum solani* (1,3 %) et de *Macrosiphum rosae* (1,9 %) sur la pomme de terre. Une très faible densité entre 0,06 % et 0,95 %, est observée pour 54,7 % des espèces capturées en 2008 et 65,5 % en 2013. Parmi ces espèces, celles à citer sont *Brachycaudus cardui, Acyrthosiphon pisum, Sitobion fragariae, Hyadaphis foeniculi, Myzus carasi, Phorodon humuli, Nasonovia ribisnigri,* et *Cavariella aegopodii*. D'après HULLE *et al*. (1999), *Brachycaudus cardui* a pour hôtes primaires le prunier, l'abricotier et le merisier, et pour hôtes secondaires les Astéracées. *Acyrthosiphon pisum* est inventoriée sur pois en Belgique (ALHEMDI *et al*., 2006, 2007). *Sitobion fragariae* est mentionné sur le blé dur, le blé tendre, l'orge, l'avoine et le tritical près de Batna et de Sétif (LAAMARI *et al*., 2010). D'après HULLE *et al*. (1999), *Hyadaphis foeniculi* a pour hôte primaire le chèvrefeuille (*Lonicera* sp.) et pour hôtes secondaires les Apiacées (carotte,

cèleri, fenouil). Ces auteurs ajoutent que *Nasonovia ribisnigri* a pour hôtes les Astéracées (laitue, chicorée, endive), les Solanacées ornementales (nicotiane, pétunia) et les Scrophulariacées (euphrasie, véronique). MIGNON *et al*. (2003) mentionnent la présence intense de *Cavariella aegopodii* sur les feuilles de la fève et de la carotte.

4.1.1.2.2.3. - Fréquence d'occurrence et constance (%)

L'analyse des résultats révèle que *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* sont des espèces placées dans la classe omniprésente en 2008 avec un taux de 100 % pour la première espèce et de 91,7 % pour la deuxième espèce. En 2013, ce sont les espèces *Myzus persicae, Hyperomyzus lactucae* et *Rhopalosiphum maïdis* qui appartiennent à la catégorie de la classe omniprésente avec un taux de 100 % pour les deux premières espèces et de 91,7 % pour *Rhopalosiphum maïdis* (Tab. 5). *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* sont en fait des espèces spécifiques à la plante de la pomme de terre. Les espèces *Aphis fabae* et *Hyperomyzus lactucae* se trouvent dans la classe constante en 2008, alors qu'en 2013, ce sont les espèces *Macrosiphum euphorbiae, Aphis craccivora* et *Dysaphis plantaginea* qui appartiennent à cette classe. Selon HULLE *et al*. (1999), *Aphis craccivora* et *Macrosiphum euphorbiae* sont très polyphages et sont attirées par les Solanacées. Cette famille végétale exerce également une attractivité à l'égard d'autres espèces telles que *Aphis fabae* et *Macrosiphum rosae* qui appartiennent dans le cadre de cette étude à la classe régulière en 2013. Les autres espèces (*Aphis gossypii, Hyalopterus pruni, Macrosiphum rosae*) sont réparties entre les classes de constance accessoire en 2008, et régulière en 2013. Dans la classe de constance accidentelle en 2008 et en 2013, il y a *Pemphigus* sp. et *Aphis citricola. Hyadaphis foeniculi* en 2013 est rangée dans la classe rare. Au sein de la classe de constance très rare en 2008, *Monellia pecanis* et en 2013 *Hyperomyzus carduellinus* et *Metopolophium dirhodum* sont rangées. La plupart des autres espèces appartiennent à la classe de constance rare, tel est le cas pour *Rhopalosiphum rufiabdominalis, Brachycaudus cardui, Hyadaphis foeniculi, Myzus cerasi, Phorodon humuli, Nasonovia ribisnigri, Cavariella aegopodii, Myzocallis castanicola, Dysaphis tulipae* et *Smynthurodes betae.* Toutes ces espèces changent de classes d'une année à une autre et d'une culture à une autre. En effet, BENOUFELLA-KITOUS *et al.,* (2008a) classent *Hyalopterus pruni* et *Metopolophium dirhodum* dans la catégorie accidentelle dans un verger d'orangers variété *thomson*. KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a) signalent qu'*Aulacorthum solani*

fait partie de la classe de constance accidentelle dans une parcelle de féverole, alors qu'elle est mise dans la classe de constance qualifiée de constante dans une parcelle de fève, de variété *séville* (KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD, 2014b). Par ailleurs, MEDJDOUB-BENSAAD *et al.* (2014), signalent que l'espèce *Macrosiphum euphobiae* est une espèce accidentelle dans une parcelle de fève et accessoire dans une parcelle de féverole.

4.1.1.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure des espèces de pucerons

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') ainsi que l'équitabilité des espèces aphidiennes sont discutés.

4.1.1.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces aphidiennes

La valeur de H' calculé au niveau de la parcelle de la pomme de terre est de 4,70 bits en 2008 et de 4,85 bits en 2013 (Tab. 6). Dans le présent travail, la richesse spécifique et la diversité de la flore offrent des conditions favorables à l'installation des aphides. En effet, selon BLONDEL (1975), lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables, de nombreuses espèces s'installent. Ce qui induit un H' élevé. Dans le cas contraire un petit nombre d'espèces arrivent à s'installer.

4.1.1.2.3.2. - Indice d'équirépartition des espèces aphidiennes dans une parcelle de pomme de terre

Pour ce qui concerne l'équitabilité, quand celle-ci est supérieure à 0,5 et tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces de pucerons en présence.

4.1.1.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés

Les premiers pucerons ailés sont capturés la dernière semaine de mars en 2008 et au début de mai en 2013. Ce décalage pourrait être attribué aux températures moyennes

plus favorables qui ont induit un vol plus précoce en 2008 qu'en 2013. En effet, selon ROBERT (1980) les ailés n'apparaissent que si une somme de températures moyennes des mois de janvier, février et mars atteint ou dépasse 600 °C. En 2008, cette somme de températures moyennes durant les trois premiers mois de l'année est de 1156,8 °C, alors qu'elle n'est que de 954,3 °C en 2013. Une augmentation progressive des effectifs de pucerons ailés est constatée jusqu'à atteindre un pic de 311 individus soit 19,2 % du peuplement global à la mi-mai en 2008 et de 282 individus soit 17,9 % de l'ensemble des populations aphidiennes à la fin avril en 2013. Cet accroissement des effectifs coïncide avec l'activité intense des pucerons ailés et correspond au départ des fondatrigènes ailées de l'hôte primaire vers les hôtes secondaires. Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très favorables pour l'envol de la majorité des espèces de pucerons, telles que *Aphis craccivora, Aphis fabae, Aphis gossypii, Aphis nerii, Brevicoryne brassicae, Brachycaudus helichrysi, Megoura viciae, Myzus persicae, Hyperomyzus lactucae, Rhopalosiphum maidis, Rhopalosiphum padi, Macrosiphum euphorbiae, Macrosiphum rosae, Lipaphis erysimi* et *Myzus ascalonicus* recensés en cette période. Ces espèces correspondent à elles seules à 71 % en 2008 et à 75 % en 2013 des captures globales. D'après BONNEMAISON (1950), la température peut influencer sur le nombre des ailés produits, sur leur capacité à s'envoler et favorise leur mobilité. Selon le même auteur, les vols des pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20 et 30°C. En effet, des journées ensoleillées avec des températures maximales de l'ordre de 25 °C en mai 2008 et de l'ordre de 21,7 °C en avril 2013 sont observées. Par ailleurs, la diversité des plantes hôtes secondaires présentes dans les parcelles à ce moment là, notamment les Asteraceae, les Amarantacées, les Chénopodiacées, les Cypéracées, les Fumariacées, les Solanacées, les Polygonacées, les Primulacées et les Urticacées attirent un grand nombre d'aphides. En effet, selon JALOUX (2010) la période printanière caractérisée par une richesse végétale très importante explique l'installation de nouvelles espèces aphidiennes. De plus, ROBERT (1996) montre que cette présence importante d'aphides serait due à la formation des ailés parmi les colonies des espèces installées sur la culture sous l'effet de groupe. Toutefois, il est à remarquer une chute des effectifs en 2013 à la date du 23 avril. Ceci doit être dû aux chutes de pluie enregistrées au cours de cette période. En effet, selon DEDRYVER (1982) les pluies intenses empêchent et retardent le vol des aphides. A partir de la dernière décade du mois de mai pour l'année 2008 et à partir de la première décade de mai pour l'année 2013, les vols ont connu une diminution des effectifs pour atteindre un minimum de 2,9 % de la population globale en juin 2008 et de

2,2 % toujours en juin en 2013 (Fig. 49, 50). Cette période correspond à la fin du vol qui coïncide avec l'élévation des températures enregistrées, avec des températures maximales atteignant 30,8 °C en 2008 et 28,9 °C en 2013, ainsi que des journées pluvieuses notées au mois de mai de l'année 2008. Ceci est confirmé par DEDRYVER (1982) qui note que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité. Cette période correspond également à la fin du cycle cultural de la plante hôte et de la disparition du tapis végétal sous l'effet de la sécheresse. D'après ROBERT et ROUZE-JOUAN (1976) la faculté de production périodique d'ailés d'une espèce dépend du climat, de la souche du puceron et de la présence de la plante hôte.

4.1.1.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de pomme de terre

Dans cette partie, l'importance des populations aphidiennes installées sur des feuilles de la pomme de terre, l'évolution des espèces de pucerons aptères recensées sur le feuillage et l'évolution de la population globale des pucerons sont interprétés.

4.1.1.4.1. - Importance des populations aphidiennes installées sur feuilles

Trois espèces de pucerons sont installées sur les feuilles de la pomme de terre, il s'agit de *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis gossypii* et *Myzus persicae*. D'après HULLE *et al*. (1999), ces trois espèces sont caractéristiques de cette culture. LAAMARI *et al*. (2010) dans la région de Guellal à Biskra, notent la présence de *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* sur une culture de pomme de terre. A Kati et Sikasso, au Mali, YATTARA et FRANCIS (2013) soulignent la présence d'*Aphis gossypii* et de *Myzus persicae* sur cette culture, pendant trois années de suite. LOPES *et al*. (2012) affirment la présence de ces deux dernières espèces sur pomme de terre en Chine. ROBERT (1996) signale *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* en tant que pucerons très fréquents dans le monde et capables de se reproduire sur la pomme de terre. De même, ROUSSELLE *et al.* (1996) affirment que ces deux espèces sont d'une importance majeure comme ravageur dans les cultures de pomme de terre et qu'ils produisent des dégâts considérables sur ces dernières. En France, SAGUEZ *et al.* (2007) notent que les pucerons constituent certainement les ravageurs les plus importants de la pomme de terre, parmi cinq espèces principales. Ce sont *Myzus persicae*,

Macrosiphum euphorbiae, Aphis gossypii, Aphis nasturtii Kaltenbach, 1843 et *Aulacorthum solani.* Selon BOITEAU (1988) au Québec, les divers cultivars de la pomme de terre sont particulièrement infestés par quatre espèces de pucerons, soit *Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae, Aulacorthum solani* et *Aphis nasturtii*. *Macrosiphum euphorbiae* est de loin l'espèce la plus observée sur des feuilles de pomme de terre avec 3.568 individus, soit une abondance de 66 % en 2008 et avec 2438 individus (A.R.% = 78 %) en 2013 (Fig. 51, 52). Ces résultats sont similaires à ceux de LAAMARI *et al.* (2010) qui affirment que *Macrosiphum euphorbiae* est la plus observée sur des feuilles de *Solanum tuberosum*. Par ailleurs, ROUSSELLE *et al.* (1996), notent que parmi les cinq espèces de pucerons capables de se reproduire sur la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* apparaît la plus abondante. Selon BEJAN (2007) le puceron de la pomme de terre s'attaque à plus de 200 espèces de plantes appartenant aux cultures végétales et ornementales et se trouve partout dans le monde. Il a une grande capacité de multiplication. Effectivement, sa population peut doubler en 2 à 3 jours lorsque les conditions sont favorables. Il faut en moyenne une dizaine de jours à 20 °C pour qu'une génération soit bouclée. Selon le même auteur, le fait que les pucerons peuvent se multiplier par parthénogenèse permet un nombre élevé de pucerons par génération et que le nombre de larves émises par femelle est de 30 à 50. Dans la présente étude, *Aphis gossypii* est recensée avec une abondance de 11 % correspondant à un effectif de 623 individus en 2008 et de 16 % soit un effectif de 492 individus en 2013. *Myzus persicae* est piégée avec une abondance de 23 % correspondant à un effectif de 1237 individus en 2008 et de 6 % soit un effectif de 196 individus en 2013. LAAMARI *et al.* (2010) notent la présence de *Myzus persicae* avec un effectif de 154 individus. Les pucerons ailés de *Myzus persicae* émigrent sur plusieurs hôtes secondaires comme la pomme de terre et se reproduisent activement quand la température est supérieure à 18 °C. La durée de développement des larves est de 10 jours environ et la durée de reproduction de 15 jours, avec une fécondité de 30 à 80 larves par femelle (BEJAN, 2007). La différence entre les effectifs des différentes espèces aptères installées sur le feuillage observée dans le présent travail, pourrait être due à un phénomène de compétition. En effet, TAXAMI et ALLEN (1969) cités par DEGUINE et LECLANT (1997) signalent un phénomène de compétition entre *Aphis gossypii* et *Macrosiphniella sonborni* Gillette sur chrysanthème, conduisant à la production d'insectes de petite taille et de moindre fécondité. Cette différence peut également s'expliquer par la capacité d'adaptation et de multiplication propre à chaque espèce. De plus, selon PARE et TUMLINSON (1999), les substances volatiles émises en surface des plantes peuvent influencer les processus

d'acceptation par les aphides. D'après ces derniers auteurs, les quantités de composés volatils diffusés par les plantes sont augmentées suite à l'attaque d'insectes phytophages, et la composition de ce bouquet odorant est spécifique du couple plante–insecte phytophage. Certains composés peuvent être attractifs, comme par exemple les volatils de *Solanum tuberosum* infestée par le virus de l'enroulement vis-à-vis de *Myzus persicae*, les pucerons étant préférentiellement attirés par des plants atteints par ce virus en comparaison à des plants sains ou atteints par d'autres viroses (EIGENBRODE *et al.*, 2002 cités par HARMEL *et al*., 2008). Par contre, d'autres composés jouent le rôle de substances répulsives contre les aphides comme le *E-b*-farnésène (EBF) produit en grande quantité par les trichomes glandulaires de *Solanum berthaultii* (Hawkes) (GIBSON et PICKETT, 1983 cités par HARMEL *et al.*, 2008). L'hexanal et le 3-hexénal, deux composés chimiques du bouquet ''odeur verte'' des feuilles, ont un impact négatif sur la fécondité de *Myzus nicotianae* (HILDEBRAND *et al.*, 1993 cités par HARMEL *et al*., 2008).

4.1.1.4.2. - Evolution des espèces de pucerons aptères recensées sur le feuillage

Il est à remarquer un asynchronisme dans le développement des populations des trois espèces. En effet *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* établissent leurs populations les premières, suivies par la suite par *Aphis gossypii* en 2008 (Fig. 53). Par contre en 2013, ce sont *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* qui se développent en premier (Fig. 54), précédant *Macrosiphum euphorbiae*. La raison de cet asynchronisme pourrait être liée à la différence de la date de contamination par les ailés. Il est à noter que durant l'année 2008, ce sont les ailés des deux premières espèces qui sont piégés en premier. Ce n'est que quinze jours plus tard que les ailés d'*Aphis gossypii* sont recensés. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de SAGUEZ *et al.* (2007) qui notent que les pucerons *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* établissent précocement leurs colonies sur les feuilles supérieures de la pomme de terre. Plus tard, les trois autres espèces *Aphis gossypii*, *Aphis nasturtii* et *Aulacorthum solani* colonisent les plants et s'établissent sur les feuilles inférieures et médianes. En 2013, ce sont les ailés d'*Aphis gossypii* et de *Myzus persicae* qui sont capturés en premier. Ce n'est qu'à partir du 16 avril, que *Macrosiphum euphorbiae* fait son apparition. Ces aphides véhiculent de nombreux virus et sont susceptibles de causer jusqu'à 5 tonnes de pertes en rendement par hectare et par an (DUVAUCHELLE et DUBOIS, 2000). En cas de transmission de virus, les dégâts causés par ces derniers sont localisés au niveau des feuilles,

avec l'apparition de tâches nécrotiques, de mosaïques, d'enroulement ou de dépigmentations foliaires. Certains virus induisent également des nécroses tuberculaires qui déprécient leur valeur marchande et rendent les tubercules non commercialisables (SAGUEZ *et al*., 2007).

Aphis gossypii présente une pullulation maximale à la date du 22 avril 2008 et du 7 mai 2013. Ce pic pourrait être attribué aux températures moyennes favorables au développement de cette espèce. Les températures moyennes enregistrées à ces dates sont de l'ordre de 24 °C.

Un pic est noté le 6 mai pour *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* avec un effectif de 1126 individus pour la première espèce et de 586 individus pour la seconde en 2008 et le 14 mai pour ces mêmes espèces en 2013 avec un effectif de 856 individus pour *Macrosiphum euphorbiae* et de 90 individus pour *Myzus persicae*. Ces résultats sont en accord avec ceux de LOPES *et al*. (2012), dans une étude sur les pucerons et sur leurs ennemis naturels sur la pomme de terre dans l'Est de la Chine. Ces auteurs notent un pic de la population globale des aphides aptères le 16 mai. Les pullulations enregistrées lors de la présente étude, pourraient s'expliquer par les conditions climatiques favorables à la prolifération des aphides, à savoir des journées ensoleillées et des températures moyennes de l'ordre de 21,5 °C en 2008 et de 20°C en 2013, ainsi que la disponibilité d'une source de nourriture riche en sève. Selon BELAND (1999), il pourrait découler une plus grande quantité de pucerons à la différenciation des jeunes feuilles de pomme de terre qu'à la sénescence. En effet, ces deux espèces de pucerons sont en plus grand nombre lorsque le plant est aux stades de bouton floral et de l'inflorescence et elles ne produisent que des larves femelles. Ce processus reproductif par parthénogénèse se poursuit de génération en génération durant les jours à ensoleillement maximum, c'est-à-dire à une photopériode de 16 heures d'ensoleillement par jour selon GUALTEIRI et MCLEOD (1994). Par ailleurs, BELAND (1999) note que la longévité des adultes et des larves de *Myzus persicae* varie en fonction de la température. Les adultes peuvent vivre 3 mois à 5 °C et 10 jours à 25 °C, les larves 21 jours à 10 °C et 7 jours à 25 °C.

La chute des populations aphidiennes observée à partir de la première quinzaine de mai 2008 et de la deuxième quinzaine de mai 2013 et leur disparition en juin peut être attribuée à l'augmentation des températures, avec des températures maximales de 30,8 °C en 2008 et de 28,9 °C en 2013 d'une part, à l'action des ennemis naturels, ainsi qu'aux vols de dissémination des ailés, ou encore au stade phénologique avancé de la plante hôte d'autre part. JANSSON et SMILOWITZ (1985) précisent que le développement et la croissance de la population du puceron vert du pêcher sont corrélés avec la phénologie du plant de pomme de terre. Par ailleurs, BRODEUR *et al.* (2013) démontrent chez le puceron de la pomme de terre

que les températures égales ou supérieures à 24 °C, réduisent significativement sa fécondité que ce soit au cours de son développement ou lors de sa reproduction.

4.1.1.4.3. - Evolution du peuplement global des pucerons aptères installés sur le feuillage de la pomme de terre

Le suivi de la dynamique des populations aptères montre que l'installation des premiers individus sous forme de petites colonies s'est faite le 25 mars 2008 et le 2 mai 2013 (Fig. 55, 56). En effet, 43 pucerons sont dénombrés en 2008 et 10 en 2013, sur les plants de pomme de terre. Les Aphidae augmentent progressivement en nombre et sont fort populeux dès le 19 avril 2008 et le 7 mai 2013, ce qui prouve la forte capacité de multiplication et de colonisation caractérisant les pucerons. D'après SCHAUB *et al.* (2010), chaque fondatrice génère jusqu'à une centaine de descendants. Il est à remarquer toutefois une légère diminution des effectifs observée à la fin d'avril en 2013; celle-ci est probablement due aux chutes de pluies enregistrées en cette période. Les populations atteignent leur maximum le 6 mai 2008 avec 1802 individus et le 14 mai 2013 avec 908 individus. Ces pics peuvent s'expliquer d'une part par l'amélioration des conditions climatiques, avec des températures moyennes comprises entre 19 et 23,5 °C en 2008 et entre 20 et 24 °C en 2013, et d'autre part, par la présence de feuilles tendres représentant une alimentation de bonne qualité pour la pullulation du ravageur. En effet, selon BEJAN (2007) l'influence du milieu, où les pucerons évoluent, joue un rôle déterminant dans les fluctuations de leurs populations.

Les effectifs de pucerons connaissent une régression pour arriver à une moyenne de 7 individus en 2008 et de 2 individus en 2013. 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 30,8 °C en 2008 et 28,9 °C en 2013. 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.

4.1.2. - Bioécologie des aphides dans une parcelle de fève

L'inventaire global des aphides, l'analyse des résultats, l'évolution de la population des pucerons ailés capturés et le dénombrement des espèces aphidiennes installées sur les feuilles de la plante sont discutés d'une part. D'une autre part, l'inventaire global des prédateurs, l'analyse de leurs fluctuations et l'inventaire global des parasitoïdes recensés sont interprétés.

4.1.2.1. -- Inventaire global des aphides dans la parcelle de fève

L'analyse de l'aphidofaune montre la présence de 27 espèces dont 25 en 2008. Celles-ci appartiennent à 3 sous-familles, celles des Aphidinae, des Chaitophorinae et des Pemphiginae. Seulement 19 espèces sont notées en 2013 faisant partie de la sous-famille des Aphidinae, laquelle est représentée par deux tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Cette dernière est prédominante avec 15 espèces (Tab. 13). Pour ce qui concerne les Chaitophorinae, seule une espèce est recueillie, soit *Sipha maydis*. De même pour les Pemphiginae, une seule espèce est notée. Il s'agit d'*Eriosoma lanigerum*. LAAMARI et HEBBEL (2006), dans leur inventaire des pucerons piégés dans les assiettes jaunes mises dans une culture de fève dans la région de Biskra, mettent en évidence 16 espèces aphidiennes, réparties entre les Aphidinae et les Myzocallidinae. KUROLI et LANTOS (2008) recensent durant une vingtaine d'années, 24 espèces de pucerons dans une culture de fève dans la région de Mosonmagyarovar (Hongrie). Ces pucerons se répartissent entre 3 sous-familles, celles des Aphidinae, des Myzocallidinae et des Chaitophorinae.

Dans la présente étude, les Aphidinae sont les plus fréquents et comportent un grand nombre d'espèces d'importance agronomique comme *Aphis citricola, Aphis fabae, Aphis craccivora, Toxoptera aurantii, Myzus persicae* et *Acyrthosiphon pisum* du fait de leur polyphagie et de leur capacité à transmettre des viroses. *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. KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014b) soulignent l'installation d'*Aphis fabae* sur *Rumex* sp, *Vicia sicula* ; *Sonchus* sp. et *Melilotus officinalis.* Selon LAAMARI *et al*. (2011), *Myzus persicae* est recensée sur 16 espèces végétales. Sur la liste des plantes-hôtes du

puceron vert du pêcher, VAYSSIERE *et al.* (2001) citent *Rumex abyssinicus, Euphorbia hirta, Solanum nigrum, Cajanus cajan, Tropaeolum* sp. et *Callistephus* sp. Ce puceron peut transmettre aux végétaux plus d'une centaine de virus, alors que *Macrosiphum euphorbiae* peut en véhiculer une quarantaine (HARMEL *et al.*, 2008). Le puceron vert du pois **(***Acyrthosiphon pisum*) compte parmi les espèces très polyphages et possède une dizaine d'espèces végétales-hôtes (LAAMARI *et al*., 2011).

L'analyse de la richesse spécifique des Aphididae entre les deux années d'étude met en évidence une différence significative. Cette variation de la richesse spécifique des pucerons d'une année à l'autre peut être due soit aux différences de la diversité floristique, soit aux fluctuations thermiques et pluviométriques. En effet, 26 espèces de plantes adventices sont recensées en 2008 contre 23 espèces en 2013. BASSINO (1983) signale que la faune aphidienne est diversifiée lorsque la flore présente l'est aussi. Par ailleurs, en 2008, les températures moyennes sont comprises entre 10,9 et 23,5 °C et les précipitations totalisent 237,7 mm durant la culture de la fève, conditions plus favorables au développement et au déplacement des pucerons. Selon HULLE *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. De même, ROBERT (1982) mentionne qu'une pluie abondante agit directement sur les pucerons en empêchant leur envol. En 2013, par contre, les conditions climatiques semblent être moins favorables avec des températures moyennes comprises entre 9,4 et 17,4 °C et une somme des précipitations de 709,9 mm.

4.1.2.2. - Analyse des résultats

La qualité de l'échantillonnage et les indices écologiques sont utilisés pour exploiter les espèces de pucerons piégés.

4.1.2.2.1. - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

La valeur de la qualité de l'échantillonnage par rapport aux espèces piégées dans les bassines jaunes est égale à 0,10 durant la campagne 2008 et à 0,16 durant la campagne 2013 (Tab. 14). Ces valeurs sont proches de zéro. De ce fait les présents échantillonnages sont qualifiés de bons. Elles concordent avec celles de MEDJDOUB-

BENSAAD *et al*. (2014) qui donnent a/N égale à 0,16 dans une parcelle de fève près de Tizi-Ouzou. Les espèces observées une seule fois par ces auteurs sont *Brevicoryne brassicae* et *Dysaphis plantaginea*. Les espèces observées une seule fois dans les parcelles d'étude sont qualifiées d'accidentelles. Il s'agit de *Sipha maydis* et de *Cavariella pastinacae* en 2008 et de *Sitobion avenae*, de *Myzus persicae* et de *Rhopalosiphum insertum* en 2013. Ce sont des espèces inféodées aux plantes rares ou absentes de la station. HARBAOUI *et al.* (2008) signalent que dans la région de Jedeïda (Tunisie), *Sipha maydis* est une espèce prépondérante sur les feuilles de blé. Ces auteurs notent également la présence de cette espèce sur l'orge. Selon JACKY et BOUCHERY (1982), *Cavariella pastinacae* prend comme hôte primaire le saule (*Salix* sp.) et comme hôtes secondaires des Apiaceae tels que la carotte et le fenouil. HARBAOUI *et al*. (2008) affirment que *Sitobion avenae* vit sur les céréales (blé, orge, avoine et maïs). Par contre *Myzus persicae* est identifié sur la pomme de terre (YATTARA et FRANCIS, 2013), sur *Erigeron canadensis* et sur *Amaranthus hybridus* (BENOUFELLA-KITOUS *et al*., 2008a). *Rhopalosiphum insertum* a pour hôtes primaires les Rosaceae et pour hôtes secondaires les Poaceae (HULLE *et al*., 1998) et les Juncaceae (JACKY et BOUCHERY, 1982).

4.1.2.2.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition

La richesse totale des Aphidae, les fréquences centésimales ou abondances relatives et les fréquences d'occurrence sont interprétées.

4.1.2.2.2.1. - Richesse totale

La richesse totale est de 25 espèces en 2008 et 19 espèces en 2013**.** KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a) signalent une richesse totale de 14 espèces dans une parcelle de fèverole. MEDJDOUB-BENSAAD *et al*. (2014) notent une richesse totale de 16 espèces aphidiennes dans une parcelle de fève. 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.

4.1.2.2.2.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives (A.R.%)

L'analyse des relevés montre que la campagne 2008 est plus riche et plus diversifiée que celle de 2013 (Tab. 15). Les effectifs des espèces sont de 215 individus pour l'année 2008 et de 143 individus en 2013.

Le puceron du melon et du coton (*Aphis gossypii*) et le puceron bicolore des céréales (*Rhopalosiphum 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, ce sont le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) et le puceron noir de la luzerne (*Aphis craccivora*) qui abondent avec 16,7 % pour *Aphis fabae* et 14,9 % pour *Aphis craccivora*. Malgré l'importance agronomique de ces deux espèces, elles sont peu présentes en 2013 avec 7 % des captures. Sur la pomme de terre *Aphis fabae* est noté avec une fréquence de 19,6 % (YATTARA et FRANCIS, 2013). L'étude faite par MEDJDOUD-BENSAAD *et al*. (2014) montre qu'*Aphis fabae* est l'espèce la plus représentée avec une fréquence de 23,1 % dans une parcelle de fève, alors que cette espèce ne totalise que 8,2 % par rapport à l'ensemble des pucerons capturés au niveau d'une parcelle de fèverole (KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD, 2014a). Dans une culture de fève, KUROLI et LANTOS (2008) notent également la dominance d'*Aphis fabae* dans les bassines jaunes avec un pourcentage de 77,4 %. Par contre LAAMARI et HEBBEL (2006) soulignentt qu'*Aphis craccivora* et *Macrosiphum euphorbiae* sont les espèces les plus abondantes avec la même fréquence de 21,3 %. BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008a) recensent sur des agrumes *Aphis gossypii* (8,6 %), *Aphis fabae* (8,1 %) et *Aphis craccivora* (7,2 %). Par contre sur la culture de courgette, *Aphis gossypii* est largement majoritaire avec 99 % des pucerons identifiés sur cette culture (LOPES *et al.*, 2012). Cette espèce est recensée dans le présent travail sous la forme de colonies peu denses, d'individus aptères sur *Avena sterilis* et en colonies plus denses sur *Lavatera cretica*. Dans la présente étude en 2013, les espèces *Aphis idaei* (10 %), *Aphis nerii* (9,1 %) et *Aphis citricola* (8,4 %) interviennent plus faiblement. En 2008, *Aphis gossypii* participe avec une fréquence de 9,3 %. Les présents résultats concordent avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2009), qui notent la présence d'*Aphis citricola* avec une abondance de 10,2 %. De faibles fréquences sont observées en 2013 pour les espèces *Sitobion avenae, Myzus persicae* et *Rhopalosiphum insertum* avec 0,7 % chacune et avec 0,9 % en 2008. Il s'agit en effet d'espèces passagères recherchant leurs hôtes. A titre d'exemple *Myzus persicae* a pour hôtes primaires le pêcher et d'autres Rosaceae du genre *Prunus* et pour hôtes

secondaires des Asteraceae, des Brassicaceae, des Apiaceae et des Cucurbitaceae (HULLE *et al*., 1999). ALHEMDI *et al.* (2007) signalent que sur le blé, *Myzus persicae*, ne totalise que 0,3 % des captures. Selon LOPES *et al.* (2012), *Myzus persicae* est très présente dans les cultures de pomme de terre avec 70 % des pucerons identifiés sur cette culture. Des résultats analogues sont obtenus pour *Sipha maydis* (0,5 %) et pour *Cavariella pastinacae* (0,5 %) en 2008. Ils sont en accord avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008b) qui signalent la présence de *Sipha maydis* avec 0,5 % dans une parcelle d'orangers *thomson*. L'abondance des espèces aphidiennes dépend de l'année. En effet, les pucerons mentionnés en 2008 possèdent des fréquences différentes par rapport à ceux notés en 2013. Dans ce cas *Aphis fabae* constitue l'espèce la plus fréquente la première année, alors que c'est *Aphis gossypii* qui prédomine au cours de 2013. Selon FRANCIS *et al.* (2001) la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de culture. Les individus ailés participent à la dissémination de la population à des distances variables et assurent la colonisation de nouveaux habitats à exploiter (MARC, 2004).

4.1.2.2.2.3. - Fréquence d'occurrence (F.O.%) et constance

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes étudiées au niveau de la parcelle de la fève, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables. Elles sont constantes, régulières, accessoires, accidentelles, rares ou très rares. Les résultats obtenus montrent qu'en 2008 *Aphis fabae* (79%) et *Aphis craccivora* (79 %) sont des espèces appartenant à la classe de constance qualifiée de constante. En 2013, seule *Aphis gossypii* (79 %) est classée dans cette catégorie (Tab. 16). Alors que cette espèce appartient à la classe de constance régulière en 2008 (70 %), au même titre que *Rhopalosiphum padi* (63,2 % en 2008 et 68,4 % en 2013) qui se trouve régulière durant les deux années d'étude. Cette remarque conforte celle de MEDJDOUB-BENSAAD *et al.* (2014) qui notent que les espèces *Aphis fabae* (83,3 %) et *Aphis gossypii* (83,3 %) appartiennent à la classe de constance qualifiée de constante dans une culture de fève. La fréquence d'occurrence élevée de ces espèces pourrait s'expliquer par la présence de leurs hôtes secondaires représentées par les Asteraceae, les Brassicaceae, les Fabacées et les Poaceae. Par contre la majorité des espèces se classent dans la classe de constance rare, telles que *Brachycaudus helichrysi* (21,1 % en 2008 et en 2013), *Aulacorthum solani* (21,1 % en 2008 et en 2013), *Lipaphis erysimi* (21,1 % en 2008 et 15,8 % en 2013), *Hyperomyzus*

lactucae (15,79 % en 2008 et en 2013) et *Brevicoryne brassicae* (15,79 % en 2008 et en 2013). Cette dernière espèce est classée par KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014b) dans la catégorie accidentelle dans une parcelle de fève. Les présents résultats ne corroborent pas ceux de MEDJDOUB-BENSAAD *et al.* (2014) qui pour les pucerons de la fèverole, notent que *Brachycaudus helichrysi* (91,7 %) et *Hyperomuzus lactucae* (92,3 %) appartiennent à la classe de constance constante. Selon KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014b), la richesse floristique de la zone d'étude influe directement sur la fréquence d'occurrence des espèces aphidiennes. D'après REMAUDIERE 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.

4.1.2.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces de pucerons recensés dans la parcelle de la fève et l'équirépartition sont expliqués**.**

4.1.2.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') est de 4,06 bits en 2008 et 3,77 bits en 2013 (Tab. 17). Dans la présente étude, la richesse spécifique et la diversité de la flore offrent des conditions favorables à l'installation des aphides. Les présents résultats diffèrent de ceux de MEDJOUB-BENSAAD *et al.* (2014) qui notent que l'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé révèle une valeur de 0,75 bits pour la parcelle de la fève *séville* et 0,69 bits pour la fèverole.

4.1.2.2.3.2. - Indice d'équirépartition des espèces de pucerons

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.

4.1.2.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés sur fève

Au cours de notre étude, la courbe de vol de l'ensemble des espèces de pucerons capturées par les bassines jaunes dans la région de Draâ Ben Khedda sur fève, montre que les populations de pucerons sont absentes au cours des premières semaines qui s'étalent du 15 janvier au 5 février 2008 et du 19 janvier jusqu'au 16 mars 2013 et qui est probablement dû aux précipitations et aux basses températures. En effet, selon DEDRYVER (1982), les pluies intenses interdisent et retardent le vol des aphides. De même, BONNEMAISON (1950) note que le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75 % combinée avec une température inférieure à 13 °C, ce qui est confirmé par les présents résultats (températures moyennes comprises entre 6,5 et 7,3 °C et une humidité relative comprise entre 79 et 82 % en 2008, températures moyennes comprises entre 5,4 et 10,3 °C et humidité relative comprise entre 73 et 80 % en 2013). Une augmentation progressive des effectifs de pucerons ailés est enregistrée à partir de la mi-février en 2008 et à partir du début avril en 2013, jusqu'à atteindre un pic le 6 mai 2008 et le 25 mai 2013 (Fig. 70, 71). Cet accroissement est le résultat des conditions climatiques favorables telles que des températures maximales de 25 °C en 2008 et de 22,4 °C en 2013. En effet, selon BONNEMAISON (1950) une température comprise entre 20 et 30 °C favorise le vol et le déplacement des pucerons. Cette augmentation peut également s'expliquer par la diversité des plantes hôtes qui permettent aux pucerons de faire des vols de contamination et de passer de plante à d'autres. D'après HOLMES (1988 cité par AL HASSAN, 2012), de nombreuses espèces de pucerons se déplacent sur les plantes voisines. Ces mouvements entraînent une diffusion des populations au sein des habitats. Les pucerons ont naturellement tendance à quitter leur plante-hôte, même en absence de facteurs incitatifs.

La diminution progressive des effectifs des pucerons notée à partir de la mi-mai 2008 est causée par l'augmentation des températures et par le dessèchement de leur plante hôte.

4.1.2.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de fève

L'évaluation de l'abondance relative des populations aphidiennes installées sur *Vicia faba* et l'évolution de la population globale de ces pucerons sont discutées.

4.1.2.4.1. - Evaluation de l'abondance relative des populations aphidiennes installées sur *Vicia faba*

Les observations sur la plante permettent d'avoir une approche plus spécifique et par conséquent de déterminer les insectes qui sont réellement inféodés à la culture (LOPES *et al.,* 2012). Quatre espèces de pucerons sont recensées sous la forme de colonies aptères sur la culture de la fève. Parmi elles, *Aphis fabae* s'avère être l'espèce prédominante. Elle est retrouvée au cours des deux années avec des fréquences d'infestation importantes, soit 56 % en 2008 et 66 % en 2013. Ce puceron est l'un des ennemis les plus importants sous les conditions climatiques d'Algérie. Il est à la fois déprédateur et agent vecteur de virus. Il vit en colonies denses à l'extrémité des plants de fève. Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACHE, 2003). Trois autres espèces de pucerons sont installées sur les feuilles de *Vicia faba.* Il s'agit d'*Aphis gossypii* et *Aphis craccivora* en 2008 (Fig. 72) et d'*Aphis gossypii* et *Lipaphis erysimi* en 2013 (Fig. 73). D'après HULLE *et al*. (1999) les deux premières espèces sont caractéristiques de cette culture. *Lipaphis erysimi* notée en 2013 comme une troisième espèce avec une fréquence de 1% est trouvée accidentellement sur la culture de fève. Ces résultats sont similaires à ceux de MEDJDOUB-BENSAAD *et al.* (2014) qui notent la présence d'*Aphis fabae*, d'*Aphis gossypii* et d'*Aphis craccivora* dans la région de Tizi-Rached sur une culture de fève et affirment que *Aphis fabae* est l'espèce dominante dans la parcelle de fève avec une abondance de 93,4 % et soulignent la présence d'*Aphis gossypii* en deuxième position avec une fréquence de 5,3 %. 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 fèverole qui sont par ordre d'importance : *Aphis fabae* avec 67,7 %, *Aphis gossypii* avec 21,6 % et *Aphis craccivora* avec 21,2 %. En Floride, NUESSLY *et al.* (2004) montrent l'existence de 2 espèces de pucerons sur *Vicia faba*. Ce sont *Aphis craccivora* et *Acyrthosiphon pisum,* avec la prédominance de la première. De même RACHEF *et al.* (2005) recensent 2 espèces de pucerons sur plants de fève : *Aphis fabae* et *Acyrthosiphon pisum*. Sur la même culture, LAAMARI et HEBBEL (2006) signalent la présence de 3 espèces de pucerons. Il s'agit d'*Aphis craccivora*, d'*Aphis fabae* et d'*Acyrthosiphon pisum*, avec la prédominance de la première espèce, alors qu'*Aphis fabae* est la moins représentée. *Acyrthosiphon pisum* est une espèce qui fréquente surtout les céréales, recensée par ALHEMDI *et al.* (2006) avec une abondance de 25 % sur le blé et le pois. D'après WEIGAND et BISHARA (1991) dans les

pays méditerranéens, la fève est attaquée principalement par *Aphis fabae* et *Aphis craccivora* et occasionnellement par *Acyrthosiphon pisum* et par *Myzus persicae*. VERHEGGEN *et al.* (2009) dénombrent et déterminent 5 espèces de pucerons sur *Vicia faba* : *Aphis fabae*, *Acyrthosiphon pisum*, *Megoura viciae*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani*. D'après WEIGAND et BISHARA (1991), dans les pays méditerranéens la fève est attaquée principalement par *Aphis fabae* et *Aphis craccivora* et occasionnellement par *Acyrthosiphon pisum* et par *Myzus persicae*. *Aphis gossypii* est observée sur *Rumex abyssinicus, Euphorbia hirta, Solanum nigrum, Cajanus cajan, Tropaeolum* sp., *Callistephus* sp. (VAYSSIERE *et al*., 2001), *Calendula* sp. et *Capsicum annuum* L. (LAAMARI *et al.*, 2010). *Aphis 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 SANSTDRÖM (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.

4.1.2.4.2. - Evolution de la population globale des pucerons aptères installés sur le feuillage de la fève

Les premiers foyers d'infestation par des aptères sur *Vicia faba* sont apparus en février avec un décalage de 10 jours entre les deux années (Fig. 74, 75). 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 (MARC, 2004). Les effectifs évoluent progressivement pour atteindre un premier pic le 5 mars 2008 avec 445 individus (Fig. 74), soit 5,6 % du peuplement global et 485 individus (Fig. 75), soit 8 % de l'ensemble des populations, le 23 mars 2013. Cela pourrait être dû à l'élévation des températures favorables enregistrées durant le mois de mars (12,9 °C en 2008 et 14,3 °C en 2013), qui ont permis la prolifération des aptères. Le second pic intervient après l'augmentation des populations de pucerons au-delà du 25 mars 2008 et du 6 avril 2013. Il se traduit par des colonies denses le 16 avril 2008 et le 13 avril 2013. Ce fait peut s'expliquer d'une part, par la présence de feuilles tendres et d'autre part, par l'amélioration des conditions climatiques, avec des températures moyennes comprises entre 15,8 °C et 16,3 °C. Selon ROBERT (1980), la température a une grande influence sur les pucerons car elle agit sur la vitesse de leur croissance, sur la durée de leur vie et sur leur fertilité. Les pucerons aptères se reproduisent rapidement dans les foyers, 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).

4.1.3. - Bioécologie des ennemis naturels des aphides dans les parcelles de la pomme de terre et de la fève

Dans cette partie l'inventaire global des prédateurs, l'analyse de leurs fluctuations et l'inventaire des parasitoïdes recensés sont discutés.

4.1.3.1. - Inventaire global des ennemis naturels recensés dans les parcelles de la pomme de terre et de la fève

L'intérêt de cette étude, s'est porté sur les ennemis naturels des pucerons sur deux cultures maraichères. 7 prédateurs aphidiphages sont identifiés dans la culture de la pomme de terre au cours des 2 années agricoles (2008 et 2013), représentant 5 familles, celles des Coccinellidae, des Syrphidae, des Anthocoridae, des Miridae et des Chrysopidae (Tab. 7).

Sur la culture de la fève, 5 espèces prédatrices, réparties entre 3 familles, sont recensées en 2008 (Tab. 18). Il s'agit des Coccinellidae, des Syphidae et des Chrysopidae. En 2013 par contre, 3 espèces seulement sont recensées, appartenant à 2 familles, celles de Coccinellidae et des Syrphidae. 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. Les présents résultats concordent avec ceux de BELHADI *et al.* (2011) qui en travaillant sur les ennemis des aphides ont recensé des Coccinellidae, des Syrphidae et des Chrysopidae. 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. Les présents résultats vont également dans le sens que ceux d'ARNAULT *et al.* (2005) qui ont mis en évidence l'existence de 6 familles d'ennemis naturels de pucerons. Ces espèces appartiennent aux 4 ordres dont les Coleoptera, les Diptera, les Hemiptera et les Neuroptera. De même BREWER et ELLIOTT (2004) affirment que les Coleoptera (Coccinellidae), les Neuroptera (Chrysopidae), les Diptera (Syrphidae) et dans une moindre mesure les Hemiptera (Nabidae et Anthocoridae) composent la faune d'ennemis naturels spécialisés utilisant les pucerons des céréales comme nourriture principale 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. En effet, au cours de cette expérimentation, la présence des araignées est notée sans les avoir déterminés.

Dans la présente étude, l'ordre des Coleoptera est formé d'une seule famille, soit les Coccinellidae. Cette dernière est formée de deux sous-familles celles des Coccinellinae et des Scymninae. La première sous-famille est constituée de deux tribus, celles des Coccinellini et des Hippodamini. Chacune d'elles est composée d'une seule espèce, il s'agit de *Coccinella algerica* pour la première tribu et d' *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* pour la seconde au niveau des 2 cultures et au cours des 2 années d'étude. La sous-famille des Scymninae est formée par une seule tribu, celle des Scymnini qui est elle-même représentée par une seule espèce, *Scymnus pallipediformis* au niveau des 2 années sur la culture de la pomme de terre (Tab. 7) et seulement en 2008 sur la culture de la fève (Tab. 18). *Coccinella algerica* est considérée parmi les aphidiphages les plus répandus (SAHARAOUI *et al.,* 2001). 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, *Coccinella septempunctata* et *Coleomegilla maculata* De Geer, 1775. Dans l'ordre des Diptera, une seule espèce est recensée, il s'agit d'*Episyrphus balteatus* appartenant à la famille des Syrphidae. ALHEMDI *et al*. (2006) dans leur étude sur la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs, ont recensé 4 espèces de syrphes, ce sont *Parasyrphus macularis*, *Episyrphus balteatus*, *Syrphus vitripennis* et *Sphaerophoria scripta.* ALHEMDI *et al.* (2007), travaillant sur les pucerons et leurs ennemis naturels, mentionnent l'existence d'*Episyrphus balteatus* comme prédateur parmi la guilde des ennemis des pucerons. CONSEIL (2009) signale que parmi les 19 espèces de syrphes identifiées à Suscinio (France), *Episyrphus balteatus* est parmi les plus abondantes. De même VERHEGGEN *et al*. (2009) notent la présence d'*Episyrphus balteatus* parmi les espèces de prédateurs aphidiphages recensées sur une population d'*Aphis fabae*. D'après FRANCIS *et al.* (2003) parmi les populations d'auxiliaires comme les prédateurs entomophages, de nombreuses espèces de Syrphidae participent activement au contrôle des pucerons dans les cultures. VANDEREYCKEN *et al*. (2011) remarquent la présence d'*Episyrphus balteatus* parmi la guilde aphidiphage.

Dans l'ordre des Heteroptera, 2 espèces sont trouvées sur la culture de la pomme de terre, il s'agit d'*Anthocoris nemoralis* qui appartient à la famille des Anthocoridae et *Malacocoris chlorizans* qui appartient aux Miridae. Les présents résultats concordent avec ceux d'ARNAULT *et al.* (2005) qui signalent la présence des Anthocoridae et des Miridae dans leur inventaire des espèces prédatrices d'aphides. Les Anthocoridae sont signalés par BREWER et ELLIOTT (2004) comme étant des prédateurs efficaces contre les pucerons dans les cultures de céréales. Ces prédateurs sont reconnus pour leur spécificité alimentaire vis-à-vis des pucerons, cependant ils peuvent rechercher une nourriture de remplacement en cas de déficit alimentaire (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000). La deuxième espèce, *Malacocoris chlorizans* est inventoriée sur des agrumes par KITOUS et LADDAOUI (1999).

Le dernier ordre qui est celui des Neuroptera, 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) qui ont identifié sur la pomme de terre *Chrysoperla carnea*. Par ailleurs, en Belgique ALHMEDI *et al*. (2006 ; 2007) mentionnent l'existence de 2 espèces

de Chrysopidae, d'une part *Chrysotropia ciliata* et d'autre part *Chrysoperla carnea*. La dernière espèce citée est la plus abondante dans les champs de pois et de blé par rapport à la première. *Chrysoperla 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 (*Chrysoperla carnea*) comme étant l'espèce la plus répandue parmi les quelques espèces de chrysopes (Chrysopidae) qui fréquentent les champs de céréales aux États-Unis.

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. Les insectes auxiliaires se nourrissent directement de miellat, mais l'associent également à la présence potentielle de proies. Le miellat peut jouer un rôle kairomonal à la fois pour les larves et pour les adultes de divers auxiliaires. Ces auteurs précisent que les composés volatils émanant du miellat stimulent les adultes de *Chrysoperla carnea* à voler vers une source de nourriture. Le tryptophane serait la source présumée de cette kairomone volatile, mais le rôle attractif serait dû à un produit de décomposition de cet acide aminé: l'indole acétaldéhyde. 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.

4.1.3.2. - Analyse des résultats

Les résultats obtenus après le calcul de la qualité d'échantillonnage, des indices écologiques de composition et des indices écologiques de structure sont confrontés à ceux d'autres auteurs.

4.1.3.2.1. - Qualité d'échantillonnage des prédateurs capturés

La valeur de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces prédatrices recensées durant les deux campagnes agricoles est de 0,07 en 2008 et de 0,08 en 2013 dans les parcelles de pomme de terre et de 0 dans les parcelles de fève (Tab. 8, 19). Ces valeurs sont proches de zéro. 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 fèverole de a/N = 0,07. Dans la présente étude, *Malacocoris chlorizans* est l'espèce qui est recensée une seule fois durant toute la période d'échantillonnage. Cela pourrait être dû au fait que cette espèce est polyphage et que sa survie ne dépend pas exclusivement des pucerons, mais qu'elle peut vivre, se reproduire et avoir une descendance viable en se nourrissant d'autres types de proies. En effet, selon CONSEIL (2009) les punaises telle que *Malacocoris chlorizans* sont des prédateurs polyphages qui peuvent s'alimenter de pucerons ou d'autres insectes ravageurs, aleurodes et cochenilles. Elles ont de ce fait une activité prédatrice difficile à quantifier. Néanmoins, leur régime alimentaire diversifié fait qu'elles peuvent jouer un rôle d'auxiliaire important.

4.1.3.2.2. - Exploitation des espèces prédatrices par les indices écologiques de composition

Les résultats obtenus sur les espèces de prédatrices, une fois traités par la richesse totale, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont discutés.

4.1.3.2.2.1. - Richesse totale des espèces prédatrices

La richesse totale est de 7 espèces prédatrices en 2008 et en 2013 sur la culture de la pomme de terre. Elle est de 5 espèces prédatrices en 2008 et de 3 espèces en 2013 sur la culture de la fève. Nos résultats se rapprochent de ceux de KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014b) qui signalent la présence de 3 espèces aphidiphages dans une culture de fève dans la région de Tizi-Ouzou. La faible diversité d'espèces retrouvée dans la communauté des aphidiphages montre que la quantité de pucerons n'est pas le seul facteur permettant d'expliquer la présence de la guilde aphidiphage dans une culture donnée

car, dans la présente étude, les deux cultures contiennent un grand nombre de pucerons mais très peu d'ennemis naturels. Cela peut être expliqué par le rôle joué par d'autres facteurs tels que les caractéristiques abiotiques liées à la culture : densité de semis, taux de couverture, hauteur de culture et cultures adjacentes (IPERTI, 1965). Ces caractéristiques influencent à leur tour la température et l'humidité pouvant influer sur les déplacements des aphidiphages. En effet, HONEK (1983 cité par VANDEREYCKEN *et al*., 2011) a démontré que les larves d'*Episyrphus balteatus* préfèrent des conditions d'humidité élevée et donc des densités de semis plus denses, contrairement aux larves de *Coccinella septempuctata*. Par ailleurs, ARNAULT *et al*. (2005) notent que l'environnement joue un rôle important dans la diversité des aphidiphages et que le manque de plantes relais pour les insectes auxiliaires et donc de corridors écologiques végétaux peut être une des raisons de la pauvreté de cette diversité. La faible diversité peut être également expliquée par des interactions interspécifiques telles que des comportements de prédation entre espèces partageant les mêmes proies. Les quantités de pucerons pouvant parfois être faibles en fonction de la période de l'année, les individus aphidiphages doivent rechercher d'autres proies. Les présents résultats ne corroborent pas ceux de SAHARAOUI (2008) qui signale que la richesse en espèces aphidiphages représentées par les Coccinellidae est beaucoup plus importante dans les régions du Nord d'Algérie, en raison des conditions climatiques favorables et de la grande diversité végétale qui abrite une importante biomasse de nourriture des coccinelles. Les secteurs algérois et oranais sont les plus peuplés en coccinelles avec 41 espèces dans le premier secteur et 36 espèces dans le secteur oranais. Viennent ensuite les secteurs des Hauts plateaux et le Numidien, avec 30 et 28 espèces. Le Sud algérien est le moins peuplé et compte seulement 19 espèces.

4.1.3.2.2.2 - Fréquence centésimale ou abondance relative (A.R. %) des espèces prédatrices

Pendant les deux campagnes de piégeage, 315 individus de prédateurs sont collectés en 2008 et 305 individus sont capturés en 2013 dans la culture de pomme de terre. Dans la culture de la fève, 105 individus de prédateurs sont collectés en 2008 et 46 espèces en 2013. Les coccinelles sont les prédateurs les plus observés dans les deux cultures, avec 192 individus soit une fréquence de 61% de la population globale des prédateurs recensés en 2008 et 181 individus soit une fréquence de 59 % de la population

globale des prédateurs recensés durant l'année 2013 sur la pomme de terre (Tab. 9). Elles sont observées avec 57 individus soit une fréquence de 54% de la population globale des prédateurs recensés durant l'année 2008 et avec 81 individus soit une fréquence de 96,5 % de la population globale des prédateurs recensés en 2013 sur la fève (Tab. 20). Ces résultats sont en accord avec une étude menée en Belgique par FRANCIS *et al.*, en 2001 dans des cultures de fève, qui a mis en évidence le caractère dominant des Coccinellidae. De même, KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a, 2014b) signalent la prédominance des Coccinellidae avec des fréquences de 76 % sur la féverole et de 65,2 % pour la fève variété *séville*. Dans la présente étude, la coccinelle à sept points (*Coccinella algerica*) est l'espèce la plus fréquemment observée comptabilisant 32 % des effectifs capturés en 2008 et 31,5 % en 2013 sur la pomme de terre et 34 % des effectifs piégés en 2008 et 50% en 2013 sur la fève. Son abondance dans ces cultures semble être dictée par la quantité de proies. Cette prédominance pourrait également s'expliquer par la présence des plantes hôtes servant d'habitat pour *Coccinella algerica,* ceci est affirmé par BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (2011), dans une étude de l'habitat et proies de *Coccinella algerica* dans différentes régions côtières de Tunisie. Ces auteurs notent que cette coccinelle peut s'abriter sur 72 espèces végétales dont 9 espèces sont présentes dans la présente parcelle, ce sont *Solanum tuberosum* où cette coccinelle est observée à tous les stades biologiques (œufs, larves, prénymphe, nymphe et adulte) et l'espèce *Urtica urens*, chez qui les stades biologiques observés sont la larve et l'adulte. Sur les 7 espèces *Sonchus oleraceus, Amaranthus lividus, Amaranthus rotroflexus, Stellaria media, Cyperus rotundus* et *Fumarias* sp., seule la présence de l'adulte est notée. Sur *Solanum nigrum,* ces auteurs signalent la présence de la nymphe et de l'adulte. *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* intervient ensuite avec 25 % en 2008 et 26,2 % en 2013 sur la culture de la pomme de terre et 46,5 % sur la fève en 2013, alors qu'elle occupe la troisième position sur cette même culture en 2008 où elle est présente avec une fréquence de 20 %. SAHARAOUI *et al.* (2001) rapportent que dans la région d'Ouargla, les coccinelles constituent le groupe entomophage le plus important dans la régulation des populations des pucerons en signalant les mêmes espèces. FERRON (1999), montre que les coccinelles sont reconnues comme d'excellents prédateurs de pucerons durant tous les stades de leur vie.

Les proportions des autres aphidiphages différent entre 2008 et 2013. En 2008, la chrysope verte *Chrysoperla carnea* suit avec 19,5 %, alors qu'en 2013 c'est le syrphe ceinturé *Episyrphus balteatus* qui se trouve au troisième rang avec une fréquence de 24 %, suivie par *Chrysoperla carnea* avec 16 % sur la culture de la pomme de terre (Tab. 9). Sur féverole,

KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a) recensent les Syrphidae avec une fréquence de 24 %. Ces mêmes auteurs (2014b) notent la présence des Syrphidae avec 21,7 % dans une parcelle de fève. Les valeurs obtenues dans la présente étude vont dans le même sens que ceux de LOPES *et al*. (2012) qui en travaillant sur les pucerons de la pomme de terre, signalent la prédominance des coccinelles avec 23,5 % de la population de la guilde des aphidiphages devant les syrphes avec une fréquence de 19,8 %, et les chrysopes. Les présents résultats sont par contre en désaccord avec ceux obtenus par VANDEREYCKEN *et al*. (2011) qui signalent que parmi les cinq aphidiphages dominant l'ensemble de la guilde, *Episyrphus balteatus* représente 52,3 %. Dans la présente étude, dans les parcelles de fève *Chrysoperla carnea* intervient avec une fréquence de 44 %, alors qu'elle est absente en 2013 et le syrphe *Episyrphus balteatus* se retrouve en dernière position avec une fréquence de 2% en 2008 et 3,5% en 2013 (Tab. 20). Une étude menée en Belgique par MIGNON *et al*. en 2003 dans des champs de carottes (*Daucus carota*) et de fèves (*Vicia faba*) démontrent que *Chrysoperla carnea* est l'espèce la plus abondante dans ces cultures maraîchères. Ces mêmes auteurs notent que la présence et la persistance des chrysopes dans les écosystèmes agricoles, dépendent de la disponibilité des proies mais également de la composition végétale des habitats adjacents des cultures. Quant aux syrphes, une autre étude menée en Belgique par FRANCIS *et al*. en 2003 sur ces mêmes cultures souligne que l'espèce *Episyrphus balteatus* est la plus abondante. Les punaises quant à elles, sont recensées avec une très faible fréquence représentant 1,5 % des auxiliaires recensés en 2008 et 1 % de ces espèces en 2013. Nos résultats corroborent ceux d'ALHEMDI *et al*. (2007) qui notent dans leur étude de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité des parcelles d'orties, la prédominance des coccinelles avec une fréquence de 57,3 % et des syrphes avec 26,8 % en présence d'un faible effectif de chrysopes (7,3 %). En dernier lieu, les punaises interviennent avec 6,1 %. Selon FRANCIS *et al.* (2001), la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de culture.

4.1.3.2.2.3. - Fréquence d'occurrence et constance (%)

Les résultats de la fréquence d'occurrence des espèces prédatrices étudiées au niveau des deux parcelles d'étude, montrent que ces espèces ont des valeurs de la constance très variables d'une culture à une autre et d'une année à une autre. Ces espèces sont omniprésentes, constantes, accessoires ou accidentelles. Ainsi, *Coccinella*

algerica et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* sont des espèces omniprésentes avec un taux de 91,7 % pour la première espèce et de 83,3 % pour la deuxième en 2008 et de 83,3 % pour *Coccinella algerica* et 75 % pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* en 2013 dans la parcelle de la pomme de terre (Tab. 10). Dans la parcelle de la fève, *Coccinella algerica* est constante avec un taux de 63,2 % au cours des deux années d'étude. *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* par contre est accessoire en 2008 et elle est constante en 2013. Ces constances élevées pourraient s'expliquer par le fait que ces espèces ont trouvé dans ce milieu les conditions comme une nourriture suffisante et des conditions abiotiques optimales, favorables au développement de leurs populations et qui permettent l'accomplissement de leur cycle de développement. Selon DURIEUX *et al*. (2010), les plantes soumises à un stress, comme l'attaque par un phytophage, peuvent modifier le profil des substances volatiles qu'elles émettent et de faire fuir ce ravageur et/ou de devenir plus attractives envers les ennemis naturels, prédateurs ou parasitoïdes du phytophage en question. Selon ces mêmes auteurs, plusieurs études ont démontré que diverses espèces de coccinelles sont capables d'utiliser ces sémiochimiques pour localiser l'hôte de leurs proies dans un environnement pourtant riche en signaux olfactifs. Ainsi les adultes de la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* détectent les composés chimiques émis par certaines espèces végétales de la famille des Brassicaceae telles *Brassica rapa* L., *Brassica juncea* L., *Brassica napus* L. et *Arabidopsis thaliana* L. infestées ou blessées par le puceron vert du pêcher *Myzus persicae*. Les coccinelles peuvent interagir donc avec les caractéristiques botaniques de leur environnement en répondant aux odeurs provenant de l'habitat du ravageur pour localiser leurs proies. Dans le cas de *Scymnus pallipediformis*, cette espèce change de catégorie. Sur pomme de terre, elle est qualifiée de constante en 2008 avec une valeur de 58,33% et d'accessoire en 2013 avec une constance de 33,33%. Sur la fève, elle est accidentelle avec un taux de 5,26 % en 2008 (Tab. 21). *Episyrphus balteatus* est constante avec une fréquence d'occurrence de 66,7 % dans la parcelle de la pomme de terre et accidentelle avec une constance de 10,5 % dans la parcelle de la fève et ce durant les deux années d'étude. *Episyrphus balteatus* est l'un des syrphes les plus communs et les plus ubiquistes qui soit. C'est une espèce très étudiée pour la lutte biologique dans les cultures, ses larves étant aphidiphages (LAIR et ELDER, 2009). Son abondante présence dans les cultures serait justifiée par les conditions adéquates à son développement (plantes, proies, température, et humidité). *Chtysoperla carnea* est représentée par une constance de 66,7 % durant les deux années d'étude sur la parcelle de la pomme de terre. Elle est classée de ce fait dans la catégorie des espèces constantes. Par contre dans la

parcelle de la fève, cette espèce est accessoire en 2013 avec une constance de 47,4 %. La fréquence de cette espèce dans les cultures peut être justifiée par son comportement généraliste puisqu'elle peut s'alimenter de plusieurs types de proies très différentes. En effet, d'après PAULIAN (1999), de nombreuses espèces de Chrysopidae, telle que *Chrysoperla carnea* présentent des régimes alimentaires variés à base d'Homoptères (Psyllidae, Aleyrodidae, Coccidae); des œufs et des jeunes larves de Lépidoptères (Noctuidae, Tortricidae), d'Hyménoptères (Tenthredinidae), de Coléoptères (Chrysomelidae), de Diptères, de Thysanoptères et d'acariens. MIGNON *et al*. en 2003 affirment que les chrysopes appartiennent à la guilde des insectes aphidiphages et jouent un rôle non négligeable dans la régulation des populations aphidiennes. Elles présentent de ce fait un intérêt certain pour les agriculteurs et les arboriculteurs (PAULIAN, 1999). Enfin, les deux espèces de punaises soit *Anthocoris nemoralis* et *Malacocoris chlorizans* sont des espèces accidentelles avec des constances faibles de l'ordre de 8,3 %.

3.1.3.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les résultats du calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et de l'indice d'équirépartition (E) sont discutés.

3.1.3.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé au niveau de la parcelle de pomme de terre est de 2,22 bits en 2008 et de 2,12 bits en 2013 (Tab. 11). Au niveau de la parcelle de la fève, cet indice est de 1,73 bits en 2008 et de 1,18 bits en 2013 (Tab. 22). Ces valeurs restent faibles. Selon FRANCIS *et al.* (2001) la densité et la diversité des insectes sont fortement influencées par l'environnement proche du champ de culture. GARCIN et VANDROT (2003) signalent que la mise en place d'éléments naturels comme des haies, des plans d'eau ou des bandes florales, à proximité des parcelles se révèle être une manière de favoriser l'installation d'un maximum d'auxiliaires dans l'écosystème cultivé concerné. Généralement, plus la diversité des espèces végétales augmente, plus la chance d'avoir une faune auxiliaire diversifiée est grande. De même, selon DURIEUX *et al*. (2010), les femelles de certaines espèces de coccinelles évitent de pondre aux endroits où des larves conspécifiques sont présentes et réduisent de ce fait les risques de cannibalisme et de

compétition pour la nourriture. Ce phénomène s'explique par la présence, dans les traces larvaires des coccinelles, d'une phéromone d'anti-oviposition spécifique à l'espèce. Nos résultats ne concordent pas avec ceux de SAHARAOUI (2008) qui a calculé des indices de diversité de Shannon-Weaver sur des populations de coccinelles très élevés et variant de 4,04 bits à 4,35 bits au Nord. Ils sont par contre assez faibles au Sud et varient de 2,11 bits à 3,18 bits. L'étude réalisée par cet auteur sur les coccinelles d'Algérie durant quatre années consécutives (2002 – 2006) a permis de caractériser les peuplements de ces coléoptères en milieux naturels et anthropiques dans leurs biotopes. Au total, 48 espèces ont été identifiées dont 45 sont susceptibles de jouer un rôle dans la protection des cultures contre certains ravageurs comme les homoptères et les acariens. Selon BRODEUR *et al*. (2013), le succès d'un agent de lutte biologique repose en grande partie sur ses qualités intrinsèques, c'est-à-dire sa capacité à détecter et à exploiter un ravageur, des phénomènes écologiques de densité-dépendance, dont les réponses fonctionnelles et numériques d'un prédateur face à l'abondance de sa proie, et le synchronisme des activités entre les ravageurs et leurs ennemis naturels.

3.1.3.2.3.1. - Indice d'équirépartition des espèces

Pour l'équitabilité, elle tend vers 1 durant les deux années d'étude et sur les deux cultures, elle traduit donc une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces.

4.1.3.3. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des bio-agresseurs. Les auxiliaires sont capables d'ajuster l'intensité de leurs actions prédatrices ou parasitaires, après un certain temps de latence nécessaire à leur multiplication. Cette relation de densité dépendance aboutit à des fluctuations alternées des populations des deux antagonistes autour d'un état d'équilibre (JOURDHEUIL, 1983). L'auxiliaire, vivant aux dépens de sa proie, se développera donc toujours avec ce temps de latence. En effet, nous remarquons que le développement des aphidiphages suit celui des populations de pucerons avec un certain temps qui est de 7 jours en 2008 et de 15 jours en 2013 sur la pomme de terre et de 7 jours pour les deux années 2008 et 2013 sur la fève (Fig. 62, 63). Les coccinelles représentées par *Coccinella algerica* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* sont les premiers

auxiliaires qui arrivent dans les deux cultures (la pomme de terre et la fève) et durant les deux années d'étude (2008, 2013). Elles exploitent les premières pullulations de pucerons. SAHARAOUI et GOURREAU (1998) affirment qu'au printemps ces deux coccinelles cohabitent ensemble sur des plantes herbacées plus particulièrement sur *Solanum tuberosum*. L'effectif des coccinelles augmente progressivement pour atteindre un premier pic pour ces deux cultures, le pic des populations de ces auxiliaires est apparu durant la première quinzaine du moi de mars pour la culture de la fève (11 III 2008 et 16 III 2013) (Fig. 76, 77). Ce pic est apparu, par contre, à la deuxième quinzaine du mois d'avril pour la culture de la pomme de terre (15 IV 2008 et 23 IV 2013). Leur présence décroît rapidement par la suite, probablement à cause des chutes de pluie enregistrées au cours de ces périodes. Elle pourrait également être due au traitement chimique effectué en mai contre le mildiou de la pomme de terre. En effet, nous avons remarqué des larves de coccinelles mortes sur les feuilles de pomme de pomme et les nymphes récoltées à cette période n'ont pas pu émerger. Un deuxième pic est atteint au mois de mai pour les deux années d'études avec 41 individus en 2008 et 36 individus en 2013 dans la parcelle de pomme de terre. Ce pic est atteint la dernière décade du mois de mai avec 13 individus en 2008 et 14 individus en 2013 dans la parcelle de la fève. Cette augmentation peut s'expliquer par l'abondance de leurs proies, en effet, elle coïncide avec l'explosion démographique des populations aptères. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de FRANCIS *et al*. en 2001 qui ont aussi démontré que le pic des populations aphidiennes sur pomme de terre, se donne vers la première moitié du mois de mai et c'est donc à cette période que ces ravageurs sont le plus nuisibles aux cultures. Sur fève, KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014b) notent que l'activité maximale des coccinelles est enregistrée au mois d'avril et qu'elle coïncide avec les fortes pullulations de pucerons. SAHARAOUI et GOURREAU (1998) signalent que *Coccinella algerica* développe des descendances viables lorsqu'elle se nourrit spécialement de *Macrosiphum euphorbiae* et plus particulièrement sur pomme de terre. Par ailleurs, d'après SAHARAOUI et GOURREAU (2000) *Aphis gossypii, Aphis fabae* et *Myzus persicae* sont des proies très recherchées par *Coccinella algerica* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata.* Ces mêmes auteurs affirment que *Coccinella algerica* a une activité intense durant les mois d'avril et de mai. En effet, l'action de ces auxiliaires apparait dans la courbe par la diminution des effectifs des populations aphidiennes. Durant le mois de mai, les espèces *Coccinella algerica* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* ont un impact de prédation élevé grâce à la présence d'une importante biomasse de nourriture constituée essentiellement du puceron *Macrosiphum euphorbiae* sur la pomme de terre et d'*Aphis fabae*

sur la fève. BEN HALIMA-KAMEL (2010) indique que les coccinelles ont un rôle régulateur sur les ravageurs aussi important que celui des syrphes et des chrysopes. COUTIN (2007) rapporte que les coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de pucerons. Selon OBRYCKI *et al*. (2009), les coccinelles représentent de grands prédateurs de pucerons et font partie intégrante de la communauté de prédateurs qui régulent la dynamique de la population d'herbivore au début de la saison. Selon les mêmes auteurs, l'action des coccinelles aphidiphages sur la dynamique des populations de pucerons peut être considérée comme limitée sur le long terme. Cependant, ces prédateurs peuvent réduire la densité des populations de pucerons ou ralentir leur croissance durant une partie de la saison culturale et contribuer ainsi au contrôle de ces ravageurs. OBRYCKI *et al*. (1998) cités par OBRYCKI *et al*. (2009) notent que dans une étude de laboratoire, les larves de *Coleomegilla maculata* De Geer, 1775 et *Coccinella septempunctata* (Coleoptera : Coccinellidae) ont réduit les populations de *Myzus persicae* sur pomme de terre de 85 % par rapport aux populations témoins, n'ayant pas étaient mises en contact avec les larves de coccinelle. Le syrphe *Episyrphus balteatus* et la chrysope *Chrysoperla carnea* arrivent en deuxième position, avec un décalage de 21 jours sur la pomme de terre pour les deux années culturales et de 15 jours en 2008 sur la fève, alors qu'en 2013, ce décalage est de 7 semaines pour *Episyrphus balteatus* qui n'a pas pu se maintenir sur la culture de la fève où nous n'avons recensé que 3 individus durant toute la période d'échantillonnage. Le décalage dans l'apparition de la première espèce est probablement lié aux conditions climatiques telles que la température et l'humidité de l'air. LEGEMBLE (2008) montre que la présence d'*Episyrphus balteatus* est favorisée par les hautes températures associées à un degré hygrométrique élevé assurant un développement et une éclosion rapide des œufs, ainsi que par la disponibilité de la nourriture. KITOUS et LADDAOUI (1999) signalent que l'apparition des syrphes sur agrumes est observée avec 4 semaines de retard par rapport aux autres espèces auxiliaires. Dans la présente étude, le pic de cette espèce est enregistré le 6 mai en 2008, le 14 mai en 2013 sur la culture de la pomme de terre, alors qu'il intervient au mois de mars dans la culture de la fève (11 et 25 mars 2008). Ce pic coïncide avec la forte pullulation des pucerons ainsi que l'augmentation des températures et de l'humidité. Effectivement, le mois de mai était le mois le plus humide où nous avons enregistré un taux d'humidité de 78 % pour les deux années d'étude, par rapport au mois d'avril et juin 2008 et 2013. La courbe montre par la suite une diminution des effectifs de ce

prédateur, au moment où les proies ont diminué, sans oublier la diminution de l'humidité passant de 78 % à 65 % pour le mois de juin.

L'activité des chrysopes est faible comparée à celles des coccinelles et des syrphes. Elle atteint un pic le 20 mai en 2008 avec 15 individus capturés et le 14 mai 2013 avec 11 individus recensés, cette abondance est liée à la disponibilité des proies. D'après MIGNON *et al*. (2003), dans les agrosystèmes, la présence et la persistance des chrysopes dépendent de la disponibilité des proies et également de la composition végétale des habitats adjacentes des cultures. Selon CONSEIL (2009), les syrphes sont des Diptères jouant un rôle majeur d'auxiliaire des cultures. Leur régime alimentaire (larve aphidiphage très vorace, et adulte pollinisateur) en fait des alliés intéressants pour les agriculteurs dans les domaines de la lutte biologique et de la pollinisation. Toujours selon le même auteur, les chrysopes présentent l'avantage d'être de bons pollinisateurs au stade adulte (ils se nourrissent de nectar et de pollen) et de bons régulateurs des populations de pucerons au stade larvaire.

Quant à l'activité des punaises, elle est très faible. Les Heteroptera sont représentés par un très faible effectif et interviennent tardivement à la fin du mois de mai aussi bien en 2008 qu'en 2013 dans la parcelle de la pomme de terre, tandis qu'ils sont complètement absents au niveau de la parcelle de la fève.

Malgré la présence d'un cortège d'espèces, à la biologie et au régime alimentaire varié, qui permettent la mise en place d'équilibres et une régulation des populations de pucerons en dessous des seuils de nuisibilité de ces ravageurs pour les cultures, les populations de pucerons restent très importantes. Cela est peut être attribué au fait que ces auxiliaires sont représentés par de faibles effectifs. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de LOPES *et al*. (2012) qui notent que les insectes auxiliaires représentent une faible partie des insectes collectés, pas plus de 2 %. De même, KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a) notent que la présence des ennemis naturels est négligeable devant les effectifs élevés de pucerons. Selon SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) la régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages. De même BREWER et ELLIOTT (2004), signalent que les prédateurs généralistes peuvent supprimer ou contribuer à arrêter les infestations de pucerons s'ils sont présents en densité suffisamment élevée au début de l'infestation. Selon BELIARD *et al*. (2002) la lutte contre les pucerons à l'aide d'auxiliaires montre une très grande efficacité, cependant quelques difficultés sont parfois rencontrées lors

de lâchers d'auxiliaires en tout début de printemps, lors de températures encore faibles, peu propices au développement des auxiliaires.

4.1.3.4. - Inventaire global des parasitoïdes recensés

L'inventaire des parasitoïdes effectué dans la parcelle de la pomme de terre montre l'existence de 3 espèces appartenant toutes à la famille des Braconidae et à la sous-famille des Aphidiinae. Ce sont *Aphidius ervi, Diaretilla rapae* et *Praon volucre* (Tab. 12). L'inventaire des parasitoïdes réalisé par KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a, 2014b) révéle l'existence d'une seule espèce de parasite appartenant à l'ordre des Hymenoptera, à la famille des Braconidae et à la sous-famille des Aphidiinae. Il s'agit de *Lysiphlebus ambiguus* Haliday. 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. Nos résultats concordent avec ceux de BREWER et ELLIOTT (2004) qui notent que les Braconidae composent la faune d'ennemis naturels spécialisés des pucerons des céréales en Amérique du Nord. Ces mêmes espèces ont été recensées dans l'Est algérien par LAAMARI *et al*. (2011). LAAMARI *et al.* (2010) signalent la présence de 3 espèces parasitoïdes dont *Praon volucre* sur piment et poivron sous serre dans la région d'Ain Benoui près de Biskra. BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (1993), en Tunisie, étudiant les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels, notent la présence de ces 3 espèces. En Chine, sur la pomme de terre et la courgette, LOPES *et al*. (2012) soulignent la présence de *Diaretilla rapae* sur ces deux cultures. ALHEMDI *et al*. (2006), en Belgique sur ortie, notent le parasitisme de 4 espèces d'Hyménoptères parasitoïdes dont *Praon volucre*. Toujours, en Belgique, ALHEMDI *et al*. (2007) ont inventorié sur le blé et l'ortie deux espèces de parasitoïdes, soit *Aphidius smithi* et *Aphidius ervi.* Selon HARMEL *et al*. (2008), les substances volatiles interviennent en tant que des défenses indirectes pour la plante en attirant des insectes parasitoïdes de pucerons, tel que *Aphidius ervi.* Selon les résultats obtenus, il apparait que *Praon volucre et Diaretilla rapae* parasitent *Myzus persicae*, par contre *Aphidius ervi* infeste *Macrosiphum euphorbiae.* LAAMARI *et al*. (2011), lors de leur étude sur les interactions tritrophiques plantes-pucerons-hyménoptères parasitoides observées en milieu naturels et cultivés dans l'Est algérien, affirment qu'*Aphidius ervi* parasite 13 espèces de pucerons dont *Macrosiphum euphorbiae* et que *Diaretilla rapae* parasite *Myzus persicae.* En Tunisie, BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (1993)

soulignent qu'*Aphidius ervi* parasite *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae* et que *Praon volucre* parasite uniquement cette dernière espèce. BELIARD *et al*. (2002) rapportent que la lutte contre *Macrosiphum euphorbiae*, est menée à l'aide de l'hyménoptère parasitoïde *Aphidius ervi*, qui possède une bonne capacité de prospection. D'après LE GUIGO (2010), *Diaretilla rapae* est capable de parasiter plus de 60 espèces de pucerons dans le monde. Cependant, elle est plus couramment associées aux pucerons des Brassicaceae telles que *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* ou encore *Lipaphis erysimi* (BLANDE, 2004 cité par LE GUIGO, 2010). Le taux de parasitisme calculé dans la région de Draâ Ben Khedda sur la culture de la pomme de terre est de 3% en 2008 et de 2 % en 2013 (Fig. 68, 69). Ces résultats corroborent ceux de KHELOUL et MEDJDOUB-BENSAAD (2014a, 2014b) qui ont trouvé un taux de parasitisme de 1,6 % dans une parcelle de fève et de 4,2 % dans une parcelle de féverole. Ce faible taux démontre que l'activité des parasites est très négligeable par rapport aux fortes infestations de pucerons. Cet état pourrait être dû à l'absence des prairies ainsi que d'habitats boisés. En effet, selon AL HASSAN (2012) la présence de prairies, haies et bois favorisent l'abondance des parasitoïdes. De plus, LANDIS *et al*. (2000) cité par AL HASSAN (2012), affirment que la présence d'habitas boisés est aussi important, pour maintenir une diversité de parasitoïdes et un taux de parasitisme efficace. Les présents résultats ne concordent pas avec ceux d'ALHEMDI *et al*. (2006 ; 2007) qui signalent l'importance des mauvaises herbes comme réservoirs de parasitoïdes des pucerons, car cette faune auxiliaire se renouvelle de ces réservoirs et qui montrent l'importance de l'ortie comme étant une espèce végétale intéressante, qui permet le maintien des parasitoïdes, alors que cette espèce est présente en abondance dans la parcelle d'étude à Draâ Ben Khedda. De même, LEROY *et al*. (2009) affirment qu'en présence de miellat, les parasitoïdes recherchent, localisent et attaquent plus fréquemment leurs hôtes, ce qui ne va pas dans le même sens que les résultats de la présente étude qui montrent l'existence d'un nombre élevé de pucerons aptères, de ce fait, la présence de miellat est importante. Malgré cela, le taux de parasitisme reste très faible. Ce qui pourrait peut être s'expliquer par les conditions du milieu où les températures moyennes les plus basses sont de l'ordre de 6,5 °C en 2008 et de 5,4 °C enregistrées en 2013 et où l'humidité moyenne minimale est de 68 % en 2008 et de 65 % en 2013 durant la période d'étude. LAAMARI *et al.* (2010) affirment que le taux de parasitisme dépend du végétal, de l'hôte et des conditions abiotiques. D'après LOPES *et al*. (2012) les caractéristiques intrinsèques des parasitoïdes, tels qu'un taux de fécondité élevé et une durée de développement très courte, font de ces auxiliaires des agents de lutte biologique

potentiellement efficaces. Cependant, de nombreux facteurs, tels que l'hyperparasitisme (MACKAUER et VÖLKL, 1993 cités par LOPES *et al*., 2012), la prédation, et les conditions environnementales néfastes, font que ces derniers n'exploitent en général qu' un petit pourcentage des populations de pucerons. Ce fait est parfois insuffisant pour exercer un contrôle biologique efficace sur ces phytophages (VÖLKL *et al*., 2007 cités par LOPES *et al*., 2012).

4.1.3. – Discussion sur la bioécologie des aphides et de leurs ennemis naturels dans des vergers d'agrumes

Les discussions portent sur l'inventaire global des aphides, sur l'analyse des résultats et l'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés. Il est également question du dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur les feuilles, l'inventaire global et les fluctuations des prédateurs recensés.

4.1.3.1. - Inventaire global des aphides

La meilleure façon d'étudier un peuplement est d'énumérer la liste des espèces qui le constituent (BARBAULT, 2008). L'analyse de la composition du peuplement d'Aphididae dans les quatre parcelles d'étude révèle l'existence de 57 espèces. Rien que dans la parcelle d'orangers *valencia late* en 2008, 50 espèces aphidiennes sont piégées et 47 espèces en 2013 dans cette même parcelle. Dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, 26 espèces sont capturées en 2008 et 28 espèces en 2013. Dans l'orangeraie de variété *thomson* de la station de Sikh Oummedour, 32 espèces sont capturés en 2008 et 29 en 2013 sont piégées. 42 espèces de pucerons sont recensées en 2008 et 35 espèces piégées en 2013 dans la parcelle de citronniers (Tab. 23). Ces résultats corroborent ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) qui travaillant dans la région d'Oued-Aïssi sur oranger *thomson* notent la présence de 34 espèces. Du point de vue qualitatif, la sous-famille des Aphidinae est la plus riche. Elle est représentée par deux tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. La deuxième sous-famille est celle des Myzocallidinae. La troisième sous-famille est celle des Pemphiginae. Cette dernière est formée par deux tribus. La quatrième sous-famille est celle des Chaitophorinae. Selon KITOUS et LADDAOUI (1999) les aphides observés font partie de 5 sous-familles, celles des Aphidinae, des Chaitophorinae, des Drepanosiphinae, des Myzocallidinae et des Pemphiginae, avec la prédominance de la sous-famille des Aphidinae

qui est constituée de 2 tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. Au niveau du même verger d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal, BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008a) ont inventorié 16 espèces de pucerons, appartenant à 2 sous-familles, celles des Aphidinae et des Chaitophorinae. MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) dans leur étude sur la faune aphidienne dans une parcelle de clémentiniers située dans la région d'Oued-Aissi, signalent que les 31 aphides recensés appartiennent à 4 sous familles. Celles des Aphidinae et des Chaitophorinae, des Drepanosiphinae et des Pemphiginae. La première sous- famille est prédominante avec 26 espèces. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008b) ont recensé 25 espèces de pucerons dans la même parcelle d'orangers *valencia late*. Ces espèces sont classées entre 17 genres, regroupées en 4 tribus et représentant 3 sous-familles, celles des Aphidinae, des Chaitophorinae et des Myzocallidinae. En France, TROUVE et QUINIOU (2002) recensent dans une culture de fraisiers 10 espèces de pucerons. Ces derniers appartiennent à la seule sous-famille des Aphidinae qui se subdivise en 2 tribus, celle des Aphidini et celle des Macrosiphini. Les espèces *Aphis citricola, Toxoptera aurantii, Aphis gossypii, Aphis nerii, Hyalopterus pruni, Rhopalosiphum maidis, Brachycaudus brassicae, Macrosiphum euphorbiae, Aphis fabae* et *Aphis craccivora* sont communes entre les présents résultats et ceux des différents auteurs. Ce qui peut s'expliquer par la présence de leurs hôtes principales dans ces différentes régions. 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 adventives susceptibles d'attirer les pucerons. En effet, 24 espèces de plantes herbacées sont inventoriées dans la parcelle d'orangers *valencia late* en 2008 (annexe 5), 18 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal (annexe 7), 22 dans le verger de citronniers (annexe 9) et 19 espèces dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour (annexe 11). La richesse floristique a toujours pour conséquence directe la richesse de la faune phytophage. Ces plantes peuvent servir de refuge aux pucerons ou carrément de source nutritive. Selon REMAUDIERE et AUTRIQUE (1984), les plantes sauvages sont bien souvent la source des pucerons ailés qui vont s'installer dans les cultures réceptives. Les travaux de HULLE *et al*. (1999) ont permis de montrer que de nombreuses familles végétales très différentes les unes des autres hébergent de nombreuses espèces de pucerons dont les modes de vie sont extrêmement variés. Selon les mêmes auteurs, certaines espèces effectuent tout leur cycle sur des plantes appartenant à la même famille botanique telle que *Brachycaudus brassicae* qui accomplit tout son cycle sur des Brassicaceae cultivées

ou sauvages. D'autres espèces, au contraire sont polyphages et colonisent des plantes extrêmement différentes. C'est le cas du puceron de la laitue *Hyperomyzus lactucae* qui se reproduit et hiverne sur des arbustes fruitiers, des groseilliers ou cassis et qu'il quitte au printemps pour s'installer sur des Asteraceae comme la laitue où il se multiplie durant la belle saison selon HULLE *et al*. (1998). Les agrumes peuvent être visités donc par les pucerons ailés de n'importe quelle espèce. Ceux-ci effectuent de brèves piqûres d'épreuve peu profondes, dans le parenchyme puis ils repartent. Cette ponction de vérification peut avoir des conséquences graves si un virus destructeur est transmis aux plantes successivement visitées à cette occasion (FRAVAL, 2006b).

Selon BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009), la variation de la richesse spécifique peut être aussi attribuée à l'aspect morphologique de la variété d'agrumes. Ces auteurs précisent que la frondaison des arbres de la variété *valencia late* est plus petite que celle de l'oranger *thomson*, ce qui a pour conséquence un meilleur ensoleillement, un meilleur éclairage et probablement plus d'attractivité. D'après FRAVAL (2006a), après une ascension par leurs propres moyens, les pucerons profitent des courants aériens pour effectuer des vols au long cours. Ils sont attirés par la ''couleur'' du ciel par phototropisme positif. Au bout de quelques heures le puceron cherche à se poser. D'après HULLE *et al*. (1998), près du sol, lorsque la vitesse du vent est faible, les pucerons qui s'envolent peuvent se déplacer de proche en proche en contrôlant leur vitesse et leur direction

4.1.3.2. - Analyse des résultats

La qualité d'échantillonnage et les indices écologiques utilisés pour les espèces de pucerons piégés sont discutés.

4.1.3.2.1 - Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés

Les valeurs de a/N obtenues au niveau de quatre vergers d'agrumes sont proches de zéro, comprises entre 0,12 et 0,31 (Tab. 24). Elles impliquent que l'échantillonnage est réalisé avec une bonne précision. Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par d'autres auteurs. En effet, l'analyse de la faune aphidienne réalisée par KITOUS et LADDAOUI (1999) dans une parcelle d'orangers *thomson*, fait ressortir une qualité d'échantillonnage égale à 0,05. Une valeur proche de cet indice est notée par

BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008b) dans la même parcelle d'orangers *valencia late* (0,04). Le nombre d'espèces signalées une seule fois en un seul individu par ces auteurs est de 2, ce sont *Metopolophium dirhodum* et *Sipha maydis*. Dans une parcelle de clémentiniers située dans la région d'Oued-Aissi, BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009) notent une valeur de a/N égale à 0,08, avec 4 espèces contactées une seule fois en un seul exemplaire. Ce sont : *Brachycaudus brassicae*, *Dysaphis plantaginea*, *Macrosiphum rosae* et *Myzocallis komareki*. Dans la même région, MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999), travaillant sur la faune aphidienne du clémentinier, ont trouvé 12 espèces de pucerons représentées chacune par un seul individu, ce qui permet de calculer une valeur de a/N égale à 0,63. Ces auteurs estiment que l'abondance et la diversité des plantes spontanées dans le verger entraînent une augmentation de la population aphidienne.

4.1.3.2.2. – Traitement des espèces de pucerons par des indices écologiques de composition

La richesse totale des espèces de pucerons recensés, leurs fréquences centésimales et leurs fréquences d'occurrence sont étudiées.

4.1.3.2.2.1. - Richesse totale (S) des espèces de pucerons

Un maximum de 50 espèces est recensé dans l'orangeraie de variété *valencia late* et de 28 dans un verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. La richesse totale atteint un maximum de 42 espèces dans la parcelle de citronniers et de 32 dans l'orangeraie *thomson* sise près de Sikh Oummedour. BENOUFELLA- KITOUS *et al*. (2008a) enregistrent une richesse de 21 espèces dans une parcelle de clémentiniers. BOUBEKKA et DAOUDI (2014) étudiant la diversité des pucerons dans les orangeraies de la Mitidja, font état d'une richesse de 18 espèces aphidiennes.

4.1.3.2.2.2. - Fréquences centésimales (F.C. %) ou abondances relatives (A.R. %) des espèces de pucerons

D'après l'inventaire réalisé dans les stations d'Abid Chamlal et de Sikh Oummedour, *Aphis citricola* apparaît l'espèce la plus fréquente avec une

fréquence de 13,3 % en 2008 et de 13,5 % en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. Cette fréquence est de 29,6 % en 2008 et de 23,1 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* (Tab. 25). Ces résultats sont similaires à ceux de BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (1994) qui notent que *Aphis citricola* constitue l'espèce dominante dans un verger de *Citrus* en Tunisie. MOSTEFAOUI *et al*. (2013) soulignent qu'*Aphis citricola* est l'espèce la plus abondante en verger de clémentiniers. Ces résultats corroborent également les résultats de BOUBEKKA et DAOUDI (2014) qui signalent qu'*Aphis citricola* est l'espèce la plus fréquente avec une fréquence de 32,1 % dans un verger de *Citrus* dans la plaine de la Mitidja. *Toxoptera aurantii* est l'espèce la plus observée dans la station de Sikh Oummedour. Une fréquence de 22,2 % en 2008 et de 18,7 % en 2013 sont notées pour cette espèce dans la parcelle de citronniers. Dans le verger d'orangers *thomson*, *Toxoptera aurantii* est capturée avec une fréquence de 19,9 % en 2008 et de 18,8 % en 2013. Les présents résultats corroborent ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999), qui montrent que l'espèce la plus abondante dans un verger d'orangers *thomson* est *Toxoptera aurantii* avec une fréquence de 42,5 %. De même, MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) signalent la prédominance du puceron noir de l'oranger *Toxoptera aurantii* dans un verger de clémentiniers avec une fréquence de 73,8 %. La prédominance de ces deux espèces peut être expliquée par leur spécificité aux *Citrus*. En effet, STARY *et al*. (1975) signalent en Grèce, la présence de *Toxoptera aurantii* sur *Citrus clementina* et *Citrus aurantium*. En outre, LECLANT (1978) affirme qu'*Aphis citricola* est inféodée surtout aux *Citrus*, mais se trouve également sur *Cratacus* sp. et *Solanum* sp. Dans la présente étude, *Toxoptera aurantii* est placée en deuxième position avec une fréquence de 12,7 %, suivie de *Macrosiphum euphorbiae* avec une fréquence de 10,9 % dans la parcelle d'orangers *valencia late* durant l'année 2008. Inversement, en 2013, c'est *Macrosiphum euphorbiae* qui se trouve à la seconde place avec un taux de 13,4 % en 2013, devant *Toxoptera aurantii* (10,5 %).

Ces résultats sont en accord avec ceux de BOUBEKKA et DAOUDI (2014) qui signalent que *Toxoptera aurantii* vient en deuxième position avec 17,3 % et à un degré moindre *Macrosiphum euphorbiae* (8,3 %). Ces résultats ne vont pas dans le sens de ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) qui recensent *Macrosiphum euphorbiae* avec une fréquence de 1,5 % dans un verger d'orangers *valencia late*. D'après ALFORD (1991), *Macrosiphum euphorbiae* fréquente essentiellement les plantes ornementales. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) signalent la présence de cette espèce sur *Amaranthus hybridus* et sur *Sylibum marianum*. En France, DUVAUCHELLE et DUBOIS (2000)

recensent *Macrosiphum euphorbiae* sur pomme de terre. *Aphis nerii* prend la seconde place en 2008 dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal avec une fréquence de 12,0 %. En 2013, cette espèce partage le second rang avec *Aphis gossypii* représentées toutes les deux avec des fréquences très proches. Une fréquence de 15,1 % est notée pour *Aphis nerii* et de 14,8 % pour *Aphis gossypii*. Au niveau de la même parcelle BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009) notent la présence d'*Aphis nerii* avec une fréquence de 0,5 % et d'*Aphis gossypii* avec une fréquence de 8,6 %. *Aphis 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 (BLACKMAN et EASTOP, 1994). MONNET *et al*. (1999) recensent le puceron du melon et du cotonnier sur concombre, courgette et fraise. BALACHOWSKY et MESNIL (1935) signalent la présence d'*Aphis gossypii* en France sur les Malvaceae sauvages. PAULIAN (1999) signale la présence de cette espèce sur melon.

Dans la station de Sikh Oummedour, *Aphis citricola* est l'espèce la plus observée après *Toxoptera aurantii*. Elle est notée avec une fréquence de 16,2 % en 2008 et de 16,2 % en 2013 dans le verger de citronniers. Dans le verger d'orangers *thomson, Aphis citricola* est notée avec une fréquence de 17,3 % en 2008 et de 17,7 % en 2013. Les espèces *Rhopalosiphum padi, Rhopalosiphum maidis, Aphis craccivora, Aphis fabae, Myzus persicae, Hyperomyzus lactucae, Aphis idaei* et *Lipaphis erysimi,* sont représentées avec des fréquences variables selon les différentes stations et les différentes années. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008b) notent la présence dans un verger de *valencia late* d'*Aphis craccivora* avec une fréquence de 6,4 % et d'*Aphis fabae* avec 4,5 %. Ces mêmes auteurs signalent la présence de *Myzus persicae* et de *Rhopalosiphum maïdis* avec une fréquence de 3,2 % chacun dans un verger de clémentinier. Selon HULLE *et al*. (1999) *Aphis fabae* a pour hôte primaire le fusain et pour hôtes secondaires les Fabaceae, les Chenopodiaceae, les Asteraceae, les Brassicaceae, les Solanaceae et diverses cultures florales et ornementales. Selon BALACHOWSKY et MESNIL (1935), *Aphis craccivora* est inféodé aux légumineuses. BLACKMAN et EASTOP (1994) affirment qu'*Aphis craccivora* a pour hôte *Rhamnus alaternus*. D'après JACKY et BOUCHERY (1982) et AUTRIQUE et NTAHIMPERA (1994), *Rhopalosiphum maïdis* vit essentiellement sur les Poaceae sauvages telles que *Digitaria* sp., *Eleusine indica* et *Setaria* sp. et sur les Graminées cultivées telles que le maïs, le blé, l'orge et le riz. PESSON (1951) signale que *Myzus persicae* vit sur *Solanum tuberosum, Nicotiana tabacum, Beta vulgaris, Brassica oleracea, Cynara scolymus* et *Hibiscus*. *Macrosiphum rosae* est recensée dans le verger d'orangers *valencia late* de la présente étude sur rosier. Les espèces *Aspidaphis*

adjuvans, *Myzocallis castanicola*, *Dysaphis tulipae*, *Schizaphis gramineum* et *Megoura viciae* sont recensées avec les plus faibles fréquences (0,1 % et 1,0 % en 2008 et en 2013) dans le verger d'orangers *valencia late*. *Megoura viciae* est recensée en 2013 sur *Vicia sativa* dans cette dernière parcelle. Dans le verger de *thomson* de la station d'Abid Chamlal, les espèces *Diuraphis noxia* et *Metopolophium festucae* présentent les plus faibles abondances. Les espèces *Rhopalosiphum insertum* et *Acyrthosiphon pisum* sont notées avec de très faibles fréquences dans le verger de citronniers en 2008 et en 2013. Durant les années 2008 et 2013, *Hyalopterus pruni*, *Aulacorthum solani* et *Sipha maydis* sont notées avec des effectifs très faibles dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. *Acyrthosiphon pisum* est une des espèces les plus abondantes sur les céréales avec une fréquence de 37,9 % (ALHMEDI *et al*., 2006).

4.1.3.2.2.3. - Fréquences d'occurrence et constance des espèces de pucerons

Les espèces aphidiennes recensées au niveau des vergers d'agrumes sont classées dans 5 classes différentes, régulière, accessoire, accidentelle, rare ou très rare. Le nombre des espèces appartenant à la classe de constance très rare est le plus élevé au niveau des quatre vergers d'agrumes et au cours des deux années d'étude. Les espèces de la classe de constance régulière sont représentées par le plus petit nombre. Ce sont : *Aphis citricola* et *Toxoptera aurantii* qui appartiennent à cette classe au niveau de tous les vergers et durant les deux années d'étude (Tab. 26). Ces résultats sont similaires à ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) qui classent *Toxoptera aurantii* (54,2 %) et *Aphis citricola (*50 %) dans la classe de constance régulière dans le verger d'orangers *valencia late*. De même, KITOUS et LADDAOUI (1999) qualifient ces deux espèces d'espèces régulières dans un verger d'orangers *thomson*. *Aphis craccivora* fait partie de cette classe uniquement en 2008 dans le verger d'orangers *valencia late*. D'après BLACKMAN et EASTOP (2006), le puceron noir de la luzerne *Aphis craccivora* est très dangereux et peut transmettre environ 30 phytovirus sur les différentes cultures. *Aphis fabae* est qualifiée de régulière dans les deux vergers de la station de Sikh Oummedour en 2008 et en 2013. En 2008, *Aphis gossypii* se retrouve dans cette catégorie dans les vergers d'orangers *valencia late* et d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. *Aphis fabae* et *Aphis gossypii* sont qualifiées d'espèces accessoires par BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) au niveau d'un verger d'orangers *valencia late* avec une fréquence d'occurrence de 29,2 % pour la première espèce et de 45,8%

pour la deuxième espèce. *Rhopalosiphum maïdis* et *Rhopalosiphum padi* appartiennent à la classe de constance régulière en 2008 et en 2013 uniquement dans le verger d'orangers *valencia late*. Elles sont qualifiées d'accessoires, d'accidentelles ou de rares dans les autres vergers. Ces résultats concordent avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008b) qui mentionnent que *Rhopalosiphum maïdis* est accidentelle dans un verger de *Citrus clementina* et accessoire dans un verger de *Citrus sinensis*. *Rhopalosiphum padi* est qualifiée par ces mêmes auteurs d'accidentelle dans un verger d'orangers *valencia late* et de rare dans un verger d'orangers *thomson*. Les autres espèces se répartissent entre les classes de constance accessoire, accidentelle et rare. *Brevicoryne brassicae*, par exemple, est une espèce capturée avec des fréquences très faibles, elle est qualifiée d'espèce rare (16,7 %) en 2008 dans le verger d'orangers *valencia late* et de très rare (12,5 %) en 2013 dans cette même parcelle. Cette espèce est également qualifiée d'espèce très rare en 2008, dans le verger de citronniers (4,2 %) et dans le verger de *thomson* de la station de Sikh Oummedour (8,3 %). Selon BLACKMAN et EASTOP (2006) *Brevicoryne brassicae* est un puceron spécialiste de la famille des Brassicaceae capable de coloniser presque toutes les espèces de plantes au sein de cette famille.

4.1.2.2.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

La diversité des espèces par le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et de l'indice d'équirépartition (E) est discutée.

4.1.2.2.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Dans le cadre de la présente étude l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') calculé pour les différents vergers d'agrumes est compris entre 3,6 bits et 4,38 bits en 2008 et entre 3 bits et 3,74 bits en 2013 (Tab. 27). Ces valeurs sont élevées. Ces résultats ne corroborent pas ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) qui montrent que l'indice de diversité est égale à 0,71 bits dans la parcelle d'orangers *valencia late*, 0,61 bits pour la parcelle d'orangers *thomson* et 0,66 bits pour celle des Clémentiniers. Dans la présente étude, il est à remarquer que le verger d'orangers *valencia late* étant riche en végétation, offre des conditions de vie favorables à l'installation des Aphididae. L'incidence 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. Pour ce qui concerne l'equitabilité, dans le présent travail, celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées. Ces observations diffèrent de celles de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a), qui signalent des équirépartitions égales à 0,40, 0,41 et 0,42 pour respectivement les parcelles de *thomson*, clémentiniers et orangers *valencia late.* Ces valeurs tendent vers 0, elles traduisent un déséquilibre entre les effectifs des différentes espèces recensées par ces auteurs.

4.1.2.3. - Evolution de la population des pucerons ailés capturés

Le dénombrement des pucerons ailés piégés durant les deux années d'étude révèle l'existence de 2 principales périodes de vol. La première au printemps et la deuxième en automne. La première période correspond à l'activité intense des pucerons ailés. Les premiers individus migrants peuvent être observés dés le mois de février au niveau des quatre vergers pour l'année 2008. En 2013, ce n'est qu'à partir du mois de mars que les premiers pucerons sont capturés et ce au niveau des quatre vergers. Ce qui pourrait être attribué aux températures moyennes du mois de février 2008 (18,5 °C) plus favorables à l'activité de vol qu'en 2013 (14,6 °C) (Fig. 3, 4). SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) confirme que l'amélioration des conditions climatiques et surtout, l'élévation du seuil thermique au début du printemps favorise le déplacement des aphides. Les effectifs évoluent progressivement jusqu'à atteindre un niveau maximal durant le mois de mai, avec 305 individus enregistrés en 2008 et 342 en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late* (Fig. 78), 128 individus sont notés en 2008 et 126 individus en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal (Fig. 79). Dans le verger de citronniers, un pic de 341 individus est noté en 2008 et 334 individus en 2013 (Fig. 80). En 2008, 312 individus sont capturés contre 266 individus en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour (Fig.81). Ces résultats s'accordent avec ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) et BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009), qui signalent que les captures des pucerons ailés dans la même région sont importantes en cette période de l'année. Cette activité intense des pucerons ailés correspond au départ des fondatrigènes ailées de l'hôte primaire vers les hôtes secondaires : c'est le vol d'émigration. Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très favorables à l'envol des pucerons. En effet, des températures moyennes maximales de 25 °C sont enregistrées en mai 2008 et de 22,4 °C en mai en 2013 (Fig. 3, 4).

BONNEMAISON (1950) note que les vols des pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20 °C et 30 °C. L'abondance de certaines plantes hôtes secondaires comme les Amarantaceae, les Araceae, les Asteraceae, les Chenopodiaceae, les Fabaceae, les Malvaceae, les Oxalidaceae, les Poaceae, les Polygonaceae et les Urticaceae, semble attirer un grand nombre de pucerons tels que *Aphis idaei*, *Aphis nerii*, *Hyalopterus pruni*, *Hyperomyzus lactucae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani*, *Brachycaudus helichrysi*, *Rhopalosiphum maïdis* et *Rhopalosiphum padi*. Selon ROBERT et ROUZE-JOUAN (1976) toutes ces espèces de pucerons profitent des conditions favorables durant la période printanière pour développer surtout la forme aptère fondatrigène qui va donner par la suite des virginogènes ailées prêtes pour les vols de dissémination. Selon BONNEMAISON (1951), la densité de la population aphidienne est un paramètre primordial qui détermine le phénomène de dispersion. Les ailés sont d'autant plus nombreux que les colonies aptères au sein desquelles ils se forment sont nombreuses.

Au mois de juin, une régression brutale des effectifs est observée. Cette régression peut être expliquée d'une part par l'élévation des températures avec des températures journalières maximales supérieures à 30°C. En effet, selon ROBERT (1980) des températures au-delà de 30°C empêchent l'envol des pucerons. D'autre part, par la disparition progressive des plantes hôtes secondaires, suite aux travaux de désherbage effectués dans les vergers d'Abid Chamlal et suite à leur desséchement dans les vergers de Sikh Oummedour. Du point de vue biologique, il s'agit en fait d'une période de développement massif de la forme aptère qui va donner par la suite des formes virginogènes ailées prêtes pour les vols de dissémination vers d'autres cultures. Selon ROBERT et ROUZE-JOUAN (1976), la faculté de production périodique d'ailés chez les Aphididae dépend du climat, de la présence de plantes hôtes adéquates et du cortège parasitaire.

La deuxième période est de faible intensité. Elle est caractérisée par des petits vols avec de faibles effectifs. Un maximum de 27 individus est enregistré en 2008 et de 23 en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. De 19 individus en 2008 et de 15 en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Dans le verger de citronniers, un pic de 31 individus est noté en 2008 et de 21 en 2013. Ce pic est de 29 individus en 2008 et de 19 individus en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour. Cette période correspond au vol de remigration de la plupart des espèces qui se dirigent vers leur hôte primaire pour passer l'hiver soit sous la forme d'œufs pour les espèces holocycliques, soit sous la forme de femelle parthénogénétique appelée fondatrice pour les espèces

anholocycliques (HULLE *et al.*, 1999). Mais en raison des températures hivernales douces et clémentes régnant dans la zone d'étude, la forme asexuée est dominante. Il y a donc migration des formes agames pour les espèces anholocycliques telles que *Lipaphis erysimi* qui cherche sa plante hôte principale représentée par *Brassica nigra* dans le verger d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal. *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola* rejoignent les agrumes et vont développer les futures générations avec l'arrivée de la poussée de sève printanière. *Aphis craccivora* se dirige vers les Asteraceae et *Myzus persicae* retourne au pêcher. Tandis que *Aphis idaei*, *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maïdis* et *Sitobion avenae* s'orientent vers les Poaceae. Lors d'une étude sur les pucerons des arbres fruitiers en France, HULLE *et al*. (1998) remarquent la présence, à cette période de l'année, de certaines espèces holocycliques comme *Brachycaudus helichrysi* et *Dysaphis plantaginea* et des espèces holocycliques ou anholocycliques comme *Myzus persicae*.

4.1.2.4. - Dénombrement visuel des espèces aphidiennes installées sur feuilles de *Citrus*

L'importance des populations aphidiennes installées sur les feuilles d'agrumes et l'évolution de la population globale des pucerons aptères sont discutées dans cette partie.

4.1.2.4.1. - Importance des populations aphidiennes installées sur feuilles

Les pucerons sont parfaitement adaptés pour envahir très rapidement une culture, pour pulluler et pour donner plusieurs générations (RABASSE, 1985). La méthode du dénombrement visuel a permis de recenser un total de 7 espèces aphidiennes installées sur les feuilles. Ce sont *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Aphis fabae*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani*. L'étude faite par ARGYRIOU (1970) en Grèce, montre l'existence de 4 espèces de pucerons installées sur feuilles d'Agrumes. Ce sont *Toxoptera aurantii*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* et *Aphis craccivora*. BARBAGALLO et PATTI (1986), ont travaillé sur la faune aphidienne des Agrumes en Italie. Leurs résultats ont montré que 3 espèces de pucerons fréquentaient les *Citrus*, il s'agit d'*Aphis citricola*, *Aphis gossypii* et *Toxoptera aurantii*. Dans la région d'Oued-Aïssi, à Tizi-Ouzou, KITOUS et LADDAOUI (1999) ont recensé sur orangers 7 espèces de pucerons. Ce sont *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora*, *Aulacorthum solani*, *Hyalopterus pruni* et *Macrosiphum euphorbiae*. MOHAND-

OUALI et RAHMANI (1999), ont recensé dans la région de Oued-Aïssi 5 espèces de pucerons sur *Citrus*. Il s'agit de *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis craccivora*, *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) signalent que 5 espèces de pucerons sont installées sur feuilles d'Agrumes dans la parcelle de l'oranger *valencia late*. Ce sont par ordre de prédominance : *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossypii*, *Aphis fabae* et *Macrosiphum euphorbiae*. Sur Clémentinier, BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009) recensent 4 espèces de pucerons qui sont par ordre décroissant d'importance *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossypii* et *Aphis craccivora*.

Les populations de *Toxoptera aurantii* sont les plus importantes au niveau des deux vergers de Sikh Oummedour, avec une abondance de 51 % en 2008 et de 50 % en 2013 dans la parcelle de citronniers (Fig. 82, 83). Cette abondance est de 50 % en 2008 et de 59 % en 2013 dans la parcelle de *thomson* (Fig. 84, 85). Selon REMAUDIERE *et al*. (1976), les attaques de *Toxoptera aurantii* sont beaucoup plus graves sur clémentinier que sur oranger. Dans les vergers d'Abid Chamlal, les populations d'*Aphis citricola* sont les plus fréquentes. En effet, une abondance de 69 % en 2008 et de 72 % en 2013 sont mentionnées dans l'orangeraie de *valencia late* (Fig. 86, 87). Des abondances de 51 % en 2008 et de 55 % en 2013 sont notées pour *Aphis citricola* dans le verger de *thomson* de la même station (Fig. 88, 89). La prédominance de ces deux espèces peut être attribuée à la présence de leur plante hôte principale, soit les *Citrus*. D'après BOUBEKKA et DAOUDI (2014), le puceron noir des agrumes (*Toxoptera aurantii*) et le puceron vert des agrumes (*Aphis citricola*) sont particulièrement dangereux dans les vergers de *Citrus.* Les espèces *Aphis fabae*, *Aphis craccivora* et *Aphis gossypii* sont représentées par de petites colonies. *Aphis fabae* est absente au niveau de la station d'Abid Chamlal. Elle est recensée avec une abondance de 16 % en 2008 et de 15 % en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour. Il est retrouvé avec une fréquence de 11 % en 2008 et de 15 % en 2013 dans le verger de citronniers. Ces abondances sont probablement dues à la présence de *Vicia faba* en culture intercalaire. *Aphis craccivora* est présent avec une fréquence de 2 % aussi bien en 2008 qu'en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal. Ces résultats sont proches de ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008b) qui notent la présence d'*Aphis craccivora* dans un verger de clémentiniers, avec une fréquence de 4,3 %. Dans le cas d'*Aphis gossypii*, les fréquences les plus importantes sont notées dans le verger d'orangers *thomson* d'Abid Chamlal avec une abondance de 17 % en 2008 et de 14 % en 2013. Dans le verger d'orangers *valencia late*, cette espèce est représentée par 6 % en 2008 et 2013. *Macrosiphum*

euphorbiae et *Aulacorthum solani* recensées sur les feuilles des orangers *valencia late*, totalisent à peine 134 individus pour la première espèce et de 4 individus pour la seconde espèce. Ces résultats confirment ceux obtenus par BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2009) qui recueillent *Macrosiphum euphorbiae* sur des feuilles d'orangers *valencia late* sous la forme de petites colonies, ne dépassant pas 12 individus. De même, KITOUS et LADDAOUI (1999) récupèrent *Aulacorthum solani* avec 139 individus seulement sur feuilles d'orangers *thomson*. Les variations dans l'importance des pullulations des espèces de pucerons aptères recensées sur les feuilles d'agrumes sont dues à l'importance de la contamination de ces cultures par les ailés de chaque espèce d'aphide et à la valeur alimentaire de la plante hôte. Cette différence entre les effectifs peut également s'expliquer par la capacité d'adaptation et de multiplication propre à chacune des espèces. TELANG *et al*. (1999) expliquent ce phénomène par le fait 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 inciter la plante à produire une alimentation plus riche, surtout en acides aminés. SANSTDRÖM et MORAN (2001) ont mentionné que le potentiel biotique des pucerons dépend également de la différence dans la capacité des bactéries symbiontes spécifiques de produire des acides aminés absentes ou qui se trouvent en petites quantités dans la plante et qui sont nécessaires aux pucerons. De même, PETERSEN et SANSTDRÖM (2001) mentionnent que des interactions peuvent avoir lieu en cas d'une exploitation simultanée d'un seul hôte par plusieurs espèces aphidiennes. 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. Ces changements peuvent être associés à une modification de la composition de la sève.

4.1.2.4.2. - Evolution de la population globale des pucerons aptères installés sur le feuillage

Le comptage visuel des Aphidae installés sur les feuilles de *Citrus*, révèle 2 principales périodes d'infestations du verger, l'une vernale et l'autre automnale. Au printemps, un début de pullulation des pucerons est observé au mois de mars en 2008. En 2013, les premières colonies sont vues en avril. Les nombres augmentent par la suite peu à

peu pour atteindre un pic en mai. Cette forte pression est en relation avec l'accroissement thermique de 18,8 °C mars à 25°C en mai 2008 (Fig. 3). Ces températures se situent entre 19,4 et 22,4 °C entre mars et mai en 2013 (Fig. 4). Cette augmentation des effectifs est aussi en relation avec la poussée de sève printanière. Selon LECLANT (1970) la température optimale pour la reproduction des pucerons se situe entre 18 et 24°C. Par ailleurs, BONNEMAISON (1950) note qu'un printemps chaud entraîne une multiplication intense des pucerons. ROBERT (1980) note que 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. De même, ONILLON (1978) confirme que l'évolution naturelle d'un phytophage dépend à la fois des facteurs climatiques et de la disponibilité en nourriture. Ces conditions ont aidé les aphides à atteindre un pic, sous la forme de colonies denses en mai, avec 11.745 en 2008 et de 10.961 individus en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late* (Fig. 90). Un pic d'individus de 11.991 est mentionné en 2008 et en 11.486 en 2013 dans l'orangeraie de variété *thomson* d'Abid Chamlal (Fig. 91). Ce pic est de 21.205 individus en 2008 et de 19.522 individus en 2013 dans le verger de citronniers (Fig. 92). Il est de 27.670 en 2008 et de 26.183 en 2013 au niveau du verger d'orangers *thomson* de Sikh Oummedour (Fig. 93). Un effondrement des effectifs est remarqué en juin, sous l'effet de groupe. En effet, ROBERT (1982) mentionne qu'une surpopulation des individus aptères engendre une formation d'ailés et une réduction de la fertilité des femelles. Cette régression des populations peut être également due aux températures élevées. Selon FOUARGE (1990), l'augmentation des températures peut influencer le niveau de fertilité. ROBERT (1982) signale qu'à 30 °C aucun puceron ne pond de larves viables et leur survie est minimale. De même, HULLE *et al*. (1999) notent qu'entre 4 °C et 22 °C, les pucerons se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau. Cette régression peut être due aux vols de dissémination des ailés et à la fin de la poussée de sève printanière. Selon MASSONIE (1971), les pucerons sont sensibles à la qualité de la nourriture. De même, KENNEDY et BOOTH (1951 cités par VAN-EMDEN, 1972) soulignent que les aphides préfèrent s'alimenter et se reproduire sur les jeunes feuilles. Ils se dirigent alors vers d'autres sources alimentaires. LAPCHIN et *al*. (1994 cités par ROCHAT *et al.,* 1995) confirment que la dynamique de populations des pucerons, est corrélée aux poussées phénologiques des arbres, ainsi qu'à certaines caractéristiques environnementales. L'effet des prédateurs participe également à l'anéantissement des populations aphidiennes. Durant l'automne, les conditions tempérées de températures ainsi

que l'apparition des jeunes pousses de la poussée de sève automnale favorisent la reprise de la reproduction des pucerons notamment par la voie parthénogénétique, sous la forme de colonies peu populeuses. Selon BOUCHET (1981), dés que la température dépasse 5°C, les pucerons commencent à se multiplier. Cependant, cette multiplication se trouve freinée en hiver par une déficience alimentaire avec l'absence de jeunes feuilles et par les précipitations qui constituent un facteur limitant. Selon ROBERT *et al*. (1974) et BONNEMAISON (1962) les précipitations fréquentes de forte intensité, ainsi qu'une humidité relative élevée diminuent la fertilité des pucerons et augmentent leur mortalité. De même, DEDRYVER (1982) confirme que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, réduisent leur fécondité et provoquent un taux de mortalité considérable.

4.1.3.5. - Résultats de l'inventaire global des prédateurs

Au total 16 espèces prédatrices sont recensées dans les vergers de *Citrus* de la région d'Oued Aïssi (Tab. 28). Ces espèces sont réparties en 4 ordres, celui des Coleoptera, des Diptera, des Heteroptera et des Nevroptera. Les présents résultats concordent avec ceux de ROCHAT *et al*. (1995) qui en travaillant sur les aphides des agrumes, ont recensé 13 espèces réparties entre 4 ordres, ceux des Coleoptera, des Diptera, des Heteroptera et des Nevroptera. Les présents résultats corroborent également ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) qui ont recensé des Coccinellidae, des Syrphidae, des Anthocoridae, des Miridae, des Cecidomyiidae et des Chrysopidae dans un verger de *Citrus sinensis* situé dans la région d'Oued Aïssi. Au niveau de la même parcelle d'orangers *valencia late*, BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) signalent l'existence de 5 espèces prédatrices réparties entre 5 genres et regroupées en 3 ordres qui sont les Coleoptera, les Heteroptera et les Nevroptera. Ces mêmes auteurs notent la présence de 3 espèces appartenant aux ordres des Coleoptera, des Heteroptera et des Nevroptera, dans un verger d'orangers *thomson* et 4 espèces faisant partie des Coleoptera, des Diptera et des Nevroptera en verger de clémentiniers. SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) en Mitidja, montrent que le cortège des aphidiphages sur agrumes est représenté par 12 espèces réparties dans 6 familles, celles des Coccinellidae, des Anthocoridae, des Cecidomyiidae, des Chrysopidae, des Syrphidae et des Nitidulidae. Dans la présente étude, l'ordre des Coleoptera est formé d'une seule famille, celle des Coccinellidae qui est composée de deux sous-familles, celle des Coccinellinae représentée par les espèces *Coccinella algerica, Coccinella undecimpunctata, Oenopia*

doublieri et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata,* et celle des Scymninae, avec les espèces *Pullus subvillosus, Scymnus pallipediformis* et *Scymnus rufipens*. Selon SAHARAOUI *et al*. (2014) les Scymnini et les Coccinellini représentent les deux principales tribus et regroupent respectivement 19 et 14 espèces, soit un peu plus de la moitié de la faune des coccinelles inventoriées. KITOUS et LADDAOUI (1999) travaillant à Tizi-Ouzou notent la présence d'*Adalia decimpunctata* Linné, 1758, *Coccinella algerica* et *Coccinella undecimpnctata*. Ces espèces appartiennent toutes à la tribu des Coccinellini. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) recensent *Coccinella undecimpunctata, Oenopia doublieri* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* dans un verger d'orangers *valencia late* à Oued Aïssi. BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005) signalent que les prédateurs les plus répandus au sein des arbres fruitiers en Tunisie sont les Coccinellidae, avec les espèces *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata.* Selon IPERTI (1965), *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* manifeste une plasticité écologique marquée par une préférence pour les pucerons des arbustes cultivés et des plantes basses spontanées. *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* est retrouvée par SAHARAOUI et GOURREAU (1998) sur 8 espèces de pucerons, ce sont *Aphis citricola, Aphis gossypii, Toxoptera aurantii, Aphis fabae, Aphis* sp., *Aphis nerii, Aphis pomi* et *Aphis craccivora*. Dans la présente étude, l'ordre des Diptera est représentée par deux familles, celle des Cecidomyiidae avec *Aphidoletes aphidimyza* et celle des Syrphidae. Cette dernière est composée par 4 espèces, ce sont *Episyrphus balteatus, Syrphus corollae, Sphaerophoria scripta* et *Melanostoma mellinum*. Selon LAIR et ELDER (2009) *Sphaerophoria scripta* est une espèce très commune. Elle est présente dans les jardins et dans de nombreuses cultures. Cette espèce fait partie des précieux auxiliaires à favoriser en préservant des espaces richement fleuris où les adultes peuvent venir s'alimenter. Selon les mêmes auteurs, *Melanostoma mellinum* est une espèce très commune des milieux ouverts herbacés. Elle investit les cultures céréalières et se trouve en abondance parmi les auxiliaires recensés en culture de blé. Selon BALACHOWSKY et MESNIL (1935), les Syrphidae sont les destructeurs les plus importants des colonies de pucerons. BONNEMAISON (1971) signale *Episyrphus balteatus* comme espèce prédatrice des pucerons des cultures maraîchères et du pêcher. Dans la région de Rouiba, SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) ont signalé la présence d'*Episyrphus balteatus* sur agrumes. De même, cette espèce est mentionnée comme une espèce prédatrice des pucerons sur arbres fruitières en Tunisie par BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005). BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) recensent *Episyrphus balteatus* dans un verger de clémentiniers. Cette espèce est citée par TROUVE et

QUINIOU (2002) parmi les prédateurs les plus actifs en culture de fraisier. Selon RABASSE *et al*. (1976), *Episyrphus balteatus* est une espèce très polyphage et susceptible de s'attaquer non seulement aux pucerons, mais également aux chenilles de divers lépidoptères. Selon LYON *et al*. (1974 cités par RIBA et SILVY, 1989), les syrphes ont un impact certain sur les populations d'aphides. Dans l'ordre des Heteroptera, 3 espèces de punaises sont recensées dans le présent travail. Il s'agit d'*Anthocoris nemoralis* qui appartient à la famille des Anthocoridae, de *Malacocoris chlorizans* et de *Phytocoris tiliae* qui font partie de la famille des Miridae. Ces résultats ne corroborent pas avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) qui notent la présence d'une seule espèce de punaise, soit *Anthocoris nemoralis.* KITOUS et LADDAOUI (1999) recensent 2 espèces de punaises en verger d'orangers *thomson* dans la région de Tizi-Ouzou. Ce sont *Anthocoris nemoralis* et *Malacocoris chlorizans*. De même, MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) mentionnent l'existence d'*Anthocoris nemoralis* et de *Malacocoris chlorizans* dans la région d'Oued-Aïssi sur clémentiniers. Le dernier ordre qui est celui des Nevroptera, est représenté par une seule famille, celle des Chrysopidae, avec une seule espèce *Chrysoperla carnea* qui se retrouve au niveau de tous les vergers et durant les deux années d'échantillonnage. Ces résultats sont similaires à ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) et MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) qui signalent la présence de *Chrysoperla carnea* sur agrumes. De même, l'étude de BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) montre que la chrysope verte *Chrysoperla carnea* est présente en vergers d'orangers *valencia late* et d'orangers *thomson*. En Tunisie, BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005) signalent que l'unique espèce recensée sur arbres fruitiers est *Chrysoperla carnea.* Dans ce même pays, BOUKHRIS-BOUHACHEM (2011), dans son inventaire des ennemis des pucerons en verger d'agrumes, note la présence de *Chrysoperla carnea*. Cette espèce est reconnue comme l'espèce de chrysopes la plus efficace contre les pucerons (PAULIAN, 1999). Dans l'Est de la France, deux espèces de chrysopes sont identifiées sur le pommier. Ce sont *Chrysopa pallens* Rambur et *Chrysoperla carnea* (DIB *et al*., 2010). Selon RIBA et SILVY (1989) les Chrysopidae sont des auxiliaires très propices pour une application pratique de lutte biologique.

La faune prédatrice dans la région d'étude est diversifiée parallèlement à la flore et aux espèces d'aphides. Plus un milieu est riche en espèces végétales, plus riche il sera en populations aphidiennes diversifiées et par conséquent en espèces de prédateurs.

4.1.3.6. - Analyse des résultats

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

4.1.3.6.1. - Qualité d'échantillonnage des prédateurs capturés

Les valeurs de a/N sont très basses au niveau de tous les vergers d'étude. En effet, la valeur de la qualité d'échantillonnage calculée au niveau des vergers d'orangers *valencia late*, de citronniers et d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour est de 0. Cette valeur est de 0,02 en 2008 et de 0 en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Ces valeurs permettent de dire que l'échantillonnage réalisé est bon (Tab. 29). BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008a) ont trouvé une qualité d'échantillonnage égale à 0 dans 3 vergers de *Citrus*, l'un d'orangers *thomson*, le deuxième sur orangers *valencia late* et le troisième une plantation de clémentiniers. Les présents résultats se rapprochent de ceux enregistrés par KITOUS et LADDAOUI (1999) et par MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) avec une valeur de a/N égale à 0.

4.1.3.6.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

La richesse totale des espèces de pucerons capturés, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrence sont discutées.

4.1.3.6.2.1. - Richesse totale

La richesse totale (S) des espèces prédatrices s'élève à 11 espèces en 2008 et en 2013 dans l'orangeraie de variété *valencia late*. Elle est de 7 espèces en 2008 et de 8 espèces en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Dans le verger de citronniers, la richesse (S) atteint 11 espèces en 2008 et 10 espèces en 2013. Elle est de 11 espèces aussi bien en 2008 qu'en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la station de Sikh Oummedour. SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) notent que sur

citronniers à Rouiba le cortège des aphidiphages est représenté par 12 espèces. BOUKHRIS-BOUHACHEM (2011) signale la présence de16 espèces d'ennemis naturels de pucerons dans les vergers d'agrumes tunisiens. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) remarquent dans leur étude sur les ennemis naturels des pucerons dans 3 vergers d'agrumes que la plantation la plus riche en espèces végétales est aussi la plus abondante en espèces prédatrices. Ces auteurs précisent que le verger d'orangers *valencia late*, représenté par 30 espèces végétales est le plus riche en faune auxiliaire, face au verger d'orangers *thomson* où 12 espèces adventices sont recensées. CHAUBET (1992) note que les aphidiphages sont sous la dépendance des peuplements végétaux et de leur répartition spatiale. HANSKI et CAMBEFORT (1991) notent que la richesse spécifique en espèces aphidiphages dépendrait du niveau de ressources trophiques disponibles. Plusieurs auteurs parlent du complexe plantes-pucerons-prédateurs aphidiphages (NEDVED, 1999). De ce fait, la diversité des entomophages est étroitement liée à la diversité des végétaux et des phytophages qui leur sont spécifiques.

4.1.3.6.2.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives (%)

C*occinella algerica* est l'espèce la plus fréquemment vue dans la station de Sikh Oummedour. Elle est représentée avec une abondance de 23,6 % en 2008 et de 17,1 % en 2013 dans la parcelle de citronniers. Cette espèce est notée avec une fréquence de 20,3 % en 2008 et de 19,6 % en 2013 dans le verger de *thomson* de la même station. Ces résultats concordent avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS (2008a) qui signalent que les Coccinellidae sont les prédateurs les plus abondants avec une fréquence de 76,7 % dans un verger de clémentiniers. LOPES *et al*. (2012) notent également que parmi les insectes prédateurs aphidiphages, les coccinelles sont largement majoritaires. De même, SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) signalent la dominance des Coccinellidae parmi les ennemis naturels des pucerons vivants sur agrumes. Ces auteurs affirment que l'abondance des coccinelles est favorisée par la pratique des cultures intercalées et par les irrigations qui créent un microclimat très favorable à leur développement et celui de leurs proies. Les pucerons *Aphis citricola* et *Toxoptera aurantii* constituent la nourriture essentielle des coccinelles aphidiphages. Leur présence dépend de l'installation des poussées de sève verno-estivale et automnale qui est souvent moins infestée. Des cultures intercalaires sont en effet pratiquées dans la station de Sikh Oummedour. Selon FERRON (1999) les coccinelles, pour la plupart, sont reconnues comme d'excellents prédateurs de pucerons et autres organismes

nuisibles durant tous les stades de leur vie. Dans la station d'Abid Chamlal, par contre, ce sont les espèces *Aphidoletes aphidimyza* et *Chrysoperla carnea* qui sont les plus abondantes. *Aphidoletes aphidimyza* est enregistrée avec une abondance relative de 55,7 % en 2008 et de 56,8 % en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. Ces résultats recoupent ceux de SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) qui signalent qu'*Aphidoletes aphidimyza* (19,9 %) fait partie des aphidiphages dominants et les plus actifs en vergers d'agrumes. De même, BOUALEM et CHERFAOUI (2011) notent que les abondances les plus élevées sont relevées chez les cécidomyies, suivi par les coccinelles et enfin les syrphes au sein des populations d'*Aphis citricola* sur agrumes. BELIARD *et al.* (2002) signalent que lors d'infestations très importantes, avec présence de nombreuses colonies de pucerons, des lâchers de la cécidomyie prédatrice *Aphidoletes aphydimyza* sont réalisées. L'accouplement et la ponte des Cecidomyiidae ont lieu pendant la nuit. La femelle pond ses œufs dans les foyers de pucerons (TURPEAU *et al*., 2011). *Chrysoperla carnea* se trouve avec une fréquence de 42,9 % en 2008 et de 46,6 % en 2013 dans la parcelle de *thomson* (Tab. 30). Une étude menée en Belgique par MIGNON *et al.* en 2003 dans des champs de carottes (*Daucus carota* L.) et de fèves (*Vicia faba*) a démontré que *Chrysoperla carnea* est la plus abondante dans ces cultures maraîchères. Selon les mêmes auteurs, le régime alimentaire des larves de cette espèce ne se limite pas aux pucerons. En effet, de nombreuses espèces de Chrysopidae présentent des régimes alimentaires variés. Nos résultats sont en désaccord avec LOPES *et al.* (2012), qui a signalé que l'abondance et la diversité des Chrysopidae est particulièrement faible.

Malacocoris chlorizans est représentée par de très faibles fréquences dans la station de Sikh Oummedour. Elle est notée avec une abondance relative de 0,7 % en 2008 dans le verger de citronniers. Dans le verger d'orangers *thomson*, la fréquence de cette espèce est de 1,8 % en 2008 et 0,9 % en 2013. Les espèces *Sphaerophoria scripta* (A.R. = 0,3 % en 2008, A.R. = 0,5 % en 2013), *Melanostoma mellinum* (A.R. = 0,4 % en 2008, A.R. = 0,5 % en 2013) et *Scymnus pallipediformis* (A.R. = 0,3 % en 2013) sont les plus faiblement représentées dans la parcelle d'orangers *valencia late.* Dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal, *Anthocoris nemoralis* (A.R. = 0,4 % en 2008) et *Syrphus corollae* (A.R. = 2,7 % en 2013) sont notées avec les plus faibles abondances relatives. Ces résultats sont contradictoires avec ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999), MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999), et BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008b) qui signalent la dominance des Anthocoridae. D'après SCHAUB *et al*. (2010), une punaise adulte peut anéantir plusieurs dizaines de pucerons par jour. Elle s'attaque aussi aux chenilles de lépidoptères et aux larves de

coléoptères. Ces résultats vont dans le sens des résultats obtenus par SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) qui signalent que les Syrphidae sont très faiblement représentées avec une fréquence de 1,9 %. De même, LOPES *et al.* (2012) notent la présence de peu d'individus de Syrphidae en Chine. Alors que l'étude menée en Belgique par FRANCIS *et al*., en 2003 dans les champs de carottes a démontré que l'espèce *Episyrphus balteatus* est la plus abondante. L'étude effectuée par POLIGUI et FRANCIS (2012) sur les ennemis naturels des pucerons, montre que la guilde des prédateurs aphidiphages est représentée par au moins 17 % de Syrphidae. D'après LEGEMBLE (2008), la plupart des espèces de Syrphidae, à l'état larvaire, se nourrissent préférentiellement de pucerons.

4.1.1.6.2.3. - Fréquences d'occurrence et constances

La lecture des résultats montre que la majorité des espèces prédatrices se classent dans la classe de constance régulière, telles que *Coccinella algerica, Aphidoletes aphidimyza*, *Episyrphus balteatus* et *Chrysoperla carnea* qui se trouvent dans cette classe au niveau des quatre vergers d'étude et durant les deux années (Tab. 31). Ces résultats ne concordent pas avec ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) qui classent *Coccinella algerica, Episyrphus balteatus* et *Chrysoperla carnea* dans la classe de constance accessoire, et *Aphidoletes aphidimyza* dans la classe constante. L'étude de BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008c) montre que *Chrysoperla carnea* fait partie de la classe de constance accidentelle aussi bien dans un verger d'orangers *valencia late* que dans un verger d'orangers *thomson*. *Coccinelle algerica* est considérée parmi les aphidiphages les plus répandus (SAHARAOUI, 1994 ; SAHARAOUI *et al.*, 2001). Dans la présente étude, *Hippodamia (Adonia*) *variegata* est une espèce régulière dans toutes les parcelles et toutes les années, sauf en 2013 dans la parcelle d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal où elle est classée dans la classe de constance accessoire. Ces résultats diffèrent de ceux de CHEBOUTI-MEZIOU *et al*. (2011), qui en travaillant sur l'entomofaune du Pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.), notent que *Coccinella algerica* (AR = 1,22 %) *et Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (AR = 2,04 %) sont classées dans la classe de constance accidentelle. BENOUFELLA-KITOUS *et al.* (2008c) signalent *Hippodamia (Adonia*) *variegata* comme étant une espèce accessoire dans un verger d'orangers *valencia late* et de Clémentiniers et accidentelle dans un verger d'orangers *thomson*. SAHARAOUI *et al.* (2001) notent qu'*Hippodamia (Adonia*) *variegata* est attirée par plusieurs espèces de pucerons vivants sur

les plantes herbacées telles que *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora*, *Brachycaudus cardui*, *Brevicoryne helichrysi*, *Hyperomyzus lactucae*, *Hyadaphis coriandri*, *Rhopalosiphum padi* et *Sitobion avenae*. Ces auteurs citent également des espèces vivants sur les arbres et arbustes telles que *Aphis citricola*, *Toxoptera aurantii*, *Dysaphis plantaginea* et *Hyalopterus pruni*. *Scymnus pallipediformis* est classée comme accessoire en 2008 dans le verger de *thomson* de la station de Sikh Oummedour et en 2013 dans le verger de citronniers. Alors qu'elle appartient à la classe de constance accidentelle dans le verger de *valencia late* aussi bien en 2008 qu'en 2013. Enfin, les espèces *Syrphus corollae, Sphaerophoria scripta* et *Malacocoris chlorizans* font partie de la classe rare avec des constances faibles comprises entre 8,32 % et 16,66 %. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) qui classent *Syrphus corollae* et *Malacocoris chlorizans* dans la classe de constance accidentelle. NESPOULOUS (2011) signale que les Syrphidae constituent l'essentiel des prédateurs de pucerons observés en culture de salade. Ils font partie de la classe de constance régulière avec plus de la moitié des prédateurs recensés. Selon le même auteur, les syrphes présentent une importante diversité biologique avec 11 genres observés.

La répartition des espèces prédatrices dans les différentes classes de constance est dépendante de la diversité des proies ainsi que celle de la flore adventice. Cela confirme les travaux d'ALHMEDI *et al.* (2006) qui ont montré que la diversité végétale peut avoir un impact sur les populations auxiliaires, notamment leur répartition. Selon BENHALIMA-KAMEL *et al*. (2011) certaines plantes abritent les adultes, les œufs ou les larves de coccinelles, alors que sur d'autres tous les stades biologiques peuvent coexister. Par exemple, tous les stades biologiques de *Coccinella algerica* se rencontrent *sur Cynara scolymus* (Asteraceae), *Prunus amygdalus* (Rosacées) et *Solanum tuberosum* (Solanaceae). Les plantes fréquentées par *Coccinella algerica* peuvent être infestées par des aphides qui constituent une proie essentielle. Mais sur d'autres plantes, les pucerons sont absents. Ces hôtes offrent une alimentation alternative pour les adultes de prédateurs constituée par le nectar et le pollen, ou servent d'abri pour la survie lors de la diapause. D'ailleurs, il est à noter que le comportement des prédateurs, leur abondance et leur distribution peuvent être influencés par des caractéristiques physiques de l'habitat, indépendamment de la densité de la proie. En effet, *Coccinella septempunctata*, en absence de ses proies colonise préférentiellement la végétation broussailleuse constituée essentiellement par du *Chenopodium* offrant une collection de ressources de nectar (BANKS et YASENAK, 2003 cités par BENHALIMA KAMEL *et al*., 2011). Selon GREIG-SMITH (1948 cité par ALHEMDI *et al*., 2006), l'ortie fournit une

nourriture pour une grande diversité d'insectes phytophages, dont le puceron *Microlophium carnosum* (Buckt), *Thrips urtica* Fab. (Thysanoptera), *Liocoris tripustulatus* Fab. (Heteroptera: Miridae) et *Agromyza reptans* Meig. (Diptera : Agromyzidae). Cependant, l'ortie constitue également un habitat important et relativement sûr pour des insectes utiles tels que les coccinelles (*Coccinella septempunctata*), les syrphes (*Episyrphus balteatus*) et certains parasitoïdes (*Aphidius ervi*) (PERRIN, 1975 cité par ALHEMDI *et al*., 2006). Aussi, l'ortie s'est révélée être une espèce végétale intéressante notamment en abritant des proies alternatives pour les auxiliaires aphidiphages. À cet égard, la diversité des prédateurs et des parasitoïdes aphidiphages est étroitement liée à l'espèce de proie la plus adéquate. Par ailleurs, les adultes de syrphes sont très floricoles et se nourrissent selon les espèces, de pollen et de nectar, éléments nécessaires à la maturation des ovocytes des femelles, à l'allongement de la longévité des adultes et à la capacité de prospection (SARTHOU, 1996 cité par NESPOULOUS, 2011). Le maintien d'espèces végétales abritant de nombreux pucerons dans des zones marginales telles que les haies et les bandes cultivées ou non en bordure de champs permet de conserver des réservoirs d'auxiliaires tels que les prédateurs et les parasitoïdes aphidiphages à proximité des cultures (ALHEMDI *et al*., 2006).

4.1.3.6.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équirépartition (E) calculés sont discutés.

4.1.3.6.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') des espèces

Les valeurs de H' (indice de diversité de Shannon-Weaver) sont comprises entre 1,9 bits et 3,09 bits en 2008. En 2013, cet indice est compris entre 1,72 bits et 3,15 bits (Tab. 32). La variabilité de ces valeurs d'une plantation à l'autre pourrait être attribuée à la différence dans la richesse en espèces aphidiennes de ces cultures, ainsi qu'à la diversité des plantes adventices. En effet, POLIGUI et FRANCIS (2012), remarquent que les auxiliaires sont plus abondants sur les espèces fruitières enregistrant les plus hautes abondances de ravageurs. L'abondance, la richesse spécifique et la diversité des coccinelles augmentent avec l'accroissement de la diversité des mauvaises herbes (MAISONHAUTE, 2009). Selon HARMEL *et al.* (2008), les substances volatiles interviennent également en tant

que défenses indirectes pour la plante en attirant des insectes prédateurs ou parasitoïdes des pucerons. Par ailleurs, NESPOULOUS (2011) signale que pour favoriser les auxiliaires, il faut augmenter la biodiversité du milieu ce qui permet d'augmenter le nombre d'auxiliaires. Pour ce qui concerne l'equitabilité, celle-ci tend vers 1, elle traduit une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées. Selon GARCIN et VANDROT (2003) l'équilibre global entre les auxiliaires est plus équitable lorsque le couvre-sol est diversifié.

4.1.3.7. - Evolution des fluctuations des prédateurs recensés

Il est à souligner que les espèces prédatrices s'activent intensément au printemps, avec toutefois quelques individus remarqués en automne. Déjà, dès le début du printemps la majorité des espèces prédatrices abandonnent leurs gîtes d'hivernation et rejoignent les cultures, coïncidant avec l'apparition de leurs proies. Il est à noter aussi que ces prédateurs apparaissent simultanément à la même période dans le verger d'orangers *valencia late* aussi bien en 2008 qu'en 2013 (Fig. 102, 103). Dans les trois autres vergers, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidiae et les Chrysopidae qui apparaissent en premier, alors que les punaises qui sont très faiblement représentées, ne sont recensées que plus tard en 2008 et en 2013 (Fig. 104 à 109). Ces résultats ne corroborent pas ceux de GARCIN et VANDROT (2003) qui notent qu'en verger de pêcher, ce sont les coccinelles qui assurent la première prédation dès le mois d'avril, suivies par les Syrphidae qui font leur apparition au mois de mai. Les pontes de chrysopes sont observées dans la dernière semaine de mai et les hétéroptères sont les derniers auxiliaires prédateurs à arriver dans le verger. SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) signalent que sur le citronnier, les premiers adultes de coccinelles sont observés à la fin du mois de mars suite à l'élévation des températures moyennes et de la présence de jeunes pousses abritant les premières colonies du puceron *Toxoptera aurantii*. Selon les mêmes auteurs, les coccinelles sont les premières à s'installer sur les agrumes. Dans la présente étude, les ennemis naturels manifestent pleinement leur potentiel de multiplication en mai coïncidant avec la pullulation des pucerons sur les agrumes et avec les conditions climatiques favorables. Selon JOURDHEUIL (1983), les insectes utiles sont capables d'ajuster spontanément l'intensité de leur action prédatrice ou parasitaire aux fluctuations du niveau de population de leurs proies, du moins après un certain temps de latence nécessaire à la multiplication de l'espèce auxiliaire. IPERTI (1966) rapporte que la réunion simultanée des

conditions favorables notamment, trophiques, physiologiques, écologiques et climatiques augmente la multiplication de la faune auxiliaire, en particulier des Coccinellidae. SAHARAOUI (1994) rapporte que l'activité intense des prédateurs aphidiphages intervient entre le mois d'avril et le mois de juin. Durant cette période, un grand nombre de prédateurs représentés par les Anthocoridae, les Chrysopidae et les Coccinellidae sont recensés. De même, PAULIAN (1999) rapporte que les larves de chrysopes sont le plus souvent très voraces, ce qui se traduit par une consommation alimentaire élevée et donc un important effet prédateur. FAUVEL (1984), note la concentration des *Anthocoris* au printemps, avec une consommation larvaire totale de l'ordre de 100 larves de premier stade de pucerons. Cet auteur signale que les Anthocoridae jouent un rôle important dans le contrôle des populations de pucerons. En effet, d'après BRODEUR *et al*. (2013), parmi les qualités requises pour qu'un ennemi naturel s'avère un agent de lutte biologique efficace, il doit démontrer une grande voracité. La présence d'œufs et de larves de ces auxiliaires autour des colonies de pucerons montre bien qu'il s'agit de la phase de reproduction de ces prédateurs. Ces derniers dépendent à la fois des conditions trophiques et climatiques, notamment la température (BRODEUR *et al*., 2013). D'après SAHARAOUI *et al*. (2001), une larve d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* peut consommer jusqu'à 555 adultes du puceron *Toxoptera aurantii*, à une température ambiante de 27 à 28°C durant son cycle de développement. Selon les mêmes auteurs, un adulte d'*Oenopia doublieri*, consomme 770 adultes d'*Aphis citricola* en 15 jours, à une température ambiante variant entre 27 et 28°C. Selon les mêmes auteurs, *Oenopia doublieri* s'attaque aux aphides inféodés aux arbres et arbustes. Cette espèce s'alimente de plusieurs espèces de pucerons telles que *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossypii*, *Aphis nerii*, *Aphis pomi*, *Dysaphis pantaginea*, *Myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*, *Rhopalosiphum maïdis* et *Rhopalosiphum insertum*. Selon BRODEUR *et al*. (2013), le succès d'un agent de lutte biologique est en grande partie déterminé par la vitesse à laquelle il répond au développement des populations du ravageur ciblé : plus rapide et intense sera l'action, plus grand sera le niveau de contrôle.

Une régression de la faune auxiliaire suite à la diminution de la population aphidienne et à l'augmentation des températures est observée au mois de juin. La durée d'attaque des prédateurs varie avec l'importance et la persistance de la pullulation aphidienne (IPERTI, 1964). IPERTI (1983) signale qu'en été, les coccinelles quittent les cultures, par des vols migratoires d'amplitudes variables et gagnent les zones d'estivo-hivernation ou d'hivernation pour entrer en repos. De même KITOUS et LADDAOUI (1999) et BENOUFELLA-KITOUS

et al. (2009) remarquent la disparition des auxiliaires en été. SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) notent que sous l'effet des fortes chaleurs où les températures dépassent souvent 30 °C et de la rareté de la nourriture, la majorité des coccinelles fuit les agrumes et migre vers d'autres végétaux, notamment les rosacées, à l'exception de *Pullus subvillosus* qui entre en estivation en se cachant sous les feuilles des *Citrus* pour se protéger de la chaleur.

La raréfaction des auxiliaires en automne est en relation avec les températures qui s'abaissent et avec la nourriture qui devient de plus en plus rare. Selon IPERTI (1964), l'activité prédatrice des coccinelles est étroitement liée à la présence d'une population aphidienne donnée, elle-même sous la dépendance de l'existence de certains types de cultures. Par ailleurs, SAHARAOUI et GOURREAU (1998) notent qu'en hiver et sous la pression des conditions climatiques très défavorables, les adultes entrent en hibernation, jusqu'à ce que les minima thermiques spécifiques atteignent des niveaux nécessaires à un véritable réveil. La plupart des insectes sont ectothermes strictes et deviennent inactifs lorsque la température baisse : Seules quelques espèces parviennent à voler et à se nourrir, lorsqu'elle atteint des valeurs voisinent de 10°C (TURQUIER, 1994). C'est le cas de *Coccinella algerica, Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* et *Chrysoperla carnea* qui sont recensés durant la période automnale au niveau des quatre vergers et durant les deux années. *Coccinella undecimpunctata* est remarquée à cette période durant les années 2008 et 2013 dans le verger de citronniers. Les espèces *Aphidoletes aphidimyza* et *Anthocoris nemoralis* sont retrouvées en automne dans le verger d'orangers *valencia late* (2008 et 2013).

4.1.3.8. - Inventaire global des parasitoïdes recensés

Au cours de la présente étude, beaucoup de pucerons parasités et momifiés sont récoltés. Selon l'aspect et la coloration des momies, il semblerait que ces pucerons soient parasités par trois espèces de parasitoïdes différentes. Selon FOUGEROUX (1984), le parasitisme peut modifier la forme et la couleur des individus aptères et ailés. La forme est généralement bombée et la couleur varie entre le marron et le brun.

Le pourcentage de pucerons parasités, calculé est très bas. Dans la station d'Abid Chamlal, ce taux atteint 2 % en 2008 et 1,5 % en 2013 dans l'orangeraie de variété *valencia late* (Fig. 111, 112). Mais il se montre totalement absent dans le verger d'orangers *thomson*. Dans la station de Sikh Oummedour, le taux de parasitisme est de 3 en 2008 et de 2 % en 2013 dans le verger

de citronniers et de 1 % durant les deux années 2008 et 2013 dans le verger d'orangers *thomson* (Fig. 113 à 116). Ces résultats se rapprochent de ceux de KITOUS et LADDAOUI (1999) qui ont calculé un taux de parasitisme de 1,9 % dans un verger d'orangers *thomson* situé dans la région d'Oued-Aïssi. Dans la même station, MOHAND-OUALI et RAHMANI (1999) signalent un taux de parasitisme de 0,28 % dans verger de clémentiniers. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c) notent un taux de parasitisme de 0,08 % dans un verger d'orangers *thomson* et de 0,1%, dans un verger d'orangers *valencia late*. Ces auteurs signalent aucun puceron parasité n'a été recensé dans un verger de clémentiniers. Dans la présente étude, *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola* sont les espèces parasitées. Les résultats de BOUKHRIS-BOUHACHEM (2011) montrent que le pourcentage de l'atteinte parasitaire totale dans un verger de *Citrus* atteint 5%. Selon cet auteur, 4 espèces d'aphidés ont été découvertes parasitées sur les agrumes, *Toxoptera aurantii, Aphis gossypii, Aphis spiraecola* et *Myzus persicae*. *Toxoptera aurantii* a été parasité par six parasitoïdes, *Aphidius matricariae, Phedrus persicae, Lysiphlebus fabarum, Lysiphlebus testaceipes, Praon volucre*, et *Trioxys angelicae*. Selon BOUALEM et CHERFAOUI (2011) l'inventaire des parasitoïdes évoluant sur *Aphis citricola* a enregistré la présence de trois parasitoïdes : *Lysiphlebus fabarum, Lysiphlebus testaceipes* et *Lysiphlebus* sp. La période d'apparition des parasitoïdes recensés correspond au printemps, ce qui rejoint les travaux de RABASSE (1983). Cet auteur signale que les parasites se multiplient au printemps, en même temps que les aphides.

4.1.4. - Analyse factorielle des correspondances des espèces aphidiennes et des prédateurs

Les espèces de pucerons ainsi que les espèces prédatrices exploitées par une analyse factorielle des correspondances sont discutées.

4.1.4.1. – Discussion sur les pucerons traités par une analyse factorielle des correspondances

La représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances, montre l'existence de 4 groupements (Fig. 117).

Le groupement A renferme des espèces d'aphides qui se trouvent à la fois dans les parcelles de cultures maraichères telle que la fève en 2013 et dans les vergers d'agrumes de la station

d'Abid Chamlal. Il s'agit de *Rhopalosiphum staphyleae, Sitobion avenae, Hyalopterus pruni, Metopolophium helichrysi, Cedrobium laportei, Megourella purpurea, Hyadaphis coriandri, Aphis nerii et Megoure viciae.* Ces espèces sont polyphages et peuvent causer des dégats aussi bien sur les cultures maraichères que sur les cultures perennes. D'après LECOQ (1996), les pucerons possèdent de nombreuses caractéristiques morphologiques et biologiques qui en font des vecteurs de virus redoutables.

Le groupement B représente les espèces qui sont signalées au niveau des deux vergers de *Citrus* de la station de Sikh Oummedour durant les années 2008 et 2013. Ce sont *Myzus persicae, Aphis craccivora, Aphis fabae, Toxoptera aurantii, Hyperomyzus carduellinus, Macrosiphoniella linariae, Schizaphis rotundiventis, Sipha maydis, Chaitophorus* sp., *Lipaphis erysimi, Macrosiphum rosae, Diuraphis noxia, Eriosoma lanigerum, Haplocallis pictus et Myzocallis komareki.* Ces espèces semblent avoir une préférence pour les vergers d'agrumes de cette station. Les espèces *Toxoptera aurantii, Aphis fabae, Aphis craccivora* et *Myzus persicae* sont recensées sous la forme de colonies installées sur les feuilles des arbres. Selon DELORME (1997), la présence des colonies sur feuilles peut engendrer des pertes économiques notables. L'importance économique des pucerons repose en partie sur cette étape de sélection de la plante hôte, comme sur leur exceptionnel potentiel reproducteur (GIORDANENGO *et al*., 2007). En zone tempérée une espèce végétale sur quatre est attaquée par les pucerons et pratiquement toutes les plantes d'intérêt agricole (DEDRYVER *et al*., 2010).

Le groupement C comprend les espèces qui sont recensées à la fois dans les vergers de la station de Sikh Oummedour et le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal et ce au cours des deux années d'étude. Parmi ces espèces, il y a *Aphis citricola, Brachycaudus rumexicolens, Macrosiphoniella festucae, Metopolophium festucae, Brachycaudus prunicola, Aloephagus myersi, Aspidaphis adjuvans, Baizongia pistaciae. Aphis citricola* est une espèce qui provoque de nombreux dégâts sur les *Citrus*. Les autres espèces semblent être attirées par le couvert végétal développé et diversifié.

Le groupement D comprend des espèces qui sont notées uniquement dans la parcelle de la pomme de terre. Ces espèces sont au nombre de 16. Il s'agit de *Schizaphis eastopi, Capitophorus hippophaes, Cavariella aegopidii, Cavariella theobaldi, Myzus cerasi, Myzus hemerocollis, Nasonovia ribisnigri, Ovatus inculae, Rhopalosiphoninus staphylleae, Anoecia corni, Monellia pecanis, Takecallis taiwanus* et *Eriosoma lanuginosom*. Ces espèces semblent être attirées par les plantes spontanées présentes dans cette parcelle. Selon REMAUDIERE et

AUTRIQUE (1984) les plantes sauvages sont bien souvent la source des pucerons ailés qui vont s'installer sur des cultures réceptives.

L'analyse factorielle des correspondances, montre d'une part que la composition des cultures en espèces aphidiennes est différente d'une parcelle à une autre. Mais il existe des espèces communes à ces parcelles. Ces espèces sont les plus fréquentes et leur probabilité de rencontre est élevée. D'autre part, cette analyse fait ressortir que les espèces de pucerons recensées se répartissent en fonction de leur affinité floristique et exigence trophique. REMAUDIERE *et al*. (1976) signalent que chez ces pucerons hétéroeciques de grandes variantes dans la spécificité sont représentées, depuis les espèces strictement monophages vis à-vis d'un hôte primaire et d'un hôte secondaire uniques (comme *Phorodon hnmuli* Schrk., dont l'alternance de génération s'effectue entre *Prunus spinosa* et *Humulus lupulus)* jusqu'aux espèces qui admettent pour hôte primaire quelques plantes voisines et comme hôtes secondaires les plantes les plus diverses (c'est le cas de *Myzus persicae* qui accepte divers *Prunus* comme hôte primaire et qui est très polyphage sur les hôtes secondaires).

4.1.4.2. – Discussion sur les espèces prédatrices traitées par une analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances montre l'existence de 4 groupements (Fig. 118).

Le groupement A comprend les espèces prédatrices se trouvant au niveau des deux vergers de la station de Sikh Oummedour. Ces espèces sont représentées par les coccinelles *Coccinella undecimpunctata, Pullus subvillosus, Scymnus pallipediformis, Scymnus rufipens* et par la punaise *Malacocoris chlorizans.* Ces espèces semblent avoir une préférence pour les pucerons fréquentant les vergers de *Citrus*. Selon IPERTI (1966), chaque type de coccinelles prospecte durant sa période d'activité une zone spatiale préférentielle, en fonction de la hauteur moyenne et de la densité des strates végétales. Les observations de SAHARAOUI *et al*. (2001) montrent que l'espèce dominante la plus active en verger d'agrumes est *Pullus subvillosus*. C'est aussi la seule espèce aphidiphage qui se reproduit et développe une descendance viable sur agrumes.

Le groupement B renferme deux espèces qui sont recensées à la fois dans les deux parcelles de cultures maraichères, à savoir la parcelle de la pomme de terre, la parcelle de la fève et

dans le verger d'orangers *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Ce sont *Oenopia doublieri* et *Syrphus corollae.*

Le groupement C renferme les espèces qui sont recensées dans les vergers d'agrumes et qui sont notées également dans les parcelles de cultures maraichères. Il s'agit de *Coccinella undecimpunctata, Oenopia doublieri, Pullus subvillosus, Scymnus rufipens* et *Syrphus corollae.*

Le groupement D comprend les espèces inventoriées dans la parcelle d'orangers *valencia late* au cours des deux années d'étude 2008 et 2013. Il s'agit d'*Aphidoletes aphidimyza, Melanostoma mellinum, Sphaerophoria scripta, Phytocoris tiliae* et *Anthocoris nemoralis. Anthocoris nemoralis* s'accommode bien dans les vergers d'agrumes (BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2008c). Selon SAHARAOUI et *al*. (2001), les Anthocoridae sont reconnus pour leur spécificité alimentaire vis-à-vis des pucerons. Cependant, ils peuvent rechercher une nourriture de remplacement en cas de déficit alimentaire.

Les espèces *Coccinella algerica, Hippodamia (Adonia) variegata, Episyrphus balteatus* et *Chrysoperla carnea* sont des espèces qui se rapprochent du centre, car elles sont présentent dans les 6 parcelles échantillonnées. Le travail mené par BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (2011) sur l'écologie de *Coccinella algerica* en Tunisie a permis de déterminer les plantes hôtes de cette coccinelle qui peuvent être des plantes spontanées, des cultures maraîchères et des arbres fruitiers. Ces auteurs précisent que *Coccinella algerica* fréquente 75 espèces végétales appartenant à 22 familles botaniques. D'après SAHARAOUI (2008), les espèces *Coccinella algerica* et *Hippodamia (Adonia) variegata,* sont communes à toutes les régions d'Algérie. Les coccinelles ont la capacité à interagir avec les molécules présentes dans leur environnement et ce, aussi bien pour localiser leurs proies, s'accoupler, se protéger de la prédation ou du cannibalisme, trouver un abri pour passer l'hiver ou assurer la meilleure survie pour leur descendance (DURIEUX *et al*., 2010).

Le graphique de l'AFC montre que la majorité des prédateurs recensés peuvent se retrouver à la fois dans les parcelles de cultures maraichères et au niveau des vergers d'agrumes. Certaines espèces par contre ne fréquentent qu'un seul type de cultures, probablement recherchant des proies bien spécifiques. Les ennemis naturels recensés sont les facteurs biotiques de la limitation des populations des aphides.

4.2. – Discussion sur la biologie de deux espèces de coccinelles aphidiphages

Les résultats portant sur la biologie de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* sont interprétés.

4.2.1. - Durée d'incubation des œufs et fertilité de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*

Les durées d'incubation des œufs des deux coccinelles nourries à l'aide d'*Aphis fabae* varient entre 3 jours pour une température moyennes de 24 °C et une humidité relative de l'air de 73,5 %, et 5 jours pour une température moyenne de 20,8 °C et une humidité relative de l'air de 68,3 % pour *Coccinella algerica* (Tab. 33). La même durée d'incubation est observée pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, soit 4 jours pour une température moyenne de 24 °C et une humidité relative de l'air de 65 %, et 5 jours pour une température moyenne de 22,33 °C et une humidité relative de l'air de 70 %) (Tab. 37). Les présents résultats confirment ceux d'ONGAGNA *et al*. (1993) qui signalent que de très faibles durées d'incubation sont obtenues pour la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* avec des températures moyennes de 23,3 °C. Cette durée est d'autant plus longue que lorsque la température diminue. En effet, il est enregistré une durée d'incubation comprise entre 6 et 7 jours pour des températures moyennes variant entre 20,5 et 21 °C et une humidité relative de l'air de 67,5 % et 72,3 % chez *Coccinella algerica*. La même durée (6 à 7 jours) est également enregistrée pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* pour des températures moyennes variant entre 20,3 °C à 21,7 °C et une humidité de 71,1 % et 72,4 %. La durée d'incubation est donc sous l'influence de la température. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de SCHANDERI *et al.* (1985) qui mentionnent que la durée d'incubation est de 9,2 jours à 15°C, 4,4 jours à 20 °C et 3,4 jours à 25 °C pour *Harmonia axyridis*. De même SAHARAOUI *et al*. (2001) notent que la durée d'incubation d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* dans les conditions contrôlées est de 8 jours à 20 °C, 3,7 jours à 25 °C et 2 jours à 30 °C avec une humidité relative de l'air de 65 à 75 %. Selon IPERTI (1964) la durée d'incubation des œufs de coccinelles varie de 2 à 7 jours, quelle que soit l'espèce. LEGEMBLE (2009) affirme que l'embryogenèse ne nécessite que 2 à 7 jours pour toutes les espèces et pour toutes les saisons. IPERTI et BRUN (1978) signalent que la durée d'incubation est en moyenne de 5 jours. Selon BRODEUR *et al*. (2013) les insectes sont des organismes ectothermes et ont, de ce fait, une

très faible capacité à réguler leur niveau thermique corporel, de sorte que la température ambiante détermine l'ensemble des activités biologiques d'un insecte.

Les taux de fertilité des œufs sont très élevés, supérieurs à 45,5 % et atteignent même 100 % pour des températures moyennes variant entre 21,2 et 24,3 °C pour *Coccinella algerica*. De ce fait, cette coccinelle peut être très utile dans la réduction des populations aphidiennes. En effet, les travaux de BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005) montrent l'efficacité de *Coccinella algerica* dans la lutte contre *Aphis gossypii* en culture protégée. Dans le présent travail, pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* le taux de fertilité des œufs varie de 68,2 % pour une température de 20,33 °C à 100 % pour des températures comprises entre 22,3°C et 24°C. SAHARAOUI *et al*. (2001) affirment que chez les espèces polyvoltines telle que *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, une nette baisse de la fécondité est observée lorsque les températures augmentent et dépassent 30 °C. De même, ONGAGNA *et al*. (1993) signalent que des températures moyennes inférieures à 12°C n'ont pas permis l'éclosion des œufs de *Harmonia axyridis*. Selon BRODEUR *et al*. (2013) la température conditionne la survie, le développement et la reproduction des individus. Les mêmes auteurs notent qu'aucun développement complet n'est observé chez les coccinelles à 12 °C et à 36°C. Leur limite thermique inférieure est comprise entre 12 et 16 °C. Quant au seuil supérieur thermique, il se situe entre 33 et 36 °C.

4.2.2. - Influence de la qualité de la nourriture sur la durée de développement

L'espèce *Toxoptera aurantii* semble être une nourriture intéressante pour le développement de *Coccinella algerica*, dans la mesure où elle écourte le cycle biologique à 20,7 jours à une température moyenne de 22,7 °C (Fig. 119). En effet, cette espèce est placée dans la classe A, avec une durée de développement de 20,7 jours (Tab. 36). La durée moyenne de développement des états larvaires et nymphal est de 16,7 jours à 23,4 °C. Pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, c'est l'alimentation à base *d'Aphis fabae* qui est classée dans la catégorie A. Elle semble être donc une nourriture intéressante puisqu'elle écourte le cycle biologique de la coccinelle avec une durée de 21,4 jours à une température moyenne de 20,9°C. La durée moyenne de développement des stades larvaires et nymphal est de 17,9 jours à 20,6 °C (Fig. 123). En effet, selon FERRER (2009) les performances de croissance et de reproduction réalisées par les coccinelles servent d'indicateurs de la qualité de la proie consommée. SCHANDERI *et al.* (1985) notent que la durée moyenne de développement des

états larvaires et nymphal d'*Harmonia axyridis* est de 41,8 jours à 15 °C, 20,8 jours à 20 °C et de 11,8 jours à 25 °C. Cette durée est de 26 jours d'après IPERTI et BRUN (1978). Les résultats de SAHARAOUI *et al*. (2001) montrent que la durée moyenne de développement des états larvaires et nymphal en conditions contrôlées est de 19,5 jours à 20 °C, 12,2 jours à 25 °C et 6,8 jours à 30 °C. La deuxième espèce qui offre de meilleures conditions trophiques pour la coccinelle à sept points (*Coccinella algerica*) est *Aphis fabae* qui donne une durée de développement de 26,3 jours à 22,47 °C (Fig. 119). Elle est classée de ce fait dans la catégorie B. Par contre, pour *Hippodamia* (*Adonia*) variegata, c'est *Toxoptera aurantii* qui vient en seconde position, classée dans la catégorie B, avec une durée de développement de la coccinelle de 23,6 jours à 21 °C (Tab. 40). Enfin, l'alimentation à base d'*Aphis citricola* semble prolonger le cycle de développement des deux espèces de coccinelles. Cette espèce se place dans la catégorie C. Le cycle atteint 29,7 jours à une température moyenne de 21,7 °C pour *Coccinelle algerica* et 30,5 jours à une température moyenne de 22.5 °C pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*. Ce cycle est de 18 jours environ pour une température moyenne de l'ordre de 25 °C chez *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (IABLOKOFF-KHNZORIAN, 1982). D'après SAHARAOUI et GOURREAU (2000) *Aphis fabae* est l'une des proies préférée de *Coccinelle algerica* pour se reproduire. Selon BEN HALIMA-KAMEL *et al*. (2011) *Coccinella algerica* consomme 20 espèces aphidiennes appartenant à 4 sous-familles, celles des Aphidinae, des Calaptidinae, des Chaitophorinae et des Lachininae. Les Aphidinae sont les plus représentés avec 16 espèces réparties entre deux tribus et 14 genres, telles que *Acyrthosiphon pisum*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora*, *Brachycaudus cardui*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Rhopalosiphum maidis* et *Rhopalosiphum insertum*. SAHARAOUI *et al*. (2001) ont montré la préférence de cette coccinelle pour *Aphis spiraecola*, *Dysaphis apiifolia*, *Sitobion avenae* et *Toxoptera aurantii*. SAHARAOUI et GOURREAU (2000) affirment qu'il existe une préférence alimentaire pour les principales espèces de coccinelles aphidiphages. La majorité de ces prédateurs s'alimente de plusieurs espèces de pucerons, mais développe des descendances viables aux dépens d'espèces de pucerons spécifiques. L'étude de SAHARAOUI et GOURREAU (1998) montre que la coccinelle *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* préfère *Aphis fabae* sur diverses plantes basses spontanées et cultivées, qu'elle pond ses œufs sur ces dernières et sur des plantes telles que le laurier rose, le grenadier et la fausse avoine. Elle s'installe ensuite vers le début du mois de mai sur agrumes juste pour se nourrir des pucerons des *Citrus*, tels que *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola*. KOURIM *et al*. (2011) ont observé à Tamanrasset *Hippodamia* (*Adonia*)

variegata à côté de populations du puceron *Aphis gossypii* sur le grenadier, *Aphis fabae* sur fève et *Aphis craccivora* sur plantes adventices. IPERTI (1966) note la présence d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* parmi les cinq espèces de coccinelles recensées sur les colonies d'*Aphis fabae*. SAHARAOUI *et al*. (2001) précisent qu'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* préfère *Aphis* sp., *Aphis nerii, Aphis fabae, Aphis citricola*, *Myzus persicae* et *Sitobion avenae.* Selon SCHAUB *et al*. (2010) la durée de développement de l'œuf à l'adulte est relativement courte; elle dure moins d'un mois. Celle-ci est fonction de l'espèce, du climat et de la nourriture. SCHANDERI *et al*. (1985) affirment que le puceron *Myzus persicae* présente une bonne valeur alimentaire pour *Harmonia axyridis* et que le développement de cette coccinelle dure 51 jours à 15 °C, 25,2 jours à 20 °C et 15,2 jours à 25 °C. De même, ROY *et al*. (2010) notent que la durée de développement de la plupart des coccinelles aphidiphages dépend grandement de la température. Lorsque les conditions de climat et de nourriture sont favorables, le cycle de l'œuf à l'adulte est bouclé après une période de 35 à 40 jours. GAUTIER (1993) précise que le cycle entier dure environ 1 mois chez les espèces de grande taille telles que *Adonia*, *Coccinella*, *Harmonia* et *Adalia* et un peu moins chez les petites espèces telle que *Scymnus*.

IPERTI (1965) affirme que la seule présence d'adultes dans un site prospecté évoque seulement une attirance relative du prédateur envers le ravageur. En revanche la présence d'œufs, de larves et de nymphes de coccinelles détermine parfaitement le degré de spécificité trophique existant réellement entre la proie et son ennemi sur arbres et arbustes. Ainsi *Coccinella algerica* se nourrit plus particulièrement des pucerons *Toxoptera aurantii* et *Aphis citricola* sur *Citrus* et *Pittosporum tobira* Gaertn, 1788, d'*Aphis fabae,* d'*Aphis craccivora*, et d'*Aphis pisum* qu'elle trouve sur diverses plantes basses spontanées et cultivées (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000). Les diverses espèces de pucerons que consomment les coccinelles aphidiphages n'ont pas la même valeur alimentaire (DIXON, 2000). Cet auteur définit les proies qualifiées d'essentielles, celles qui permettent à l'insecte prédateur de soutenir son développement larvaire et sa reproduction au stade adulte, les proies alternatives sont celles qui lui apportent assez d'énergie pour survivre mais pas pour se développer ou se reproduire. Certaines espèces de pucerons de bonne qualité pour une coccinelle peuvent s'avérer de mauvaise qualité ou toxiques pour une autre et inversement (DIXON, 2000). Les études menées à ce jour sur la biologie des coccinelles aphidiphages démontrent que la qualité et la quantité de la nourriture sont un élément indispensable pour le développement de ces prédateurs, en plus des facteurs abiotiques qui agissent sur leur comportement naturel

(FERRAN et LARROQUE, 1977). FERRAN et LARROQUE (1979) signalent que chez les coccinelles, la consommation quotidienne de proies s'accroît avec la température.

4.2.3. - Quantité de nourriture nécessaire à la ponte

Au cours de la présente étude, il fallait tenter de déterminer la quantité de nourriture optimale qui permet à la coccinelle de pondre. Cette quantité est en fait variable d'une espèce à l'autre et d'une femelle à l'autre. Ainsi une femelle de *Coccinelle algerica* ingère en moyenne 24,7 mg de pucerons pour une durée moyenne de 2,6 jours (Tab. 34) et une femelle d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* se nourrit en moyenne de 24,0 mg pour une durée moyenne de 2,6 jours (Tab. 38). Selon SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) la densité et l'activité des coccinelles aphidiphages sont en relation avec la densité de leurs proies. Chez *Coccinella algerica*, la durée minimale atteinte est de 1 jour correspondant à une alimentation de 26,4 mg et un laps de temps maximal de 4 jours lorsque le poids des pucerons ingérés est de 23,2 mg. Pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* les quantités de pucerons à consommer pour induire les pontes sont de 25,2 mg pour le délai le plus court et de 22,5 mg pour le délai le plus long. Ainsi la durée qui permet à la femelle de pondre est d'autant plus courte que la quantité des pucerons ingérés est importante, constatation qui est en accord avec celle de SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009). En effet, il existe une forte corrélation entre le poids des pucerons ingérés et la durée qui permet aux deux espèces de coccinelles de pondre. La corrélation linéaire est significative, marquée à $p < 0,05$ avec $Y = -1,027x + 27,97$ pour *Coccinella algerica* (Fig. 122) et avec $Y = -1,023x + 27,15$ pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* (Fig. 126). La voracité des imagos exige la présence d'une nourriture abondante (IPERTI, 1966). Un adulte de *Coccinella algerica* consomme jusqu'à 1.069 individus d'*Aphis gossypii* en 11 jours en conditions naturelles, à une température comprise entre 26 °C et 28°C (SAHARAOUI *et al*., 2001). De même, selon SCHAUB *et al*. (2010) les coccinelles réagissent à une offre volumineuse de proies par une augmentation de la consommation et une oviposition élevée. Lorsque les coccinelles femelles absorbent des pucerons favorables à l'ovogenèse, la pression ovarienne ne cesse de croître jusqu'au déclenchement de la ponte (IPERTI, 1966). L'importance des émissions des œufs varie en fonction des espèces et des ressources disponibles (DIXON, 2000). L'alimentation demeure un élément important susceptible de modifier le taux de multiplication des coccinelles. Sa qualité et sa quantité influent directement sur le mécanisme de la reproduction et sur le rythme de ponte

(FERRANT et LARROQUE, 1979). En outre, l'alimentation est très utile dans la mesure où elle permet d'évaluer avec précision la quantité de nourriture à fournir pour réaliser un élevage et réduire ainsi le prix de revient de la production des pucerons qui jouent le rôle de nourriture, qui est en effet très élevé. C'est la raison pour laquelle des recherches sont en cours pour trouver une nourriture alternative moins onéreuse, notamment l'utilisation des diètes artificielles (HEMPTINNE *et al*., 1992). SAHARAOUI *et al*. (2001) citent également la température comme un facteur important agissant sur la vitesse de la maturité sexuelle.

4.2.4. - Cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* et d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de leurs espèces

Les résultats obtenus montrent que le cannibalisme après 3 heures de jeûne est très important non seulement pour les larves du quatrième stade (L4), mais aussi pour les adultes des deux espèces de coccinelles. Pour 30 % des larves de *Coccinella algerica* le taux d'ingestion des œufs est de 100 %. Mais 50 % d'entre elles ingèrent plus de 80 % des œufs disponibles. A peine 20 % des larves *de Coccinella algerica* en consomme moins de 80 % (Fig. 120). Le même résultat est obtenu pour les adultes de *Coccinella algerica* avec un taux d'ingestion de 100 % des œufs par 40 % des adultes. Il est de 80 % pour 60 % des adultes (Fig. 121). Pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, ce taux atteint 100 % pour 40 % des larves prédatrices. De même 40 % d'individus ont ingéré plus de 80 % d'œufs, les 20 % restants se sont nourris de moins de 70 % (Fig. 124).

Pour ce qui concerne les adultes, le taux d'ingestion des œufs par 40 % des adultes mis en observation est de 100 %; 60 % d'entre eux ont consommé entre 71,43 % et 94,74 % œufs (Fig. 125). Chez les coccinelles, ce comportement est très commun et a un large impact sur les populations des Coccinellidae. Il est montré sur le terrain que la mortalité des œufs due au cannibalisme est en moyenne de 50 % (SCHELLHORN *et al.*, 1999 cités par MARTINI *et al*., 2009) et peut même atteindre 60 % pour *Harmonia axyridis* (OSAWA, 1989 cité par MARTINI *et al*., 2009). Les présents résultats corroborent ceux d'IPERTI et BRUN (1978) qui affirment que la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* manifeste un cannibalisme important. De même, DIXON (2000) note que la particularité des coccinelles est de présenter un cannibalisme intense des larves entre elles et sur les œufs. Il est souvent décrit comme une adaptation au manque de nourriture et permet à des communautés de perdurer même en cas de pénuries alimentaires (MARTINI *et al*., 2009). SAHARAOUI (1994)

rapporte que le cannibalisme est très courant chez les coccinelles aphidiphages. Ce comportement est souvent observé chez les larves et les adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* qui en l'absence de leur nourriture essentielle constituée part des pucerons, peuvent dévorer ou ingérer leurs propres œufs. Le cannibalisme constitue un facteur limitant quant à l'utilisation des coccinelles en lutte biologique. Il influe sur la dynamique des populations des coccinelles et ainsi sur leur rôle régulateur des populations aphidiennes, au contraire des coccinelles coccidiphages, dont les œufs sont protégés du fait qu'ils sont pondus sous les boucliers des cochenilles (SAHARAOUI *et al*., 2001). Selon DURIEUX *et al*., (2010), les coccinelles mangent plus volontiers leurs propres œufs que des œufs hétérospécifiques. De même, MARTINI *et al.* (2009) constatent que des larves préfèrent consommer des œufs conspecifiques plutôt que de jeûner quand il s'agit de la seule nourriture proposée. Les résultats de ces mêmes auteurs montrent que les œufs et les pucerons sont deux nourritures aux caractéristiques différentes. Les pucerons permettent une croissance rapide. Ils préparent moins bien les larves à supporter le manque de nourriture. Le cannibalisme des œufs au contraire, contribue à constituer des réserves dont le métabolisme est moins rapide, aboutissant à une croissance plus faible des larves mais permettant une meilleure conservation de la masse corporelle en cas de jeûne prolongé. Le cannibalisme est donc particulièrement avantageux avant l'entrée en nymphose puisqu'il permet de conserver plus de poids lors du passage de la larve à la nymphe puis à l'adulte. La bonne réponse métabolique des larves de coccinelles au cannibalisme des œufs a sans doute été sélectionnée en raison des faibles capacités de dispersion des larves. Les œufs conspécifiques deviennent alors les seules ressources alternatives disponibles en cas de manque de pucerons. Dès lors, les larves qui peuvent tirer le meilleur parti du cannibalisme sont logiquement plus avantagées au cours de l'évolution (MARTINI *et al*., 2009).

4.3. – Discussion de l'effet bioinsecticides d'extraits végétaux et du produit chimique sur *Aphis fabae*

L'effet de la dose, du temps et de la nature de l'extrait, ainsi que celui du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae* sont confrontés avec les résultats d'autres auteurs.

4.3.1. - Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae*

Après avoir exposé des populations d'*Aphis fabae* aux différentes doses des huit extraits aqueux, il ressort que les plantes expérimentées se sont révélées très toxiques à l'égard d'*Aphis fabae* et que le taux de mortalité varie selon les concentrations. BENZARA *et al*. (2013) notent que la toxicité de l'extrait de *Peganum harmala* L. à l'égard de *Locusta migratoria cinerascens* Fabricius, 1781 est d'autant plus élevée que les doses sont importantes. L'étude de BABA-AISSA *et al*. (2014) sur l'évaluation de l'efficacité des huiles essentielles formulées à base de thym et d'origan sur l'abondance de deux pucerons d'agrumes (*Aphis citricola* et *Aphis gossypii*) montre que toutes les molécules testées ont un effet répressif sur les ravageurs. Ces mêmes auteurs signalent que l'estimation de l'efficacité des doses utilisées, a dévoilé que toutes les doses ont eu une répression sur l'abondance des populations des pucerons visés mais que les doses complètes (D) se révèlent nettement plus efficaces que les demi-doses. LAZNIK *et al*. (2011) mettent en évidence le fait que les substances à base de consoude glycolique (*Symphytum officinale* L., 1753) et du souci officinal (*Calendula officinalis* L., 1753) ont le potentiel de contrôler les pullulations du puceron du pommier *Aphis pomi* et que les taux de mortalité des populations de ce puceron sont enregistrés à la plus forte concentration (5 %). Le taux de mortalité de la population d'*Aphis fabae* traitée aux différents extraits est nettement plus élevé que celui du témoin non traité qui atteint une moyenne de 185,8 pucerons vivants contre 3,2 individus morts. Les doses de 10 % et de 20 % présentent un effet biocide sur les populations aphidiennes traitées avec les extraits de fougère et d'ortie, mais celui-ci reste négligeable et les populations de pucerons ont pu, malgré les traitements, pulluler. En effet, l'extrait végétal à base de fougère présente un taux de mortalité de 23 % à la dose de 10 % et de 35 % à la dose de 20 % et l'extrait d'ortie s'est révélé faiblement toxique avec un taux de mortalité de 11 % à la dose de 10 % et de 18 % à la dose de 20 % (Fig. 129, 135). D'après les résultats de TAIL *et al*., (2014), une forte activité insecticide est notée chez le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775**,** traité par les triterpènes extraites *de Mentha piperita*. La mortalité enregistrée est proportionnelle à la dose, avec un taux de mortalité de 25 % pour la plus faible dose et de 37,5% pour la plus forte dose. L'étude de HABOU *et al*. (2011) met en évidence un effet biocide du traitement à base de *Jatropha curcas* sur *Aphis craccivora*. Cet effet varie considérablement selon la concentration et augmente à mesure que la dose d'huile est accrue. Ainsi, les concentrations de 5 % et 7,5 % d'huile de *Jatropha curcas* permettent de réduire le

niveau d'attaque des pucerons de 10 % pour la première dose et 50 % pour la seconde dose par rapport au témoin. Une diminution considérable des populations aphidiennes est notée dès les plus faibles doses pour les extraits d'origan et de lavande. BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2014) signalent que les extraits aqueux de la menthe *Mentha spicata* et de la lavande *Lavandula stoechas* 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, celle à 50 % étant la plus efficace avec des taux de mortalité de 89,8 % pour l'extrait de menthe et de 99,3 % pour l'extrait de lavande. Dans la présente étude, un taux de mortalité de 83 % à la dose de 10 % est enregistré pour l'extrait d'origan et des taux de mortalité de 84% à la dose de 10 % et de 91 % à la dose de 20 % sont obtenus avec l'extrait de lavande (Fig. 131, 139). Ces extraits végétaux présentent un taux élevé de mortalité à partir de la concentration 40 %. La dose de 50 % représente la dose la plus toxique avec un taux de mortalité de 89,5 % équivalant à une moyenne de 35,8 pucerons morts pour l'extrait d'ortie, de 97 % équivalant à une moyenne de 38,8 pucerons morts pour l'extrait de fougère et de 99 % équivalant à une moyenne de 333,8 pucerons morts pour l'extrait de lavande. L'extrait d'origan présente l'effet le plus toxique sur la population d'*Aphis fabae* à la dose de 40 % avec une moyenne de 155,4 pucerons morts équivalent à un taux de mortalité de 77 %. Ces résultats sont en accord avec ceux de AMIRAT *et al.* (2011) qui signalent que les taux de mortalité d'*Aphis pomi* traité aux huiles essentielles de lavande et d'origan augmentent proportionnellement avec la dose. De même, les résultats de SELLAMI et MEZERKET (2008) montrent que l'huile essentielle d'origan testée sur le nématode *Meloidogyne incognita* White, 1919 manifeste une augmentation des taux de mortalité qui dépend de la concentration. Les doses de 30 % et de 50 % interviennent par la suite avec des taux de mortalité très proches qui sont respectivement de 72 % et de 63 %. A travers ces résultats, il apparaît que l'activité insecticide est proportionnelle aux doses. Le boxplot mortalité-dosage montre que le niveau de mortalité ainsi que la variabilité augmentent avec le dosage (Fig. 130, 132, 136, 140). Ceci est confirmé par le test de Kruskall-wallis avec une p-value de 0,015 pour l'extrait d'ortie, de 0,020 pour l'extrait de fougère, de 0,006 pour l'extrait de lavande et de 0,001 pour l'extrait d'origan. Ces valeurs sont très proches de zéro, ce qui veut dire qu'il y a une dépendance très forte entre la mortalité et le dosage (Annexe 55). Cependant, dans la présente étude, avec les extraits d'ail, de menthe poivrée, de laurier noble et de sauge, la mortalité est plafonnée dès la concentration de 10 %. Des taux de 97,7 % sont obtenus avec l'extrait d'ail, de 85 % avec l'extrait de menthe poivrée, de 49 % avec l'extrait de laurier noble et de 85 % avec l'extrait de sauge

(Fig. 127, 133). La mortalité et la dose sont donc indépendantes dans le cas de ces extraits (Fig. 137, 141). En effet, Le boxplot Mortalité-dosage montre que le niveau de mortalité ainsi que la variabilité n'augmentent pas avec le dosage (Fig. 128, 134, 138, 142). Ceci est confirmé par le test de Kruskall-wallis avec une p-value de 0,537 pour l'extrait d'ail, de 0,57980 pour l'extrait de menthe, de 0,09504 pour l'extrait de laurier noble et de 0,976 pour l'extrait de sauge. Ces valeurs ne sont pas proches de zéro. Ce qui veut dire qu'il ya une indépendance entre la mortalité et le dosage (Annexe 55). Ces résultats concordent avec ceux d'ONDET (2007) qui signale que des infusions de menthe poivrée et d'armoise à 10 % ont permis de limiter de façon satisfaisante le nombre de pucerons verts sur pommier. De même, BELGUENDOUZ *et al*. (2014) notent que l'efficacité de l'huile essentielle d'origan sur le *Varoa jacobsoni* est obtenue à la plus faible dose après 4 applications où le taux de mortalité a atteint 98,77% avec un taux d'efficacité de 86,84%. Les résultats de la présente étude ne corroborent pas avec ceux de SELLAMI et MEZERKET (2008) qui montrent que l'efficacité de l'huile essentielle de sauge appliquée sur le nématode *Meloidogyne incognita* augmente avec l'augmentation de la concentration. PRISCA *et al.* (2013) signale qu'une solution pure d'extrait d'armoise absinthe présente une activité toxique vis-à-vis de *Myzus persicae*, avec un nombre moyen de 5,7 pucerons vivants par salade 7 jours après traitement. De même, l'extrait de l'armoise vulgaire en solution pure présente un effet toxique semblable sur *Nasonovia ribisnigri* avec un nombre moyen de 4,8 pucerons vivants par salade (7 jours post traitement). Les propriétés insecticides du neem *Azadirachta indica* ont été aussi testées avec grand succès en plein champ au Burkina Faso sur la tomate contre les pucerons et les mouches blanches et des essaies ont été effectués avec succès sur le puceron du choux *Brevicoryne brassicae* en République Tchèque (BELANGER et MUSABYIMANA, 2012). De même, les résultats de BRAHAM *et al*. (2014) montrent une bonne efficacité d'extraits végétaux particulièrement le neem dans la réduction des infestations de pucerons dans les vergers d'amandiers. En outre, DIARISSO *et al.* (2005) ont signalé que des extraits de pulvérisation à partir de graines d'*Azadirachta indica* pourraient contrôler efficacement les pucerons du sorgho. OCHIENG et NDERITU (2011) ont testé l'extrait de neem pour contrôler le puceron du pêcher, *Myzus persicae* dans la culture de pois et ont démontré l'efficacité de cette plante. Selon RAFFA (1987) un tétranortriterpénoïde isolé à partir des graines de margousier, agit comme un anti-appétant et inhibe la croissance et le développement de plusieurs insectes.

4.3.2. - Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*Aphis fabae*

Les résultats montrent un effet biopesticide lent des solutions aqueuses appliquées sur les plants infestés par le puceron noir. Ces extraits montrent un effet non négligeable sur la mortalité d'*Aphis fabae* au temps T1, c'est-à-dire 3 jours après le traitement. Cependant l'action la plus toxique est observée 6 jours post traitement pour les extraits d'ail, de fougère, d'ortie, de lavande et de menthe poivrée et de 9 jours pour les extraits de laurier noble, d'origan et de sauge. Malgré leur faible efficacité après 3 jours de traitement, ces extraits ont pu engendrer une mortalité au sein des populations aphidiennes. Ainsi à la dose 50%, le nombre d'individus morts passe d'une moyenne de 11,6 pucerons équivalant à un taux de mortalité de 29 % (1^{ére} observation) à 35,8 pucerons en moyenne équivalant à 89,5% de mortalité (2^{éme} observation) pour l'extrait d'ortie (Fig. 151, 152). Pour l'extrait de fougère, une moyenne de 12,8 individus morts est enregistrée au temps T1 et une moyenne de 38,8 pucerons morts correspondant à un taux de mortalité de 97% est enregistrée 6 jours après application de l'extrait (Fig. 145, 146). L'extrait d'ail provoque à la dose de 10 % un taux de mortalité de 80,9 % au temps T1, et un taux de mortalité de 97,7 % au temps T2 (Fig. 143, 144). L'extrait de lavande dentée montre un taux de mortalité des populations d'*Aphis fabae* faible 3 jours après la pulvérisation par rapport à celui obtenu 6 jours après. Le nombre de pucerons morts passe d'une moyenne de 151,6 (1ere observation) à une moyenne de 166,9 pucerons morts (2eme observation) (Fig. 147, 148). L'extrait de menthe poivrée engendre une mortalité de 30 % 3 jours post traitement et de 85,4 % 6 jours après le traitement et ce à la dose de 10 % (Fig. 149, 150). Avec l'extrait aqueux de laurier noble, la moyenne de mortalité des populations aphidiennes obtenue 3 jours après l'application du traitement est nettement plus faible que le taux de mortalité observé après 6 et 9 jours (Fig. 153, 154). Le nombre d'individus morts augmente en moyenne de 2,8 pucerons (1^{ére} observation) à 11,4 pucerons (2^{éme} observation) et à 145,4 pucerons (3^{éme} observation). L'extrait d'origan appliqué sur les pucerons donne un taux de mortalité faible 3 jours après le traitement comparé à ceux obtenus 6 et 9 jours après. Le nombre de pucerons morts passe d'une moyenne de 10,8 pucerons (3 jours post traitement) à 155,4 pucerons (9 jours post traitement) (Fig. 155, 156). Les mêmes résultats sont enregistrés après l'application de l'extrait de sauge. La moyenne de mortalité la plus élevée à la dose 10 % est marquée au temps T3, soit 9 jours après le traitement avec 191 individus morts. Cependant, au temps T1 et T2, soit respectivement 3 et 6 jours après la

pulvérisation, une moyenne respectivement de 2,8 et 41,8 pucerons morts est dénombrée (Fig. 157, 158).

A la lumière de ces résultats, il ressort que le facteur temps joue un rôle important dans l'efficacité du traitement. Plus la période d'action du bioinsecticide est longue, plus son efficacité est grande. En effet, le boxplot Mortalité-Temps montre que la variabilité du niveau de mortalité est plus important (mortalité plus forte) pour le cas « 6 jours » que pour le cas « 3 jours ». Ceci est confirmé par le test de Kruskall-wallis avec une p-value très proche de zéro (de $2{,}414x10^{-6}$ pour l'extrait d'ail, de $3{,}43x10^{-9}$ pour l'extrait de menthe, de $2{,}724x10^{-9}$ pour l'extrait de lavande, de $5{,}893x10^{-}$pour l'extrait de laurier noble, de $1{,}246x10^{-9}$pour l'extrait de sauge, de $1{,}583x10^{-5}$ pour l'extrait d'origan, de $1{,}191x10^{-8}$ pour l'extrait de fougère et de $1{,}256x10^{-8}$ pour l'extrait d'ortie) qui signifie que la dépendance est forte avec le temps. Ce qui montre qu'il y a une variation significative de la mortalité en fonction du temps. Les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus par SELLAMI *et al*. (2011) qui montrent que les huiles essentielles d'origan et de sauge appliquées sur *Meloidogyne incognita* manifestent une augmentation des taux de mortalité qui dépend du temps d'exposition. Ces auteurs précisent qu'à la dose 800 µl/l et après 24 heures, le pourcentage de mortalité corrigé est de 72,6 % avec *Mentha spictata* et de 81,35 % avec *Origanum glandulosum.* Le taux de mortalité des juvéniles de *Meloidogyne incognita* est de 78 % 48 heures après la pulverisation et de 83 % 72 heures après pour les deux huiles testées. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de BAROFFIO *et al.* (2009) qui signalent que l'efficacité du traitement à base de l'huile de sésame sur le puceron de sureau *Aphis sumbuci* diminue au fil du temps. Ces auteurs notent que le pourcentage d'ombelles attaqué par ce puceron après 2, 10, 17 et 27 jours de l'application du traitement sont successivement 5, 6, 29 et 36 %. LAZNIK *et al*. (2011), par contre, 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. De même, BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2014) signalent que les extraits aqueux de la menthe *Mentha spicata* et de la lavande *Lavandula stoechas* testés sur puceron noir de la fève présentent un effet biocide qui augmente avec le temps. L'effet biocide de *Jatropha curcas* sur *Aphis fabae* augmente au cours des heures qui suivent l'application de l'huile pour atteindre un niveau maximum après 4 jours (HABOU *et al*., 2011). Les résultats de TAIL *et al*. (2014) confirment que l'effet insecticide des solutions à base d'extraits de plantes augmente au fur et à mesure que le temps passe.

4.3.3. - Effet de la nature de l'extrait et du produit chimique sur les populations d'*Aphis fabae*

Cette étude permet de mettre en exergue la bioactivité des extraits aqueux des huit plantes testées sur le puceron noir de la fève, économiquement important en Algérie. De l'ensemble de ces résultats un premier classement de l'efficacité toxique des extraits testés est mis en évidence, ainsi les extraits 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 %. Les extraits les moins toxiques sont ceux des feuilles de la fougère avec un degré d'efficacité de 53,4 % à la dose 50 % et de la menthe poivrée avec un degré d'efficacité de 25,7 % à la dose 10 % (Fig. 159). Il semblerait donc que l'efficacité insecticide dépend de la nature de la plante utilisée. Ce qui est vérifié par le test de Kruskal Wallis (entre la mortalité et la nature de l'extrait) qui donne une p-value de 262,15, inférieure à $2{,}2 \times 10^{-16}$, ce qui laisse conclure que la mortalité dépend fortement de la nature de l'extrait. BAMBARA et TIEMORO (2008) notent une meilleure efficacité de l'extrait à base d'*Euphorbia balsamifera* sur les populations de pucerons par rapport à l'extrait à base d'*Hyptis spicigera.* L'étude de TAIL *et al*. (2014) révèle le degré élevé de l'effet insecticide de *Mentha piperita* par rapport à celui de *Capsicum frutescens.* D'après KHALFI-HABES et SELLAMI (2010) l'origan est plus efficace que le romarin et le thym. Cela pourrait être dû à la composition chimique des différents extraits. En effet, selon KHALFI-HABES *et al.* (2011 ; 2012), l'activité insecticide des plantes est probablement attribuée aux substances semiochimiques contenues dans le végétal. SELLAMI *et al*. (2011) signalent que les principaux composés d'*Origanum glandulosum* et de *Mentha spicata* sont les tanins galliques, les saponosides, suivis des flavonoïdes et que ces composés sont très connus pour leur activité insecticide. ONDET et SALVA en 2005 écrivent que l'effet thérapeutique des traitements à base d'extraits végétaux vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs, diffère selon la nature et la composition chimique de l'extrait utilisé. De même, CASIDA (1990) cité par ALLAL-BENFEKIH *et al.* (2011) note que les effets toxiques des extraits aqueux des plantes pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes. L'effet biocide des différents extraits utilisés pourrait également être dû à une forte teneur de constituants majoritaires, à des métabolites minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants. Selon CHIASSON (2007) cité par ATTIA *et al.* (2011), les modes d'actions des extraits végétaux sont encore mal connus. Ils peuvent être d'ordre

physiologique ayant des effets anti-appétant, affectant la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes ou physique en agissant directement sur la cuticule du ravageur. Les plantes aromatiques et médicinales constituent une véritable banque des molécules chimiques qui sont les métabolites secondaires. Ces métabolites interviennent de façon déterminante dans l'adaptation des plantes à leur environnement. Outre leurs implications dans les fonctionnements des végétaux, et leur défense (TAIL *et al*., 2014). La plupart des espèces de plantes qui sont utilisés dans la phytomédecine contiennent des ingrédients qui inhibent le développement des insectes, entravent leur alimentation (anti-appétants) ou agissent comme répulsifs et confusants (LAZNIK *et al*., 2011). Selon GUÈYE *et al*. (2011), les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre. L'efficacité des extraits végétaux sur les populations aphidiennes a été mise en valeur par de nombreux auteurs. Ainsi l'extrait aqueux d'*Hyptis suaveolens* (DANSOU et *al.*, 2007) de même que celui d'*Euphorbia balsamifera* et *Hyptis spicigera* (BAMBARA et TIEMTORE, 2008) et celui de l'armoise absinthe et l'armoise vulgaire (PRISCA *et al.*, 2013) provoquent une forte toxicité à l'égard des pucerons. Les résultats auxquels la présente étude a abouti confirment ceux des auteurs précédemment cités.

Pour compléter la présente étude, l'efficacité de ces extraits est comparée avec celle du produit chimique le mospilan 20sp (Fig. 160). Les extraits utilisés contre les populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) possèdent un effet pesticide puisque des taux de mortalité très proches de ceux obtenus avec le mospilan 20sp sont observés (99,5 %). Le test de Kruskal Wallis donne une p-valeur égale à 0.9181, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre les extraits végétaux et le produit chimique (mospilan 20sp). Ces résultats sont similaires à ceux de BABA-AISSA *et al*. (2014) qui notent l'efficacité de deux huiles à base de Thym et d'Origan testées sur *Aphis citricola* et *Aphis gossypii* avec une suprématie d'efficacité de l'huile essentielle à base de thym. En revanche, ce dernier reste moins efficace que le produit chimique qui affiche le plus faible taux d'abondance des populations aphidiennes. Selon ATTIA *et al.* (2011), certaines études ont montré que plusieurs biopesticides à base d'huile essentielle sont aussi efficaces que les produits de synthèse. De même, les extraits naturels de plantes peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides.

Conclusion

Conclusion

L'étude menée sur la bioécologie des pucerons et de leurs ennemis naturels dans la région de Tizi-Ouzou montre une grande diversité avec 53 espèces d'Aphidae en 2008 et 55 espèces en 2013 dans la culture de pomme de terre. 25 espèces sont piégées en 2008 et 19 espèces en 2013 en culture de fève. 50 espèces sont recensées en 2008 et 47 en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late* et 26 espèces en 2008 et 28 en 2013 au niveau de l'oranger *thomson* de la station d'Abid Chamlal. Dans la station de Sikh Oummedour, 42 espèces sont notées en 2008 et 35 espèces en 2013 dans un verger de citronniers. L'orangeraie de *thomson* abrite 32 espèces en 2008 et 29 espèces en 2013. Ces variations de la richesse des Aphidae d'une culture à une autre peuvent être dues à la diversité floristique et aux conditions climatiques différentes (température et pluie). Le suivi, grâce aux pièges jaunes, de l'évolution de la population globale des Aphidae ailés, met en évidence deux périodes de vol au niveau des Agrumes, l'une printanière, très intense en mai qui coïncide avec des conditions de température moyenne favorable de 19 °C en 2008 et de 17,4 °C en 2013 et la présence en place d'une diversité élevée de plantes-hôtes et l'autre automnale. Le comptage visuel des populations d'Aphidae installées sur les feuilles met en évidence 3 espèces sur la pomme de terre aussi bien en 2008 qu'en 2013. Ce sont *Macrosiphum euphorbiae, Aphis gossypii* et *Myzus persicae.* 4 espèces sont récoltées sur fève, soit *Aphis fabae, A. gossypii, A. craccivora* et *Lipaphis erysimi.* 5 espèces sur l'oranger *valencia late*, sont notées avec *Aphis citricola, A. gossypii, Toxoptera aurantii, Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani*, ainsi que 4 espèces sur l'oranger *thomson* de la station d'Abid Chamlal avec *Toxoptera aurantii, Aphis citricola, A. gossypii* et *A. craccivora.* Dans le verger de citronniers, 3 espèces sont présentes sur feuilles, soit *Aphis citricola, Aphis fabae* et *Toxoptera aurantii.* Dans le verger de *thomson* de Sikh Oummedour, 4 espèces sont vues, soit *Aphis citricola, Toxoptera aurantii Aphis craccivora* et *A. fabae.* La différence entre les espèces aptères installées sur le feuillage peut être due à un phénomène de compétition. Les fluctuations de la population globale des pucerons sur les feuilles montrent que les populations aphidiennes infestent surtout les cultures au printemps, ce qui dépend de la température et de l'état physiologique de la plante-hôte. L'inventaire des ennemis naturels permet de mettre en évidence l'existence de 7 espèces prédatrices dans la parcelle de pomme de terre aussi bien en 2008 qu'en 2013 et 5 espèces prédatrices en 2008 et 3 en 2013 dans celle de fève. 11 espèces prédatrices sont recensées en 2008 et en 2013 dans l'orangeraie *valencia late*. 7 espèces prédatrices sont notées sur la variété *thomson* d'Abid Chamlal en 2008 et 8 en 2013. Dans la station de Sikh Oummedour,

11 espèces prédatrices sont capturées en 2008 et 10 en 2013 dans le verger de citronniers. Enfin, 11 espèces sont notées en 2008 et en 2013 dans le verger d'orangers *thomson* de la même station. Ces espèces appartiennent à 4 ordres, celui des Coleoptera, des Diptera, des Heteroptera et des Nevroptera. Plusieurs momies de pucerons parasités sont récoltées, mais seulement 3 espèces de parasitoïdes ont pu être identifiées. Ces derniers appartiennent à la famille des Braconidae ce sont *Aphidius ervi, Diaretilla rapae* et *Praon volucre*. *Praon volucre* et *Diaretilla rapae* semblent parasiter *Myzus persicae*. Par contre *Aphidius ervi* semble parasiter *Macrosiphum euphorbiae.* Malheureusement, leur action parasitaire reste insuffisante. Le taux de parasitisme est de 3 % en 2008 et de 2 % en 2013 dans la parcelle de pomme de terre. Il est de 2 % en 2008 et de 1,5 % en 2013 dans le verger d'orangers *valencia late*. Ce taux est de 3 % en 2008 et de 2 % en 2013 dans le verger de citronniers. Il est de 1 % en 2008 et en 2013 dans le verger de *thomson* près de Sikh Oummedour. Cette richesse en faune auxiliaire est due essentiellement à la disponibilité de zones de refuges aux alentours du verger. La diversité des prédateurs au niveau des parcelles étudiées, montre l'existence d'éventuels agents à utiliser en lutte biologique contre ces ravageurs. La forte activité de ces ennemis naturels est notée au printemps, période coïncidant avec la forte pullulation des pucerons et les bonnes conditions climatiques. L'étude des paramètres biologiques des deux coccinelles montre que la durée d'incubation des œufs est de 3 jours pour une température de 24 °C pour *Coccinella algerica* et de 4 jours à une température de 23,3 °C pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*. Cette durée semble beaucoup plus longue quand la température diminue. La nourriture à base de *Toxoptera aurantii* écourte le cycle biologique de *Coccinella algerica* à une durée de développement de 20,7 jours. L'alimentation à base d'*Aphis fabae* écourte le cycle biologique d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*, à une durée de développement de 21,9 jours. De ce fait, *Toxoptera aurantii* constitue l'alimentation la plus performante pour la première espèce et *Aphis fabae* la nourriture la meilleure pour la deuxième espèce. La quantité de nourriture nécessaire pour déclencher la ponte chez *Coccinella algerica* est en moyenne de 24,7 mg d'Aphidae et de 24,0 mg pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata*. Le cannibalisme est très courant chez ces coccinelles. En effet, le taux d'ingestion des œufs de la même espèce par les larves L4 est de 70 à 100 % et pour les adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* de 80 à 100 % vis-à-vis de ses propres œufs. Ce taux est de 30 à 100 % pour les larves L4 et de 40 à 100 % pour les adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis de ses propres œufs. Ce cannibalisme pourrait réduire considérablement l'efficacité des coccinelles en tant que prédateurs des pucerons s'il est fréquent. L'étude de ces paramètres permet une meilleure compréhension du rôle joué par ces coccinelles an tant qu'agents régulateurs des populations aphidiennes.

L'effet bioinsecticide des 8 extraits végétaux fait ressortir que la dose de 50 % est la plus efficace avec un taux de mortalité de 97 % pour l'extrait de fougère, 95,7 % pour la lavande dentée, 89,5 % pour l'ortie et 72,4 % pour l'ail. L'efficacité de l'extrait à base de menthe poivrée atteint le maximum à une dose de 30 % avec un taux de mortalité de 75,4 %. Pour le laurier noble, la dose de 10 % représente le taux de mortalité le plus fort avec un taux de 24,5 %. Pour l'origan, la dose de 40 % présente l'effet le plus toxique avec un taux de 76,8 %. L'extrait à base de sauge atteint le maximum à une dose de 20 % avec un taux de 86,2 %. Les résultats obtenus lors de cette étude prouvent que les vertus insecticides des huit extraits testés sont avérées. Cette action dépend de la nature de l'extrait, du temps et de la dose. Les degrés d'efficacité calculés pour les populations d'*Aphis fabae* montrent que parmi les 8 extraits testés, trois se sont montrés intéressants en termes de toxicité. Ce sont l'extrait des feuilles de lavande dentée, de sauge et de l'ail. Ces résultats, bien qu'ils soient préliminaires, illustrent bien l'intérêt potentiel que présente ces extraits aqueux dans la lutte contre les pucerons.

Perspectives

La présente étude ouvre des perspectives de recherches, en raison de l'insuffisance des connaissances bio-écologiques de plusieurs espèces d'Aphidae, des espèces prédatrices et de leur action en tant qu'ennemis naturels efficaces. Pour cela, la poursuite de l'inventaire en vue de découvrir d'autres espèces d'Aphidae et d'auxiliaires serait utile. Il serait aussi édifiant de poursuivre ce travail durant plusieurs années et sur d'autres cultures pour affiner les résultats. Les relations prédateurs-proies et plus particulièrement entre coccinelles-pucerons doivent être mieux étudiées pour une meilleure compréhension du rôle des coccinelles aphidiphages dans le cadre d'une lutte intégrée. Par ailleurs, il serait important de protéger et de favoriser la faune auxiliaire, en contrôlant l'emploi des produits pesticides et en aménageant des abris pour le maintien sur place des prédateurs et des parasitoïdes. Il serait utile aussi de faire des lâchers d'ennemis naturels dès l'apparition des colonies de pucerons. De même, il faut se pencher sur les extraits des plantes pour approfondir leurs modes d'action sur les ravageurs, et sur la substance active de ces plantes. Il faudrait songer à la valoriser en tant qu'insecticide de remplacement et de déterminer les doses optimales pour chaque extrait. Les effets des toxines sur la plante hôte, sur le consommateur et sur la faune auxiliaire doivent être précisés. Enfin, des essais en milieu réel restent à effectuer pour évaluer l'efficacité pratique de ces plantes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1 - ABBOT W.S., 1925 - A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol*., 18: 265 - 267.

2 – ALFORD D.V., 1991 – Ravageurs des végétaux d'ornement arbres, arbustes et fleurs. Ed. Inst. Nati. Rech. Agro. (I.N.R.A.), Paris, 9 - 20.

3 - AL HASSAN D., 2012 – *Rôle du paysage sur la répartition et l'abondance des pucerons et de leurs prédateurs carabiques*. Thèse Doctorat. Univ. Rennes, 191 p.

4 - ALHMEDI A., FRANCIS F., BODSON B. et HAUBRUGE E., 2006 - Étude de la diversité des pucerons et des auxiliaires aphidiphages relative à la présence d'orties en bordure de champs. *Notes fauniques Gembloux,* 59 (2): 121 - 124.

5 - 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 Gembloux,* 60 (4): 147 - 152.

6 - ALLAL-BENFEKIH L., BELLATRECHE M., BOUNACER F., TAIL G. et MOSTEFAOUI H., 2011 - Première approche de l'utilisation d'extraits aqueux *d'Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens* contre les stades endophytes de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) ravageur invasif de la tomate en Algérie. 9ème *Conférence Internati. ravageurs agri.*, 26-27 *octobre* 2011, *Montpellier*, 681 - 783.

7 - 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. *Année Internati. Forêts. Fac. Sci., Univ. Jijel, p* 1.

8 - ARGYRIOU L.C., 1970 – Les aphides nuisibles aux agrumes en Grèce et leurs ennemis naturels. *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, 9 (2) : 114-117.

9 - ARNAULT I., VETTER V., LASCAUX E., CHASSEGUET C., AMIOT S., AUGER J., CORNILLON M. ET BOUTAUD J., 2005 - Tilleuls d'alignement et biodiversité urbaine. *Nature*, : 26 - 29.

10 - AROUN M.F., 1982 – Localisation de *Myzus persicae* Sulzer et de *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Homoptera, Aphididae) sur pomme de terre. *Bull. Zoologie, Inst. nati. agro., El Harrach*, (4): 11 - 13.

11 - ATTIA S., LEBDI-GRISSA K., GHRABI-GAMMAR Z., MAILLEUX A.C., LOGNAY G. LE GOFF G. et HANCE T., 2011 - Contrôle de *Tertanychus urticae* par les extraits de plantes en vergers d'agrumes. *Entomologie faunistique*, 63 (4) : 229 - 235.

12 – AUTRIQUE A. et NTAHIMPERA X., 1994 – *Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sud-sahariennes*. Ed. Admi. Géné. Coop. Dév. (A.G.C.D.), Bruxelles, 78 p.

13 - 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.

14 – BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. hist. nat., Toulouse,* 88: 193 - 240.

15 – BALACHOWSKI A. et MESNIL, 1935 - *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leurs distributions*. Ed. Busson, Paris, T. I, 1137 p.

16 - BAMBARA D. et TIEMTORE J., 2008 - Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguculata* L. Walp. *Tropicultura*, 26 (1): 53 - 55.

17 - BARBAGALLO S. and PATTI I., 1986 - The *citrus* aphids, behavior, damages and integrated control. *Com. Euro. Com.,*: 67 - 75.

18 - BARBAULT R., 1981 - *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 200 p.

19 - BARBAULT R., 2008 - *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. Ed. Dunod, Paris, 390 p.

20 - BARDEAU F., 2009 - *Les Huiles essentielles*. Ed. Lanore. Paris, 315 p.

21 - BAR-JOSEPH M., MARCUS R. and LEE R.F., 1989 - The Continuous Challenge of Citrus Tristeza Virus Control. *Ann. Rev. Phytopathol*., 27 : 291 - 316.

22 - BAROFFIO C.A., MITAZ C. et CARLEN E., 2009 - Stratégie de lutte contre le puceron de sureau *Aphis sumbuci*. *Rev. Suisse Vltic. Arboric. Hortic*., 41 (6): 351 - 354.

23 - BASSINO J.-P., 1983 - Influence des techniques de cultures en verger : notes de synthèse, faune et flore auxiliaire en agriculture. *Journées étud. Inform.*, 4-5 *mars, Paris,* 289 - 293.

24 - BEJAN M., 2007 - *Etudes sur la résistance d'accessions de Solanum sauvages envers le puceron de la pomme de terre Macrosiphum euphorbiae (Thomas) et le puceron vert du pêcher Myzus persicae (Sulzer) (Aphidae).* Mémoire maîtrise, biol. Univ. Québec, Montréal, 69 p.

25 - BELAND M., 1999 - *Étude phénologique des populations de trois espèces de pucerons (Homoptera: Aphididae) présentes dans la culture de pommes de terre au Québec.* Mémoire maîtrise, sci. environn., Univ. À Trois-Rivières, Québec, 88 p.

26 - BELANGER A. et MUSABYIMANA T., 2012 - Le Neem contre les insectes et les maladies. *Agriculture Agroalimentaire Canada, Centre rech. dévelop. Horticul., Québec,* 13 *p*.

27 - BELGUENDOUZ R., BOUCHAREB F. et HOUMANI Z., 2014 - Etude de la toxicité d'huile essentielle d'origan sur le *Varoa jacobsoni* parasite d'*Apis mellifera* dans la région de la Mitidja. *Congrès International Naturel Products Biocontrol*., 24-26 *septembre, Perpignan, p.* 61.

28 - BELHADI. A., DJOUDI. M., BERREDJOUH. 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 Séminaire Internati. Biodiver. Faunistique Zones Arides et Semi-arides, Ouargla*. 6 *p*.

29 - BELIARD E., MET C. et MOREL-KRAUSE E., 2002 - Protection alternative des cultures ornementales sous serre. Bilan de deux années de suivi de la lutte contre les ravageurs et les maladies dans cinq villes de la région Centre. *Phytoma Défense Vég.,* 546: 42 - 44.

30 - BEN HALIMA-KAMEL M., 2010 - Les ennemis naturels de *Coccinella algerica* Kovar dans la région du Sahel en Tunisie. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology,* 62 (3): 97 - 101.

31 - BEN HALIMA-KAMEL M. et BEN HAMOUDA M. H., 1993 - Les pucerons des cultures protégées et leurs ennemis naturels. *Tropicultura*. 11 (2) : 50-53.

32 - BEN HALIMA-KAMEL M. et BEN HAMOUDA M. H., 2005 - A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes fauniques de Gembloux,* 58: 11 - 16.

33 - BEN HALIMA-KAMEL M., BEN HAMOUDA M.-H. et RABASSE J.-M. 1994 - Les pucerons des agrumes et leurs ennemis en Tunisie. *Tropicultura,* 12 (4): 145 - 147.

34 - BEN HALIMA-KAMEL M., REBHI R. et OMMEZINE A., 2011 - Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie. *Entomologie Faunistique, Faunistic Entomology.* 63 (1): 35 - 45.

35 - BENKHELIL M.-L., 1991 - *Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre.* Ed. Office public. Univ. (OPU, Alger. 66 p.

36 - BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHARAOUI L., 2008a - Inventaire des pucerons des agrumes à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). *Journées Nationales Protec. vég.*, 7-8 *avril* 2008, *Inst. nati. agro.*(*I.N.A.*) *El Harrach, Alger.*

37 - BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHARAOUI L., 2008b – Inventaire des Aphides des *Citrus* et impact des ennemis naturels sur leur population dans la région de Tizi-Ouzou. *Séminaire National ''Milieux Naturels, Biodiver. Eco-développem., novembre* 2008, *Fac. Sci., Univ. Jijel*.

38 - BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHARAOUI L., 2008c – Les prédateurs des pucerons des *Citrus* à Tizi-Ouzou. *Congrès International Biodiver. Invertébr. milieux agri. for., avril* 2008, *Inst. nati. agro.* (*I.N.A.*) *El Harrach, Alger*.

39 - BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHARAOUI L., 2009 - Importance qualitative des Aphididae en vergers d'agrumes dans la région de Tizi-Ouzou. *Journée Sci. Matériaux, Ecol. dévelop. durab.*, 19 *mai* 2009, *Fac. Sci. ing. Umbb, Univ. Boumerdes.*

40 - BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI S., HANCE T. et MEDJDOUB-BENSAAD F., 2014 - Etude de l'effet bioinsecticide des extraits aqueux de *Mentha spicata* et de *Lavandula stoechas* à l'égard d'*Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera, Aphididae). *Congrès Internati. natu. produc. Biocontrol,* 24-26 *septembre. Perpignan.*

41 – BENZARA A., BEN ABDELKRIM A. and KHALFI-HABES O., 2013 - Effects of Aqueous Extracts of Seeds of *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) on 5th Stage Larvae *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (*Orthoptera*: Oedipodinae). *Journal Life Sci*, 7 (2) : 159 - 164.

42 - BICHE M., 2012 - *Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels.* Regional Integrated pest management programme in the Near East / GTFS / REM / 070 / ITA, 35 p.

43 - BLACKMAN R.L. and EASTOP V.F., 1994 - *Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide*. Ed. CAB International, Natural History Museum, England, 987 p.

44 - BLACKMAN R.L. and EASTOP V.F., 2000 - *Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide*. Ed. John Wiley et Sons, England, 476 p.

45 – BLACKMAN R.L. and EASTOP V.F., 2006 - *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*. Ed. John Wiley & Sons Inc., England, 1460 p.

46 - BLONDEL J., 1975 - L'analyse des peuplements d'oiseau.- éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol.* (*terre et vie*), 29 (4): 533 - 589.

47 - BLONDEL J., 1979 - *Biogéographie et écologie.* Ed., Masson, Paris. 173 p.

48 - BOITEAU G., 1988 – La recherche entomologique sur la pomme de terre dans la province atlantique du Canada. *Ecol. Syst. Canada*, 115: 199 - 208.

49 - BONNEMAISON L., 1950 – Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons vecteurs de maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des cultures de plantes de sélection. *La pomme de terre française,*: 1 - 12.

50 - BONNEMAISON L., 1951 - Déterminisme de l'apparition des formes sexuées chez les Aphidinae (Hemiptères- Aphididae). *Bull. Soc. hist. natu.*, 86: 108 - 112.

51 - BONNEMAISON L., 1962 – *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P., Paris, 605 p.

52 - BONNEMAISON L., 1971 – Observations sur les fluctuations des populations aphidiennes du chou, de la betterave et de la pomme de terre. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 7 (3): 505 - 551.

53 - BOUALEM M. et CHERFAOUI K., 2011 - Etude bioécologique de deux espèces de pucerons: *Myzus persicae* et *Aphis spiraecola* patch avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algérie) AFPP. *Quatrième conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures, Lille*, 8, 9 *et* 10 *mars*, 591 - 598.

54 - BOUBEKKA N. and DAOUDI S., 2014 - The diversity of aphid in orange groves of the mitidja – comparing populations levels of *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera : Aphididae) on orange tree with mean temperature. *Internati. Journal agricult. sci. res*. (*Ijasr*), 4 (3): 109 - 114.

55 - BOUCHERY Y., 1979 - Pour l'étude des vols de pucerons. Une méthode de capture par piège à aspiration. *Phytoma*, 304: 11 - 15.

56 - BOUCHET F., 1981 – Les pucerons des céréales. *Perspectives agricoles*, 51: 44 - 48.

57 - BOUKHEMZA M., BOUKHEMZA-ZEMMOURI N. et VOISIN J.F., 2007- Biologie et écologie de la reproduction de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) dans la vallée du Sébaou (Kabylie, Algérie). *Aves*, 44 (4): 213 - 222.

58 - BOUKHEMZA M., RIGHI M., DOUMANDJI S. et HAMDINE W., 1995 - Le régime alimentaire de la cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1775) dans la vallée du Sébaou, région de Kabylie, Algérie. *Alauda*, 63: 199 - 207.

59 - BOUKHRIS-BOUHACHEM S., 2011 - Aphid Enemies Reported from Tunisian Citrus Orchards. *Tunisian Journal Plant Protection*, 6 (1): 21 - 28.

60 - BRAHAM M., ABBES A. and BENCHEHLA D., 2014 - Evaluation of organically - acceptable insecticide against the mealy aphids of the *Hyalopterus pruni* complex in almond orchard. *Rev. Régions Arid.*, 35 (*Num. spéc.*): 1873 – 1879.

61 - BRAULT V., UZEST M., MONSION B., JACQUOT E. and BLANC S., 2010 - Aphids as transport devices for plant viruses. *C. R. Biologies*, 333: 524 – 538.

62 - BREWER M.J. and ELLIOT N.C., 2004 – Biological control and cereal aphids and mediating effects of host plant and habitat manipulations. *Ann. Rev. Entomol*., 49 : 219-242.

63 - BRODEUR J., BOIVIN G., BOURGEOIS G., CLOUTIER C., DOYON J., GRENIER P. et GAGNON A.E., 2013 - Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. *Fonds vert, Québec*, 99 p.

64 - BROWN P.M.J., ADRIAENS T., BATHON H., CUPPEN J., GOLDARAZENA A., HAGG T., KENIS M., KLAUSNITZER B.E.M., KOVAR I., LOOMANS A.J.M., MAJERUS M.E.N., NEDVED 0., PEDERSEN J., RABITSCH W., ROY H.E., TERNOIS V., ZAKHAROV I.A. and ROY D.B., 2008 - *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. *BioControl*, 53 (1): 5 - 21.

65 - CHAUBET B., 1992 – Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs: cas des aphidiphages. *Cour. Envir*., 18: 45 - 63.

66 - CHEBOUTI-MEZIOU N., DOUMANDJI S. et CHEBOUTI Y., 2011 - L'Entomofaune saisonnière du Pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la Steppe centrale de l'Algérie. *Silva Lusitana*, (nº spec.): 1 – 9.

67 - CONSEIL M., 2009 - Agriculture Biologique et Biodiversité. *Inter Biol. Bretagne*, 1 – 4.

68 - COSTAMAGA A.C., LANDIS, D.A., DIFONZO, C.D. 2007 - Suppression of soybean aphid by generalist predators results in a trophic cascade in soybeans. *Ecological Applications*, 17: 441 - 451.

69 - COUTIN. R., 2007 - Les coccinelles phytophages. *Insectes*, 146 (3): 9 - 11.

70 - DAJOZ R., 1971 - *Précis d'écologie.* Ed. Dunod, Paris. 434 p.

71 - DAJOZ R., 1982 - *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.

72 - DAJOZ R., 1985 - *Précis d'écologie.* Ed. Dunod Univ., Paris. 505 p.

73 - DAJOZ R., 2000 - *Insects and forests. The role and diversity of insects in forests environment. Parism Intercept Ltd*. Ed. Technique document., Lavoisier publishing, Paris, 668 p.

74 - DAJOZ R., 2006 - *Précis d'écologie.* Ed., Dunod, Paris, 630 p.

75 - DAJOZ R., 2010 - *Dictionnaire d'entomologie. Anatomie. Systématique. Biologie.* Ed. Tec Doc. Lavoisier, Paris, 336 p.

76 - DEBOUZE D. et THIOULOUSE J., 1986 - Statistics to find spatial and temporal structures in population. Pest control operations and systems analysis in fruit fly management. *Ecol. Scien*., 11 (1): 1 - 9.

77 - DEBUIGNE G. et COUPLAN F., 2009 - *Petit Larousse des plantes médicinales*. Ed. Larousse, Paris, 383 p.

78 - DEDRYVER C.A., 1982 - Qu'est ce que un puceron ?. *Jour. Info. étud*. 2-4 *mars* 1982, *Paris*: 9 - 20.

79 - DEDRYVER C.A., 2010 - Les pucerons: biologie, nuisibilite, resistance des plantes. *Journées Techniques fruits légumes biologiques*, 14 - 15 *décembre* 2010, *Angers*, 23 - 26.

80 - DEDRYVER C. A., LE RALEC A. et FABRE F., 2010 - Les relations conflictuelles entre les pucerons et les hommes: une revue sur leurs dégâts et les stratégies de lutte. *C. R. Biologies*, 333, 539 - 553.

81 - DEGUINE J.-P. et LECLANT F., 1997 - *Aphis gossypii Glover (Hemiptera, Aphididae). Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde*. Ed. Cent. inter. rech. agro. dév. (C.i.r.a.d.), n° 11, Paris. 112 p.

82 - DELAGARDE J., 1983 - *Initiation à l'analyse des données.* Ed. Dunod, Paris, 157 p.

83 - DIARISSO NY., DIOURTÉ M. and PENDLETON B.B., 2005 - Use of local plants to control sorghum insect pests in the field. *Int. Sorghum Millets News*, l46: 60 – 62.

84 - DELORME R., 1997 – Pucerons et insecticides: prévention et gestion des résistances. *Cultures légumières, num. hors série* : envir., Paris : 11 – 15.

85 - DIB H., SIMON S., SAUPHANOR B., and CAPOWIEZ Y., 2010 - The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. *Biological Control*, 55: 97 – 109.

86 - DIFONZO C.D., RAGSDALE D.W., RADCLIFFE E.B., GUDMESTAD N.C. and SECOR G.A., 1997 – Seasonal abundance of aphid vectors of potato virus Y in the red river valley of Minnesota and North Dakota. *Jour. Econ. Emtomol*., 90 (3): 825 - 831.

87 - DIXON A.F.G., 2000 - *Insect Prédator-Prey Dynamique: Ladybird Beetle and Biological Control.* Cambridge University Press. 257 p.

88 - DIXON A.F.G., HEMPTINNE J.L. and KINDLMANN P., 1997 - Effectiveness of ladybirds as biological control agents: Patterns and processes. *Entomophaga,* 42: 71 - 83.

89 - DJAZOULI Z.E., TCHAKER F.Z. et PETIT D., 2011 - Etude des effets des variations thermiques sur les caractéristiques biochimiques et pondérales de *Chaitophorus leucomelas* (koch, 1854). *AFPP, Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture,* 26 *et* 27 *octobre* 2011, *Montpellier.*

90 - DREUX P., 1980 - *Précis de l'écologie*. Ed. Presses Univ., Paris, 231 p.

91 - DUFRESNE C. et OUELLET C., 2009 - *L'ortie dioïque Urtica dioica. Guide de production sous régie biologique*. Ed. Filière plantes médicinales biologiques, Québec, 30 p.

92 - DUFRESNE C. et OUELLET C., 2010 - *L'ail. Guide de production sous régie biologique*. Ed. Filière des plantes médicinales biologiques, Québec, 29 p.

93 - DURIEUX D., VERHEGGEN F. J., VANDEREYCKEN A., JOIE E. et HAUBRUGE E., 2010 - Synthèse bibliographique : l'écologie chimique des coccinelles. *Biotechnol. agron. soc. environ.,* 14 (2): 351 - 367.

94 – DUVAUCHELLE S. et DUBOIS L., 2000 - Evolution sanitaire des cultures de pomme de terre en 1999. Mildiou en deux temps, pucerons discrets presque partout, une touche de Doryphore et de Dartrose. *Phytoma-Défense des cultures*, 524: 24 - 27.

95 - EMDEN H.F.V., EASTOP V.F., HUGHES R.D. and WAY M.J., 1969 - The Ecology of *Myzus persicae. Ann. Rev. Entomol.,* 14 (1): 197 - 270.

96- FAUVEL G., RAMBIER A. et BALDUQUE-MARTIN R., 1981 - La technique du battage pour la surveillance des ravageurs en cultures fruitière et florale. *Agronomie*; 1 (2) : 105 - 113.

97 - FERRAN A. et LARROQUE M.M., 1977 - Etude des relations hôte- prédateur et de la consommation et l'utilisation d'un puceron, *Myzus persicae* Sulz. par les différents stades larvaires de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schn. (Col. Coccinellidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim*., 9: 665 - 691.

98 - FERRAN A. et LARROQUE M.M. 1979 - Influence des facteurs abiotiques sur la physiologie alimentaire des larves de la coccinelle aphidiphage, *Semiadalia undecimnotata* (Col.: Coccinellidae); I. Action de la température. *BioControl*, 24: 403 - 410.

99 - FERRON P., 1999 - La lute biologique: Définition concept et stratégie. *Les dossiers de l'environnement,* (19): 71 - 77.

100 - FORTIN F., 1996 - *Encyclopédie visuelle des aliments.* Ed. Larousse, Paris, 689 p.

101 – FOUARGE C., 1990 – Les pucerons sont-ils dangereux ? Rev. Agro. Belge, (47) : 4 – 6.

102 - FOUGEROUX A., 1984 – Les insectes prédateurs et parasites des pucerons en cultures de blé et de maïs. *Phytoma-Défense des cultures*, 359: 35 - 48.

103 - FRANCIS F., COLIGNON P. et HAUBRUG E., 2003 - Evaluation de la présence des Syrphidaes (Diptera) en cultures maraichères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica*, 59 : 127 - 139.

104 - FRANCIS F., COLIGNON P., HASTIR P., HAUBRUGE E. and GASPAR C., 2001 - Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological control. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent*, 66: 333 - 340.

105 - FRAVAL A., 2006a - Les pucerons 1er -partie. *Insectes*, 141 (2): 3 – 8.

106 - FRAVAL A., 2006b - Les pucerons 2e- partie. *Insectes*, 142 (3): 27 - 32.

107 - GALECKA B., 1966 – The role of predators in the reduction of two species of potatos aphids, *Aphis nasturtii* Kalt. And *A. frangulae* Kalt. *Elkol. Polska*, 16 : 245-274.

108 - GARCIN A. et VANDROT H., 2003 - Pêcher en culture biologique. Intérêt des bandes florales pour favoriser les aphidiphages. *Infos-Ctifl*, 188: 26 - 30.

109 - GAUTIER M., 1993 - *La culture fruitière. L'arbre fruitier.* V. 1, Bd. Lavoisier, Paris, 594 p.

110 - GIORDANENGO P., BRUNISSEN L., RUSTERUCCI C., VINCENT C., BEL. A.V., DINANT S., GIROUSSE C., FAUCHER M., et BONNEMAIN J.L., 2010 - Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies*, 333: 516 – 523.

111 - GONZALES W.L., FUENTES-CONTRERAS E. y NIEMEUER H.M., 2000 - Registro de un nuevo Afido introducido en Chile : *Takecallis taiwanus* (Takahashi) (Hemiptera : Aphididae : Drepanosiphinae). *Rev. Chilena Ent*., 26: 53 - 55.

112 – GUALTEIRI L.L. et MCLEOD D.G.R., 1994 - Atlas des pucerons piégés dans les champs agricoles. *Agriculture et Agro-alimentaire Canada, N. Rousseau. Canada*, 66 p.

113 – GUESMI-JOUINI J., BOUGHALLEB-M´HAMDI N. et BEN HALIMA-KAMEL M. 2011 - Etudes préliminaires sur les champignons entomopathogènes des pucerons de l'artichaut en Tunisie. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 63 (3): 171 – 181.

114 - GUEYE M.T., SECK D., WATHELET J.P. et LOGNAY G., 2011 - Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. *Biotechnol. Agro. Soc. Environ.*, 15 (1), 183 - 194.

115 - HABOU Z.A., HAOUGUI A., MERGEAI G., HAUBRUGE E., TOUDOU A. and VERHEGGEN F.J., 2011 - Insecticidal 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.

116 - HAMADACHE A., 2003 - *La féverole*. Ed. Inst. Techn. Gr. Cult (I.t.g.c), 13 p.

117 – HANSKI I and CAMBEFORT Y., 1991 - *Dung beetle ecology*. Ed. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 493 p.

118 - HARBAOUI H., MEZGHANI K.M., MARRAKCHI M., MAKNI M. et MAKNI H. 2008 - Étude morphologique et toxicologique des pucerons (Homoptères : Aphididae) des céréales en Tunisie. *Bull. Soc. zool. Fr.,* 133 (1-3): 203 - 213.

119 - HARMEL H., FRANCIS F., HAUBRUGE E. et GIORDANENGO 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 (4): 395 - 400.

120 - HEMPTINNE J.L., DIXON A.F.G. and COFFIN J., 1992 - Attack strategy of Ladybird Beetles (Coccinellidae) – Factors shaping their numerical response. *Oecologia*, 90: 238 - 245.

121 - HEMPTINNE J.L., DIXON A.F.G. and WYSS E., 2002 - Biological control of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini) (Homoptera: Aphididae): learning from the ecology of ladybird beetles. *Biology, Ecology and Behaviour of Aphidophagous Insects,*: 33 - 41.

122 - HUFTY A., 2001 - *Introduction à la climatologie*. Ed. De Boek université. Bruxelles. 542 p.

123 - HULLÉ M., COEUR D'ACIER A., BANKHEAD-DRONNET S. and HARRINGTON R., 2010 - Aphids in the face of global changes. Les pucerons face aux changements globaux. *C. R. Biologies*, 333: 497 - 503.

124 - HULLE M., IGHIL E.T.A., ROBERT Y. et MONNET Y., 1999 - *Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol.* Inst. nati. rech. agro., Paris, 136 p.

125 - HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., LECLANT F. et RAHN M.J., 1998 - *Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol*. Ed. Inst. nati. rech. agro., Paris, 77 p.

126 - IABLOKOFF-KHNZORIAN S.M., 1982 - *Les Coccinelles, Coléoptères Coccinellidae. Soc. Nouv.* Ed. Boubée, Paris. 568p.

127 - IPERTI G., 1964 - Les parasites des Coccinelles aphidiphages dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes. *Entomophaga*, 9 (2): 153 - 180.

128 - IPERTI G., 1965 - Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes Maritimes et des Basses-Alpes. *Entomophaga*, 10 (2): 159 - 178.

129 - IPERTI G., 1966 - Comportement naturel des coccinelles aphidiphages du Sud- Est de la France : leur type de spécificité, leur action prédatrice sur *Aphis fabae* L. *Entomophaga,* 11 (2): 203 - 210.

130 - IPERTI G., 1983 - *Les coccinelles de France, Faune et flore auxiliaires en agriculture*. Actes journées étud. Inform. (Acta), Paris, 89 - 96.

131 - IPERTI G. et BRUN J., 1978 - Fiche : Coccinelle Aphidiphage. *Office inf. entomol* : 13 - 16.

132 - ISERIN P., 2001 - *Encyclopédie des plantes médicinales.* Ed. Larousse, Paris. 335 p.

133 - JACKY F. et BOUCHERY Y., 1982 - *Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons*. Ed. Inst. nati. rech. agro. Colmar, 48 p.

134 – JALOUX B., 2010 - Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mecanismes et perspectives. *Journées Techniques fruits légumes biologiques,* 14 *et* 15 *décembre, Angers*.

135 – JANSSON R.K. and SMILOWITZ Z., 1985 - Influence of potato plant phenology on the population dynamics of the green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Environm. Entomol.*, 14: 7 - 11.

136 – JOURDHEUIL, 1983 – Le rôle des entomophages. *Faune et flore auxiliaires en agriculture*, 39 - 55.

137 - KAVALLIERATOS N.G., LYKOURESSIS D.P., SARLIS G.P., STATHAS G.J., SANCHIS SEGOVLA A. and ATHANASSIOU C.G., 2001 - The Aphidiinae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) of Greece. *Phytoparasitica*, 29 (4): 306 - 340.

138 - KHALFI-HABES O. et SELLAMI S., 2010 - Activité 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.

139 - KHALFI-HABES O., SELLAMI S. et GUERRIDA S., 2011 - Effet bio-insecticide des extraits de *Peganum harmala*, *Melia azedarach* et *Rosmarinus officinalis* sur *Aphis fabae* Scop. 1763, (Homoptera, Aphididae). *Congrès international, ENSA, Alger*, 2011. *p* 8.

140 - KHALFI-HABES O., YAHYAOUI F. et BENZARA A., 2012 - Activité insecticide systémique de trois plantes sous forme d'extrait aqueux et d'amendement vert sur *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae*).* 3*éme Congrès franco-maghrébin zool. ichtyol.*, 6-8 *novembre* 2012, *Marrakech.*

141 - KHELIL M.A., 1995 - *Abrégé d'entomologie*. Ed. Offi. publ. univ. (O.P.U), Alger, 103 p.

142 - 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 Nati. biodiver. faunist.*, 7-9 *décembre* 2014, ENSA, El Harrach.

143 - KHELOUL L. et MEDJDOUB-BENSAAD F., 2014b - Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la féve *Vicia faba major* variété Séville dans la région de Tizi- Rached (Tizi-Ouzou). 1*er Congrès maghrébin, Biodiver., Protec. milieux natu. écodévelop.* 16 *et* 17 *décembre* 2014, *Sidi Bel Abbes*.

144 – KITOUS K. et LADDAOUI D., 1999 – Inventaire des pucerons et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de thomson à Oued-Aïssi. *Journée mondiale arbre, eau, météorologie,* 16-18 *mars, Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.*

145 - KOURIM M. L., DOUMANDJI-MITICHE B., DOUMANDJI S. et REGGANI A., 2011 - Biodiversité entomologique dans le parc national de l'Ahaggar (Tamanrasset, Sahara). *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 63 (3): 149 - 155.

146 - KUROLI G. and 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.

147 - LAAMARI M. et HEBBEL S., 2006 - Les principaux insectes ravageurs de la fève dans une région de Biskra. *Recherche Agronomique*, 18: 72 - 78.

148 - LAAMARI M., COEUR D'ACIER A. and JOUSSELIN E., 2013 - New data on aphid fauna (Hemiptera, Aphididae) in Algeria. *ZooKeys*, 319: 223 - 229.

149 - LAAMARI M., JOUSSELIN E. and COEUR D'ACIER A., 2010 - Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 62 (2): 73 - 87.

150 - LAAMARI M., TAHAR CHAOUCHE S., BENFERHAT S., AABBES B., MEROUANI H., GHODBANE S., KHENISSA N. et STARY P., 2011 - Interactions

tritrophiques : Plante- Pucerons-Hyménoptère Parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Faunistic Entomology*, 63 (3): 115 - 120.

151 - LAIR X. et ELDER J.F., 2009 - Contribution à la connaissance des diptères Syrphidae de la Réserve naturelle nationale de la forêt domaniale de Cerisy (Manche-Calvados, Basse-Normandie). *Invertébrés Armoricains*, 3: 16 - 26.

152 - LARBES S., BRITO J.F., FAHD S. et ASSELAH B., 2007 - Herpétologie de la Kabylie du Djurdjura : inventaire et distribution. 1*er Congrès Méditerranéen Herpétologie*, 16 - 20 *avril. Marrakech.*

153 - LAZNIK Z., CUNJA V., KAČ M. and 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.

154 - LECLANT F., 1970 - Les aphides et la lutte intégrée en vergers. *Bull. Tech. Inf.*, (246): 259 - 274.

155 - LECLANT F., 1976 - Peut-on aménager la lutte contre les pucerons des agrumes ?. 13*ème Colloque. Réunion de la commission agrotechnique du Comap*, 23-27 *février, Tunis*, 15 *p*.

156 - LECLANT F., 1978 - *Les pucerons des plantes cultivées, clef d'identification, grandes cultures.* Ed. Association de coordination technique agricole, Paris, 63 p.

157 - LECLANT F., 1999 - *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification des Grandes Cultures.* Ed. Inst. nati. rech. agro., Montpellier, 98 p.

158 - LECOQ H., 1996 – La dissémination des maladies à virus des plantes. Rev. Hort. (365) : 13 - 20.

159 - LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1984 - *Ecologie numérique -La structure des données écologiques.* Ed. Masson, Paris, coll. ''Presses Université du Québec'', T. 2, 335 p.

160 - LEGEMBLE J., 2008 - Les Syrphes. *Fiche tech. serv. région. protec. vég. Haute-Normandie, :* 1 - 3.

161 - LEGEMBLE J., 2009 - Les Coccinelles. *Fiche tech. serv. région. alim. Haute-Normandie, :* 1 - 6.

162 - LEGRAS B. et KOHLER F., 2007 - *Eléments de statistique. A l'usage des étudiants en médecine et en biologie.* Ed. Marketing S.A., Paris, ''collection Pcem'', 295 p.

163 – LE GUINO, 2010 **–** *Interaction tritrophiques entre les Brassicacées, des pucerons et un parasitoïde. Importance des plantes hôtes et des plantes voisines*. Thèse Doctorat. Univ., Angers, 171 p.

164 - LEROY P., CAPELLA Q. et HAUBRUGE E., 2009 - L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. agro. soc. environ*., 13 (2): 325 - 334.

165 - LESUEUR F., 2006 - *Elaboration de formulations a base d'extraits de neem (Azadirachta indica a. juss) pour la protection de la pomme de terre (Solanum tuberosum l.) contre le Myzus persicae, un puceron colonisateur et vecteur de virus circulants et non circulants*. Mémoire Maîtrise biol. vég., Univ. Laval, Québec, 133 p.

166 - LOPES T., BOSQUEE E., POLO LOZANO D., CHEN J.L., DENGFA C., YONG L., FANG-QIANG Z., HAUBRUGE E., BRAGARD C. et FRANCIS F., 2012 - Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'Est de la Chine. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology,* 64 (3): 63 - 71.

167 - LOUNACI A., 2011 - Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Kabylie : faunistique, écologie et répartition géographique. *Congrès annuel SZF, Parc Phoenix, Nice,* 13-16 *septembre* 2011, 21 *p.*

168 - MACGILLIVRAY M.E., 1979 - *Les pucerons nuisibles de la pomme de terre au Canada : cycle vital et clé d'identification.* Ed. Services d'Information, Agriculture Canada, Ottawa, 14 p.

169 - MAISONHAUTE J.E., 2009 - Quand le paysage influence les ennemis naturels. *Bull. Soc. entomol. Québec, Antennae,* 16 (2): 3 - 7.

170 - MARC P., 2004 - Les pucerons. Dossier Technique 2. Asbl. *Adalia,* : 1 - 6.

171 - MARTINI X., HACCOU P., OLIVIERI I. and HEMPTINNE J.L., 2009 - Evolution of cannibalism and female's response to oviposition-deterring pheromone in aphidophagous predators. *Journal Animal Ecology,* 78: 964 - 972.

172 - MASSONIE G., 1971 – L'élevage des aphides sur milieu synthétique. *Ann. Zool. Ecol. Anim*., 3 (1) : 103 – 123.

173 - MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELOUL L. et BENOUFELLA-KITOUS K., 2014 - Diversité aphidienne au niveau des cultures de fève *Vicia faba major* et *Vicia faba minor* dans la région Tizi-Ouzou. *Séminaire Nati. biodiver. faunist.*, 7 - 9 *décembre* 2014, ENSA, El Harrach.

174 - MIGNON J., COLIGNON P., HAUBRUGE E. et FRANCIS F., 2003 - Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) en cultures maraîchères. *Phytoprotection,* 84 (2): 121 - 128.

175 - MILAIRE H.G., 1986 - De la lutte intégrée à la production agricole intégrée, application aux cultures fruitières. *Adalia,* 3: 76 - 78.

176 - MOHAND-OUALI H. et RAHMANI N., 1999 - Inventaire des pucerons et de leurs ennemis naturels dans une parcelle de clémentinier à Tizi-Ouzou. *Journée mondiale arbre, eau météorologie,* 16 - 18 *mars. Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.*

177 – MONNET Y., CAUQUIS F. et THIBAULT J., 1999 – Cultures légumières et fraisiers en 1998. Pucerons et mouches très présents, maladies au printemps et à l'automne. *Phytoma-Défense des cultures*, 514: 34 - 38.

178 - MOSTEFAOUI H., ALLAL-BENFEKIH L, DJAZOULI Z.E., PETIT D. and SALADIN G., 2013 - Why the aphid *Aphis spiraecola* is more abundant on Clementine tree than *Aphis gossypii*?. *C. R. Biologies,*: 1 - 11.

179 - MUTIN G., 1977 - *La Mitidja, décolonisation et aspect géographique.* Ed. Office Presse Université, Alger, 606 p.

180 - NEDVED O., 1999 – Host complexes of predaceous ladybeetles (Coleoptera : Coccinellidae). *Jour. Appl. Entom*., 123: 73 - 76.

181 - NESPOULOUS L., 2011 - *Lutte contre les pucerons de la chicorée biologique. Essai bande fleurie sur chicorée porte graine et plan d'aménagement d'une haie composite*. Ed. Bejo, Saint Martin Lalande, 50 p.

182 - NUESSLY G.S., HENTZ M. G., BEIRGER R. and SCULLY B. T., 2004 - Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*, 87 (2): 204 - 211.

183 - OBRYCKI J.J., HARWOOD J.D, KRING T.J., ROBERT J. and O'Neil R.J., 2009 - Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. *Biological Control*, 51: 244 – 254.

184 - OCHIENG S.O. and NDERITU P.W., 2011 - Biocontrol approach to management of green peach aphid *Myzus persicae* in garden peas for a sustainable ecosystem. *Journal Horticult. Forest.*, 3 (8): 231 - 237.

185 – ONDET J., 2007 – La thérapie par les plantes : essai puceron vert du pommier. *Arbo. Bio. Info. Tech. Innov*., 6 - 7.

186 – ONDET J. et SALVA G., 2005 – La lutte directe en agriculture biologique, pour maitriser Metcalfa pruinosa. Comparaison d'insecticides. Les techniques culturales simplifiées en agriculture biologique. *Inst. Tech. agri. biol*., 70: 7 - 10.

187 - ONGAGNA P., GIUGE L., IPERTI G. et FERRAN A., 1993 - Cycle de développement d'*Harmonia axyridis* (Coleoptera : Coccinellidae) dans son aire d'introduction : le Sud-est de la France. *Entomophaga*. 38 (1): 125 - 128.

188 – ONILLON J., 1978 – Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes. *Ann. Zool. Ecol. Anim*., 10 (2): 303 - 314.

189 - PARE P.W. and TUMLINSON J.H., 1999 – Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiol*., 121 : 325-331.

190 – PATTI I., 1983 - *Gli Aphidi degli Agrumi*. Ed. Centre national recherché, Madrid, 110 p.

191 - PAULIAN M. 1999 - Les Chrysopes, auxiliaires contre des insectes divers. *Phytoma* 522 : 41-46.

192 – PESSON P., 1951 – *Ordre des Homoptères* pp. 1548 - 1656, *in* GRASSE P.P., *Traité de Zoologie (Insectes supérieurs et Hémiptéroides*). Ed. Masson, Paris, T. 10, Fasc. 2, 1948 p.

193 – PETERSEN M.K. and SANSTDRÖM J.P., 2001 – Outcome of indirect competition between two aphid species mediated by responses in their common host plant. *Functional Ecology, British Ecol. Soc.*, 15: 525 - 534.

194 - PIERRE M., 2007 - *Secret des plantes*. Ed. Artmis, Paris, 204 p.

195 - POLIGUI R.N. et FRANCIS F., 2012 - Etude de la diversité et des plantes hôtes de l'entomofaune d'un verger conservatoire**.** *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 65: 135 - 147.

196 - POLO LOZANO D., BOSQUEE E., LOPES T., CHEN J.L., DENG FA C., YONG L, FANG-QIANG Z , HAUBRUGE E., BRAGARD C. et FRANCIS F., 2013 - Evaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology*, 66: 27 - 37.

197 - POMPON J., QUIRING D., GIORDANENGO P. and PELLETIER Y., 2010. - Characterization of *Solanum chomatophilum* resistance to 2 aphid potato pests, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) and *Myzus persicae* (Sulzer). *Crop Protection*, (29): 891 - 897.

198 - PRISCA P., TREUVEY N., LAMBION J., TOURNANT L., ARRUFAT A. et CONSEIL M., 2013 - Maraîchage : Evaluation de préparations végétales en protection fongiques et insecticides. *Journées substances naturelles protect. cult.*, 9-10 *avril* 2013, *Paris*.

199 - QIAO G. X. and ZHANG G.X., 2004 - Review of the genus *Takecallis matsumura* (Homoptera: Aphididae: Myzocallidinae) from china and description of one new species. *The Raffles Bull. Zool.*, 52 (2): 373 - 378.

200 - RABASSE J.-M., 1983 - Rôle des parasites de pucerons dans les cultures de l'Ouest de la France. *Faune te flore auxiliaires en agriculture*, 4-5 *mai*, Paris : 49-56.

201 - RABASSE J.-M., 1985 – Pucerons en cultures protégées, les problèmes posés et les moyens de les contrôler en lutte intégrée. *Phytoma-Défense des cultures*, (234) : 13-18.

202 - RABASSE J.-M., BRUNEL E., DELECOLLE R. et ROUZE JOUAN J., 1976 – Influence de la dimension des pièges à eau colorés en jaune sur les captures d'aphides dans une culture de carotte. *Ann. Zool. Ecol. Anim*., 8 (1): 39 - 52.

203 - RACHEF S. A, OUAMER F. et OUFFROUKH A. 2005 - Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation). *Inst. nati. rech. agro. (I. n. r. a.*), 16: 36 - 41.

204 - RAFFA K.F., 1987- Influence of host plant on deterrence by azadirachtin of feeding by fall armyworm larvae (Lepidoptera : Noctuidae). *Journal Economic Entomol.,* 80: 384 - 387.

205 - RAMADE F., 1984 - *Elément d'écologie-Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 397 p.

206 - RAMADE F., 2003 - *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.

207 - REMAUDIERE G. et AUTRIQUE A., 1984 – *Contribution à l'écologie des aphides africains*. Ed. Food Alimentary Organisation, Paris, 64 p.

208 - REMAUDIERE G. et REMAUDIERE M., 1997 - *Catalogue des Aphididae du monde. Catalogue of the world's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea).* Ed. Inst. nati. rech. agro. (I.N.R.A.), Paris, 376 p.

209 - REMAUDIERE G., PAPIEROK B. et J.P. LATGE J.P., 1976 - La systématique et la notion de spécificité chez les Aphides, chez leurs Hyménoptères parasites et chez leurs champignons pathogènes. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 6 (10): 418 - 423.

210 - REMAUDIERE G., AUTRIQUE A., EASTOP V.F., STARY P. et AYMONIN G., 1985 - *Contribution à l'écologie des aphides africains.* Ed. Organisation Nations Unies Alimentation Agriculture, Rome, 214 p.

211 - RIBA G. et SYLVY C., 1989 - *Combatre les ravageurs des cultures. Enjeux et perspective*. Ed. Inst. nati. rech. agro., Paris, 230 p.

212 - ROBERT Y., 1980 – *Recherche sur la biologie et l'écologie des pucerons en Bretagne ; application à l'étude épidémiologique des viroses de la pomme de terre.* Thèse Doctorat. Univ. Rennes I, 242 p.

213 - ROBERT Y., 1982 - Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. *Journées étude information*, 2-4 *mars*, 1982, Paris: 21 - 25.

214 - ROBERT Y., 1996 – *La pomme de terre : production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation*. Ed. Inst. Nati. Rech. Agro. Et Inst. Tech. Céré. Four, Paris, 607 p.

215 - ROBERT Y. et ROUZE-JOUAN J., 1976 – Premières observations sur le rôle de la température au moment de la transmission de l'enroulement par *Aulacorthum solani* Kltb., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *Myzus pers*iace Sulzer. *Potato Research*, 14: 154 - 157.

216 - ROBERT Y., BONNEMAISON L. et QUEMENER J, 1974 – Facteurs épidémiologiques intervenant dans la transmission des viroses par les pucerons. *Ann. Zool. Rennes*, 32: 16 - 23.

217 - ROCHAT J., QUILICI S., GRISONI M., LAPCHIN L., BOLL R., FRANCO E., GERIA A.M., VINLAEBERGHE-MASUTTI F., CHAVIGNY P., BRUN P. et BORELLI J.G., 1995 – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes de l'île de la Réunion*. Ed. Cen. Inter. Rech. Agro. Dév. (CIRAD), St Pierre, 25 p.

218 - ROUSSELLE P., ROBERT Y. et CROSNIER J.C., 1996 - *La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies*. Ed. Inst. nati. rech. agro., Paris. 607 p.

219 - ROY M., FRECHETTE M. et OUELLET J., 2010 - *Comment différencier les principales espèces de coccinelles retrouvées au Québec*. Ed. Ministère Agriculture, Pêcheries, Alimentation, Québec, 6 p.

220 – SAGUEZ J., VINCENT C., LABERCHE J.C. et GIORDANINCO P., 2007 – Pourquoi les inhibiteurs de chitinases peuvent être considérés comme de nouveau moyens de lutte contre les aphides ?. *Rev. Cytol. Biol. vég.*, 27: 23 - 31.

221 - SAHARAOUI L., 1994 - Inventaire et étude de quelques aspects bioécologiques des coccinelles entomophages (Coleoptera, Coccinellidae) *Jour. Afr. zool*., 108: 537 - 546.

222 - SAHARAOUI L., 2008 - Place des coccinelles (Coleoptera – Coccinellidae) dans la protection biologique des cultures. 7èmes *Journées Sci. Techn. Phytosan.*, 15-16 *décembre* 2008, *Inst. nati. protec. . vég.(INPV), El Harrach, p* 33.

223 - SAHARAOUI L. et GOURREAU J.M., 1998 - Les coccinelles d'Algérie : inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 103 (3): 213 - 224.

224 - SAHARAOUI L. et GOURREAU J.M., 2000 - Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique*, 6: 11 - 27.

225 - SAHARAOUI L. et HEMPTINNE J.L., 2009 - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie. *Ann. Soc. Entomol*., 45 (2): 245 - 259.

226 - SAHARAOUI L., HEMPTINNE J.L. et MAGRO A., 2014 - Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Entomologie Faunistique, Faunistic Entomology*, 67: 147 – 164.

227 - SAHARAOUI L., GOURREAU J.M. et IPERTI G., 2001 - Etude de quelques paramétres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera, Coccinellidae). *Bull. Soc. Zool. Fr*., 126 (4): 351 - 373.

228 - SANSTDRÖM J.P. and MORAN N.A., 2001 – Amino acid budgets in three aphid secies using the ame host plant. *Physiol. Entom., Blackwell Science Ltd*, 26 : 202 – 211.

229 - SCHANDERI H., FERRAN A. et LARROQUE M.M., 1985 - Les besoins trophiques et thermiques des larves de la coccinelle *Harmonia axyridis* Pallas. *Agronomie*, 5 (5): 417- 421.

230 - SCHAUB L., BLOESCH B., GRAF B. et HÖHN H., 2010 - Coccinelles. Fiche: 802. *Agroscope Rac Faw, Wädenswil*, 3 *p*.

231 - SELLAMI S. et MEZERKET A., 2008 - Activité nématicide des huiles essentielles de *Origanum glandulosum, Salvia officinalis* (*Lamiaceae*) , *Artemisia herba alba* (*Asteraceae*) vis-à-vis de *Meloidogyne incognita (Nematoda: Meloidogynidae). 7*èmes *Journées Sci. Techn. Phytosan.,* 15-16 *décembre* 2008, *Inst. nati. protec. . vég.(INPV), El Harrach, p.* 17.

232 - SELLAMI S., MEZRKET A., DAHMANE T. et KHALFI –HABES O., 2011 - Evaluation de l'activité nematicide des huiles essentielles de *Mentha spictata* 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.

233 - SELTZER P. 1946 - *Le climat de l'Algérie.* Travaux Institut Météorol. Phys. Globe, Univ. Alger, 219 p.

234 - SILVY C., 2005 - Quantifions le phytosanitaire III. *Courrier de l'environnement*, 19: 92 - 100.

235 - SILVIE P., DELVARE G., ABERLENC H.P. et SOGNIGBE B., 1993 - Contribution à l'inventaire faunistique du cotonnier au Togo dans une optique de lutte intégrée. *Coton fibres Trop*., 48 (4): 313 - 325.

236 - SIMON J.C., JAUBERT S., RISPE C. et TAGU D., 2006 - La vie sexuée et asexuée des pucerons. *Biofutur*, 268, 53 - 56.

237 - STEWART P., 1969 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. *Bull. Docum. Inst. nati. agro*. France,: 24 - 25.

238 – STARY P., LECLANT F. et LYON J.P., 1975 – Aphidiides (Hym.) et Aphides (Hom.) de Corse. *Ann. Soc. Ent. Fr*., 11 (4) : 745 - 762.

239 - STROYAN H.L.G., 1961 - La détermination des aphides vivant sur Citrus. *Bull. phytosa, Food. Agri. Org.*, 9 (4): 45 - 68.

240 - TAIL G., DILMI A., AMIROUCHE N. et KARA F.Z., 2014 - Utilisation des Triterpènes de Mentha piperita, Capsicum frutescens et Olea europaea en tant que

phytoinsecticides contre le Criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775). *Rev. Régions Arides*., 35 (N° *Spéc.*): 1733 - 1737.

241 - TALMAT N., BAZIZ B. et DOUMANDJI S., 2004 - Régime alimentaire du Goéland leucophé *Larus michahellis* Naumann, 1840 (Aves, Laridae) à Tigzirt (Tizi-Ouzou). *Ornithol. algir*. 4 (1): 17 - 24.

242 - TELANG A., SANSTDRÖM J.P., DYRESON E. and MORAN N.A., 1999 – Feeding damage by *Diuraphis noxia* result in nutritionally enhanced phloem diet. *Entomol. appl*., 91: 403 - 412.

243 - THOMAS L., BOSQUEE E., LOZANO D. P., CHEN J. L., DENGFA C., YONG L., FANG-QIANG Z., HAUBRUGE E., BRAGARD C. et FRANCIS F., 2012 - Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique, Faunistic Entomology,* 64 (3): 63 - 71.

244 - TILMAN D., 1997 - The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277: 1300 - 1302.

245 – TROUVE C. et QUINIOU A., 2002 – Ravageurs et auxiliaires des cultures de fraisiers sous abri dans le Nord Pas-de-Calais. *Phytoma-Défense des cultures*, 552: 32 - 35.

246 - VANDEREYCKEN A., DURIEUX D., JOIE E., HAUBRUGE E. et VERHEGGEN F. J., 2011- La coccinelle asiatique est-elle l'aphidiphage dominant dans les agro-ecosystemes?. *Afpp*, 9ème *Conference Internati. ravageurs agricult.*, 26 - 27 *octobre* 2011, *Montpellier*, 56 - 65.

247 – VAN EMDEN H.F., 1972 - *Aphid technology*. Ed. Academic press, London, 343 p.

248 - VAYSSIÈRES J.F., DELVARE G., MALDÈS J.M. and ABERLENG H.P., 2001 - Inventaire préliminaire des arthropodes des cultures maraichères sur l'Ile de la Réunion. *Insect Sci. applic*., 21 (1): 1 - 22.

249 - VERHEGGEN F., DIEZ L., DETRAIN C. et HAUBRUGE E., 2009 - Mutualisme pucerons – fourmis : étude des bénéfices retirés par les colonies d'*Aphis fabae* en milieu extérieur. *Biotechnol. agro. soc. environ.,* 13 (2): 235 - 242.

250 – WEIGAND S. and BISHARA S.I., 1991 - Status of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and methods of control. *Options Méditerranéennes,* 10: 67 - 74.

251 - YATTARA A.A.A. et FRANCIS F., 2013 - Impact des méthodes de piégeage sur l'efficacité de surveillance des pucerons: illustration dans les champs de pommes de terre en Belgique. *Entomologie Faunistique, Faunistic Entomology,* 66: 89 - 95.

Autres références

252 – A.N.D.I., 2013 – Wilaya de Tizi-Ouzou. Ed. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, Tizi-Ouzou, 33 p.

253 – B.N.E.D.E.R., 2009 – *Carte de la végétation de Tizi-Ouzou*. Ed. Bur. nati. étud. dév. rural. 1p.

254 - Goolge Earth, 2015 - Station d'étude d'Abid Chamlal.

255 - Goolge Earth, 2015 - Station d'étude de Draâ Ben Khedda.

256 - Goolge Earth, 2015 - Station d'étude de Sikh Oummedour.

257 - I.N.C., 1990 - *Carte topographique de Tizi ouzou*. Ed. Inst. nati carto.,feuille n° 1 –31 – V- Ouest.

258 - ONMTO, 2009 - Relevés météorologiques de l'année 2008 de la région de Tizi-Ouzou. Office nationale de météorologie, Tizi-Ouzou.

259 - ONMTO, 2014 - Relevés météorologiques de l'année 2013 de la région de Tizi-Ouzou. Office nationale de météorologie, Tizi-Ouzou.

260 - S.A.T.O., 2013- Service Agricole de Tizi-Ouzou *fr.wikipedia.org/wiki/Tizi_Ouzou.*

Annexes

Annexe 1 - Flore adventices recensée dans la parcelle de la pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

Familles	Espèces
Amarantaceae	*Amaranthus rotroflexus*
	Amaranthus sp.
Asteraceae	*Calendula arvensis*
	Senecio sp.
	Sonchus oleraceus
Caryophyllaceae	*Cerastium* sp.
	Stellaria media
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*
Fumariaceae	*Fumaria* sp.
Papilionaceae	*Melilotus infesta*
Polygonaceae	*Polygonum aviculare*
	Polygonum sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Scrophulariaceae	*Veronica arvensis*
Solanaceae	*Solanum nigrum*
Urticaceae	*Urtica urens*
	Espèce indéterminée 1
	Espèce indéterminée 2
	Espèce indéterminée 3

Annexe 2 - Flore adventices recensée dans la parcelle de la pomme de terre dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

Familles	Espèces
Amarantaceae	*Amaranthus lividus*
	Amaranthus rotroflexus
	Amaranthus sp.
Asteraceae	*Calendula arvensis*
	Senecio sp.
	Sonchus oleraceus
Caryophyllaceae	*Cerastium* sp.
	Stellaria media
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*
Fumariaceae	*Fumaria* sp.
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Papilionaceae	*Melilotus infesta*
Poaceae	*Avena sterilis*
	Lolium sp.
Polygonaceae	*Emex spinosa*
	Polygonum aviculare
	Polygonum arvensis
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Scrophulariaceae	*Veronica arvensis*
Solanaceae	*Solanum nigrum*
	Solanum sp.
Urticaceae	*Urtica urens*

Annexe 3 - Flore adventices recensée dans la parcelle de la fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2008

Familles	Espèces
Asteraceae	*Anacyclus clavatus*
	Galactites tomentosa
	Hedypnois cretica
	Lactuca sp.
	Sonchus oleraceus
Apiaceae	*Helosciadium nodiflorum*
Brassicacaea	*Brassica rapa*
	Capsella bursa-pastoris
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
	Chenopodium sp.
Fabaceae	*Medicago* sp.
Juncaceae	*Juncus bufonius*
Lamiaceae	*Stachys ocymastrum*
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Oxalidaceae	*Oxalis pescaprae*
Papilionaceae	*Melilotus* sp.
Poaceae	*Avena sterilis*
	Lolium sp.
	Phalaris truncata
Polygonaceae	*Emex spinosa*
	Polygonum aviculare
	Rumex sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Ranunculaceae	*Ranunculus arvensis*
Solanaceae	*Solanum* sp.
	Espèce indéterminée 1

Annexe 4 - Flore adventices recensée dans la parcelle de la fève dans la région de Draâ Ben Khedda en 2013

Familles	Espèces
Asteraceae	*Anacyclus clavatus*
	Galactites tomentosa
	Hedypnois cretica
	Lactuca sp.
	Sonchus oleraceus
Apiaceae	*Helosciadium nodiflorum*
Brassicacaea	*Brassica rapa*
	Capsella bursa-pastoris
Chenopodiaceae	*Chenopodium* sp.
Fabaceae	*Medicago* sp.
Juncaceae	*Juncus bufonius*
Lamiaceae	*Stachys ocymastrum*
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Oxalidaceae	*Oxalis pescaprae*
Papilionaceae	*Melilotus* sp.
Poaceae	*Avena sterilis*
	Lolium sp.
	Phalaris truncata
Polygonaceae	*Emex spinosa*
	Polygonum aviculare
	Rumex sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Ranunculaceae	*Ranunculus arvensis*

Annexe 5 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2008

Familles	Espèces
Araceae	*Arum italicum*
Asteraceae	*Andryala integrifolia*
	Aster aquamatus
	Crepis echioides
	Erigerons sp.
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
	Convolvulus tricolor
Dioscoreaceae	*Tamus communis*
Fabaceae	*Vicia sativa*
Malvaceae	*Lavatera cretica*
	Malva sylvestris
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* sp.
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Poaceae	*Sorghum* sp.
Polygonaceae	*Rumex* sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Vitaceae	*Vitis* sp.
	Espèce indéterminée 1

Annexe 6 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *valencia late* dans la station d'Abid Chamlal en 2013

Familles	Espèces
Araceae	*Arum italicum*
Asteraceae	*Andryala integrifolia*
	Aster aquamatus
	Crepis echioides
	Erigerons sp.
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
Dioscoreaceae	*Tamus communis*
Fabaceae	*Vicia sativa*
Malvaceae	*Lavatera cretica*
	Malva sylvestris
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* sp.
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Poaceae	*Sorghum* sp.
Polygonaceae	*Rumex* sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Vitaceae	*Vitis* sp.

Annexe 7 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2008

Familles	Espèces
Amarantaceae	*Amarantus* sp.
Apiaceae	*Daucus carota*
Araceae	*Arum italicum*
Asteraceae	*Sonchus oleraceus*
Brassicaceae	*Brassica nigra*
Caryopphylaceae	*Stellaria media*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus althaeoides*
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*
Fabaceae	*Trifolium pallidum*
Lhytraceae	*Lythrum flexuosum*
Poaceae	*Avena sterilis*
	Hordeum vulgare
Polygonaceae	*Polygunum aviculare*
	Rumex sp.
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*
Vitaceae	*Vitis* sp.
Urticacaea	*Urtica* sp.

Annexe 8 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *thomson* dans la station d'Abid Chamlal en 2013

Familles	Espèces
Amarantaceae	*Amarantus* sp.
Apiaceae	*Daucus carota*
Asteraceae	*Sonchus oleraceus*
Brassicaceae	*Brassica nigra*
Caryopphylaceae	*Stellaria media*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus althaeoides*
Cyperaceae	*Cyperus rotundus*
Fabaceae	*Trifolium pallidum*
Lhytraceae	*Lythrum flexuosum*
Poaceae	*Avena sterilis*
	Hordeum vulgare
Polygonaceae	*Polygunum aviculare*
	Rumex sp.
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*
Vitaceae	*Vitis* sp.
Urticacaea	*Urtica* sp.

Annexe 9 - Flore adventices recensée dans le verger de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2008

Familles	Espèces
Asteraceae	*Erigeron canadensis*
	Galactites tomentosa
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Brassicaceae	*Brassica rapa*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
	Convolvulus tricolor
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum*
Fabaceae	*Vicia sativa*
Geraniaceae	*Erodium* sp.
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* pescaprae
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Poaceae	Espèce indéterminée
Polygonaceae	*Rumex* sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*
Vitaceae	*Vitis* sp.
	Espèce indéterminée 1

Annexe 10 - Flore adventices recensée dans le verger de citronniers dans la station de Sikh Oummedour en 2013

Familles	Espèces
Asteraceae	*Erigeron canadensis*
	Galactites tomentosa
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Brassicaceae	*Brassica rapa*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
	Convolvulus tricolor
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum*
Fabaceae	*Vicia sativa*
Geraniaceae	*Erodium* sp.
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* pescaprae
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Poaceae	Espèce indéterminée
Polygonaceae	*Rumex* sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*

Annexe 11 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2008

Familles	Espèces
Asteraceae	*Erigeron canadensis*
	Galactites tomentosa
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Brassicaceae	*Brassica rapa*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum*
Fabaceae	*Vicia sativa*
	Vicia sp.
Geraniaceae	*Erodium* sp.
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* pescaprae
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Papilionaceae	*Melilotus* sp.
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Polygonaceae	*Rumex* sp.
Primulaceae	*Anagallis arvensis*

Annexe 12 - Flore adventices recensée dans le verger d'orangers *thomson* dans la station de Sikh Oummedour en 2013

Familles	Espèces
Asteraceae	*Galactites tomentosa*
	Silybum marianum
	Sonchus oleraceus
Brassicaceae	*Brassica rapa*
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*
	Convolvulus tricolor
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum*
Fabaceae	*Vicia sativa*
Geraniaceae	*Erodium* sp.
Malvaceae	*Lavatera cretica*
Moraceae	*Ficus carica*
	Morus nigra
Oxalidaceae	*Oxalis* pescaprae
Papaveraceae	*Fumaria agraria*
Plantaginaceae	*Veronica arvensis*
Primulaceae	*Anagallis arvensis*

Annexe 13 - Durée moyenne de développement d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie avec 3 espèces de pucerons *Aphis fabae, Toxoptera aurantii, Aphis citricola*.

Espèce de pucerons	***A. fabae***		***T. aurantii***		***A .citricola***	
	Moyenne de T°C	**Durée de d v p (j)**	**Moyenne de T°C**	**Durée de d v p (j)**	**Moyenne de T°C**	**Durée de d v p (j)**
Durée d'incubation	22, 33	4	22,33	4,00	22,33	4
L1	20,00	2,7	20,00	3,00	21	4,2
L2	21,00	3	21,00	3,5	22,33	4,3
L3	21,33	2,7	21,33	3,3	22	4,6
L4	20,00	4	20	4	21,33	6,5
Etat larvaire	20.58	12,4	20,58	13	21,66	19,6
Etat nymphal	20,66	5	21,33	5,75	21	6,1
Durée totale	20,88	21,4	20,99	22,75	21,66	29,7

Annexe 14 - Cannibalisme des larves L4 et des adultes de *Coccinella algerica* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce

Répétition	L4	Ingestion		Adulte	Ingestion	
	Nombre d'œufs octroyés	Nombre d'œufs ingérés	Pourcentage	Nombre d'œufs octroyés	Nombre d'œufs ingérés	pourcentage
1	20	19	95	56	50	89,28
2	20	20	100	32	30	93,75
3	31	20	64,52	29	29	100
4	15	15	100	30	30	100
5	16	14	87,5	38	34	89,47
6	26	26	100	20	20	100
7	38	30	78,95	15	15	100
8	32	26	81,25	22	21	95,45
9	51	50	98,04	19	17	89,47
10	39	37	94,87	33	28	84,85
11	20	18	90	30	28	93,33
12	25	23	92	45	43	95,55
13	18	18	100	30	30	100
14	30	29	86,66	38	35	92,10
15	38	30	78,95	37	32	86,49
16	16	16	100	25	25	100
17	20	19	95	33	27	81,82
18	35	35	100	22	20	90,91
19	40	33	82,5	30	30	100
20	37	29	78,38	32	32	100
21	18	18	100	56	50	89,28
22	20	18	90	40	40	100
23	26	25	96,15	32	27	84,37
24	50	45	90	23	23	100
25	39	30	76,92	47	40	85,11
26	20	17	85	27	27	100
27	36	36	100	39	32	82,05
28	32	30	93,75	38	32	84,21
29	25	25	100	36	36	100
30	35	27	77,14	49	44	89,80

Annexe 15- Durée moyenne de développement d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* nourrie avec trois espèces de pucerons *Aphis fabae, Toxoptera aurantii, Aphis citricola*

Espèce de pucerons	*A. fabae*		*T. aurantii*		*A .citricola*	
	Moyenne de T°C	**Durée de d v p (j)**	**Moyenne de T°C**	**Durée de d v p (j)**	**Moyenne de T°C**	**Durée de d v p (j)**
Durée d'incubation	22, 33	4,00	22,33	4,00	22,33	4
L1	20,00	2,9	20,00	3,00	21	4,2
L2	21,00	3	21,00	3,5	22,33	4,3
L3	21,33	2,8	21,33	3,3	22	4,6
L4	20,00	4	20	4	21,33	6,5
Etat larvaire	20.58	12,7	20,58	13	21,66	19,6
Etat nymphal	20,66	5,2	21,33	5,75	21	6,1
Durée totale	20,88	21,9	20,99	22,75	21,66	29,7

Annexe 16 - Cannibalisme des larves L4 et des adultes d'*Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* vis-à-vis des œufs de sa propre espèce

Répétition	L4	Ingestion		Adulte	Ingestion	
	Nombre d'œufs octroyés	Nombre d'œufs ingérés	Pourcentage	Nombre d'œufs octroyés	Nombre d'œufs ingérés	pourcentage
1	15	15	100	11	11	100
2	11	11	100	21	21	100
3	20	18	90	30	28	93,33
4	17	14	82, 35	19	19	100
5	27	18	66,66	26	20	76,92
6	16	14	87,5	15	13	86,66
7	13	9	69,23	23	18	78,26
8	10	10	100	20	16	80
9	22	22	100	24	20	83,33
10	21	17	80,95	12	12	100
11	20	20	100	24	20	83,33
12	25	23	92	21	21	100
13	18	18	100	16	16	100
14	22	19	86,36	30	26	86,67
15	25	21	84	23	21	91,30
16	17	17	100	24	24	100
17	27	18	66,66	25	19	76
18	19	19	100	19	19	100
19	30	20	66,66	27	23	85,18
20	16	16	100	30	23	76,67
21	20	20	100	25	21	84
22	23	21	91,30	30	30	100
23	32	21	65,62	20	16	80
24	22	22	100	25	25	100
25	24	20	83,33	21	15	71,43
26	20	16	80	19	18	94,74
27	21	21	100	26	22	84,61
28	18	16	88,89	23	23	100
29	28	24	85,71	24	19	79,17
30	31	20	64,52	20	20	100

Annexe 17 - Population *d'Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait d'ail (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	689,8
10%	11	24	52	26	59	34,4
20%	6	54	9	86	4	31,8
30%	15	61	9	23	3	22,2
40%	24	21	11	21	12	17,8
50%	31	27	4	8	18	17,6

Annexe 18 - Population *d'Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait d'ail (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	137.96
10%	2	8	10	2	8	6
20%	6	6	5	3	5	5
30%	9	9	1	5	9	6,6
40%	4	4	12	4	11	7
50%	1	8	8	8	1	5,2

Annexe 19 - Population *d'Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait d'ail (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	153	136	202	173	66	146
20%	142	102	151	203	108	141,2
30%	135	126	148	156	148	142,6
40%	210	209	134	103	101	151,4
50%	221	106	152	247	213	187,8

Annexe 20- Population *d'Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait d'ail (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	250	240	299	263	250	260,4
20%	212	191	243	295	75	203,2
30%	222	221	230	244	257	234,8
40%	330	287	266	183	171	247,4
50%	303	192	189	308	271	252,6

Annexe 21 - Population *d'Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait de menthe poivrée (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	689,8
10%	4	46	46	37	42	35
20%	4	57	85	46	55	49,4
30%	8	11	7	7	16	9,8
40%	13	56	87	8	76	48
50%	94	59	36	67	45	60,2

Annexe 22 - Population *d'Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait de menthe poivrée (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	137.96
10%	12	31	32	11	10	19,2
20%	5	4	1	2	1	2,6
30%	5	6	8	15	27	12,2
40%	8	7	47	33	3	19,6
50%	4	2	62	3	1	14,4

Annexe 23 - Population *d'Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait de menthe poivrée (1^{ére} observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	36	3	21	11	5	15,2
20%	2	5	8	14	2	6,2
30%	12	41	19	6	30	21,6
40%	34	30	31	26	19	28
50%	14	15	13	9	12	12,6

Annexe 24 - Population *d'Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait de menthe poivrée (2^{éme} observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	143	91	109	109	111	112,6
20%	59	61	79	79	69	69,2
30%	59	76	58	48	95	67,2
40%	117	77	52	86	61	78,6
50%	80	89	20	71	99	71,8

Annexe 25 - Population *d'Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait d'ortie (1^{ére} observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	90	107	180	146	113	127,2
10%	70	52	88	79	103	78,4
20%	85	60	65	51	59	64
30%	44	36	42	41	47	42
40%	28	32	29	26	33	29,6
50%	33	26	29	30	25	28,6

Annexe 26 - Population d'*Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait d'ortie (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	1	0	0	1	0	0,4
10%	4	2	6	4	5	4,2
20%	8	5	3	6	4	5,2
30%	6	11	9	7	2	7
40%	12	9	10	13	9	10,6
50%	8	14	12	11	13	11,6

Annexe 27 - Population d'*Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait d'ortie (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	1	0	0	1	0	0,4
10%	4	2	6	4	5	4,2
20%	8	5	3	6	4	5,2
30%	6	11	9	7	2	7
40%	12	9	10	13	9	10,6
50%	8	14	12	11	13	11,6

Annexe 28 - Population d'*Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait d'ortie (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	2	0	1	7	2,8
10%	9	7	5	11	13	9
20%	12	8	13	15	11	11,8
30%	17	11	19	23	25	19
40%	23	26	23	22	27	24,2
50%	28	22	24	26	21	24,2

Annexe 29 - Population d'*Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait de fougère (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	90	107	180	146	113	127,2
10%	80	45	38	50	47	52
20%	36	50	53	39	41	43,8
30%	34	34	51	42	40	40,2
40%	30	27	30	32	32	30,2
50%	25	31	23	29	30	27,6

Annexe 30 - Population d'*Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait de fougère (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon "1"	Echantillon "2"	Echantillon "3"	Echantillon "4"	Echantillon "5"	
0% (témoin)	137	213	283	188	108	185,8
10%	71	38	33	50	45	47,4
20%	30	42	46	33	35	37,2
30%	16	19	25	30	22	22,4
40%	5	1	10	7	5	5,6
50%	2	3	0	2	1	1,6

Annexe 31 - Population d'*Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait de fougère (1ére observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	1	0	0	1	0	0,4
10%	6	3	2	4	4	3,8
20%	9	10	6	5	4	6,8
30%	8	7	11	9	6	8,2
40%	10	15	10	11	8	10,8
50%	15	9	17	12	11	12,8

Annexe 32- Population d'*Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait de fougère (2éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	2	0	1	7	2,8
10%	6	9	10	15	11	10,2
20%	13	6	15	25	7	13,2
30%	18	15	28	11	19	18,2
40%	25	26	20	25	27	24,6
50%	23	28	23	27	29	26

Annexe 33 - Population *d'Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait de lavande dentée (1ére observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	689,8
10%	28	18	34	21	19	24
20%	46	24	37	54	22	36,6
30%	30	30	61	41	38	40
40%	51	51	55	54	56	53,8
50%	27	32	30	32	37	31,6

Annexe 34 - Population *d'Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait de lavande dentée (2éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	704	619	707	601	818	137.96
10%	41	39	42	37	48	41,4
20%	30	31	21	23	16	24,2
30%	22	15	18	18	17	18
40%	2	3	3	3	1	2,4
50%	1	1	3	1	4	2

Annexe 35 - Population *d'Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait de lavande dentée (1ére observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	110	96	95	111	101	102,6
20%	106	158	101	104	70	107,8
30%	139	107	131	119	108	120,8
40%	137	135	171	131	151	145
50%	189	128	152	153	136	151,6

Annexe 36 - Population *d'Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait de la lavande dentée (2éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0% (témoin)	4	3	3	1	5	3,2
10%	231	202	199	232	212	215,2
20%	227	331	277	223	146	240,8
30%	292	236	283	258	236	261
40%	299	291	367	282	322	312,2
50%	410	287	334	336	302	333,8

Annexe 37 - Population d'*Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement au laurier noble (1ére observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	109	33	90	63	74	73 ,8
10%	50	180	101	41	90	92,4
20%	27	26	100	89	63	61
30%	37	27	72	125	133	78,8
40%	130	57	40	106	85	83,6
50%	49	37	81	58	62	57,4

Annexe 38 - Population d'*Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement au laurier noble (2éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	133	145	457	104	50	177,8
10%	370	290	380	240	120	280
20%	19	225	173	350	210	195,4
30%	150	140	240	260	230	204
40%	120	265	144	125	220	174,8
50%	56	71	210	130	180	129,4

Annexe 39 - Population d'*Aphis fabae* vivante 9 jours après le traitement au laurier noble (3éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	150	177	418	130	124	199,8
10%	160	120	300	120	55	151
20%	10	122	22	247	95	99,2
30%	15	29	210	93	107	90,8
40%	60	220	45	93	120	107,6
50%	10	52	100	35	80	55,4

Annexe 40 - Population d'*Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement au laurier noble (1ére observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	1	3	2	3	1	2
10%	2	4	2	3	3	2,8
20%	7	7	13	14	11	10,4
30%	15	16	12	15	10	13,6
40%	5	1	3	1	1	2,2
50%	2	6	6	3	2	3,8

Annexe 41 - Population d'*Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement au laurier noble (2éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	8	6	5	5	8	6,4
10%	8	16	10	10	13	11,4
20%	22	19	25	32	20	23,6
30%	29	25	20	28	28	26
40%	28	16	25	21	31	24,2
50%	16	13	16	7	5	11,4

Annexe 42 - Population d'*Aphis fabae* morte 9 jours après le traitement au laurier noble (3éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	2	9	3	2	0	3,2
10%	161	143	153	134	136	145,4
20%	52	139	167	142	106	121,2
30%	125	100	100	131	118	114,8
40%	86	75	79	81	154	95
50%	85	97	144	112	150	117,6

Annexe 43 - Population d'*Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait de sauge (1ére observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	109	33	90	63	74	73,8
10%	136	78	30	42	76	72,4
20%	78	37	171	67	145	99,6
30%	57	78	36	92	30	58,6
40%	153	154	196	33	154	138
50%	53	80	44	76	66	63,8

Annexe 44 - Population d'*Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait de sauge (2éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	133	145	457	104	50	177,8
10%	330	90	10	100	165	139
20%	95	338	275	300	335	268,6
30%	71	180	310	84	24	133,8
40%	137	140	182	63	163	137
50%	59	199	36	110	179	116,6

Annexe 45 - Population d'*Aphis fabae* vivante 9 jours après le traitement à l'extrait de sauge (3éme observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	150	177	418	130	124	199,8
10%	163	0	0	0	0	32,6
20%	18	89	9	12	25	30,6
30%	0	13	64	0	0	15,4
40%	0	0	0	9	0	2,25
50%	70	150	30	34	24	59,5

Annexe 46 - Population d'*Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait de sauge (1ére observation)

Concentration	Répétition					Moyenne
	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	1	3	2	3	1	2
10%	2	3	2	5	2	2,8
20%	2	3	3	2	4	2,8
30%	2	4	3	4	5	3,6
40%	6	6	9	8	10	7,8
50%	7	7	14	10	7	9

Annexe 47 - Population d'*Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à la sauge (2éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	8	6	5	5	8	6,4
10%	32	49	34	45	47	41,4
20%	49	27	32	47	54	41,8
30%	21	28	39	47	47	36,4
40%	30	27	34	36	32	31,8
50%	26	26	31	25	29	27,4

Annexe 48 - Population d'*Aphis fabae* morte 9 jours après le traitement à l'extrait de sauge (3éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	2	9	3	2	0	3,2
10%	189	184	46	171	193	156,6
20%	131	204	214	226	180	191
30%	94	128	163	127	73	117
40%	165	177	197	79	156	154,8
50%	71	66	42	82	94	71

Annexe 49 - Population d'*Aphis fabae* vivante 3 jours après le traitement à l'extrait d'origan (1ére observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	109	33	90	63	74	73,8
10%	35	71	98	23	56	56,6
20%	67	62	77	84	127	83,4
30%	92	67	33	87	73	70,4
40%	90	81	21	83	59	66,8
50%	52	57	74	68	33	56,8

Annexe 50 - Population d'*Aphis fabae* vivante 6 jours après le traitement à l'extrait d'origan (2éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	133	145	457	104	50	177,8
10%	140	120	287	115	307	193,8
20%	390	130	360	106	170	231,2
30%	250	111	247	209	206	204,6
40%	99	177	160	336	163	187
50%	240	270	176	109	168	192,6

Annexe 51 - Population d'*Aphis fabae* vivante 9 jours après le traitement à l'extrait d'origan (3éme observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	150	177	418	130	124	199,8
10%	43	10	3	0	82	27,6
20%	390	92	173	32	49	147,2
30%	54	4	99	93	190	88
40%	0	88	0	68	78	46,8
50%	98	80	50	30	25	56,6

Annexe 52 - Population d'*Aphis fabae* morte 3 jours après le traitement à l'extrait d'origan (1ére observation)

	Répétition					
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	Moyenne
0%	1	3	2	3	1	2
10%	9	11	10	12	9	10,2
20%	2	1	4	1	8	3,2
30%	3	1	2	5	2	2,6
40%	8	9	13	14	10	10,8
50%	5	5	7	5	4	5,2

Annexe 53 - Population d'*Aphis fabae* morte 6 jours après le traitement à l'extrait d'origan (2éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	8	6	5	5	8	6,4
10%	16	17	12	17	15	15,4
20%	11	8	14	12	22	13,4
30%	13	4	8	12	6	8,6
40%	20	17	19	19	19	18,8
50%	10	8	11	9	12	10

Annexe 54 - Population d'*Aphis fabae* morte 9 jours après le traitement à l'extrait d'origan (3éme observation)

	Répétition					Moyenne
Concentration	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5	
0%	2	9	3	2	0	3,2
10%	141	122	122	122	154	132,2
20%	94	64	85	96	121	92
30%	149	164	148	118	169	149,2
40%	125	114	174	214	150	155,4
50%	170	162	151	103	147	146,6

Annexe 55 - p-valeurs du test de Kruskall wallis mortalité-dose pour chaque extrait

Extrait	**p-value**	**observation**
Laurier	0.00598	Mortalité et dose fortement dépendantes
Origan	0.00067	Mortalité et dose fortement dépendantes
Fougère	0.01992	Mortalité et dose dépendantes
Ortie	0.01461	Mortalité et dose dépendantes
Ail	0.53740	Mortalité et dose indépendantes
menthe	0.57980	Mortalité et dose indépendantes
Lavande	0.09504	Mortalité et dose faiblement indépendantes
Sauge	0.97570	Mortalité et dose fortement indépendantes

Annexe 56- p-valeurs du test de Kruskall wallis mortalité-temps pour chaque extrait

Extrait	Ail	Menthe	Lavande	Laurier	Sauge	Origan	Fougère	Ortie
p-valeur	$2.414x10^{-6}$	$3.43x10^{-9}$	$2.724x10^{-9}$	$5.893x10^{-7}$	$1.246x10^{-9}$	$1.583x10^{-5}$	$1.191x10^{-8}$	$1.256x10^{-8}$

Annexe 57 - Plans factoriels de l'AFC

	F1	**F2**	**F3**	**F4**	**F5**	**F6**	**F7**	**F8**	**F9**	**F10**	**F11**
Valeur propre	0,25	0,12	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
% variance	46,68	21,92	14,24	6,90	4,24	1,77	1,38	1,20	0,96	0,51	0,19
% cumulé	46,68	68,61	82,85	89,75	93,99	95,76	97,14	98,34	99,31	99,81	100,00

Annexe 58 – Répartition des cultures selon les différents plans factoriels

	F1	**F2**	**F3**	**F4**
Pomme de terre 2008	0,60	0,02	-0,11	0,32
Pomme de terre 2013	0,69	-0,10	0,16	-0,27
Fève 2008	0,07	-0,25	0,22	0,02
Fève 2013	0,04	0,32	0,34	-0,18
*Thomson*1 2008	-0,49	0,48	0,47	0,18
*Thomson*1 2013	-0,44	0,64	0,68	0,05
valencia late 2008	-0,23	0,25	-0,38	-0,03
valencia late 2013	-0,23	0,59	-0,45	-0,19
Citronnier 2008	-0,47	-0,34	-0,05	-0,01
Citronnier 2013	-0,43	-0,36	-0,01	-0,01
Thomson 2 2008	-0,46	-0,38	0,02	0,01
Thomson 2 2013	-0,47	-0,41	0,02	0,01

Annexe 59 – Plans factoriels de l'AFC

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Valeur propre	0,50	0,12	0,08	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% variance	66,83	15,90	10,33	2,45	1,92	0,93	0,54	0,51	0,33	0,22	0,04
% cumulé	66,83	82,73	93,06	95,51	97,43	98,36	98,90	99,41	99,74	99,96	100,00

Annexe 60 – Répartition des cultures selon les différents plans factoriels

	F1	F2	F3	F4
Pomme de terre 2008	-1,03	-0,41	-0,45	-0,04
Pomme de terre 2013	-1,09	-0,45	-0,49	-0,17
Fève 2008	-0,70	-0,53	-0,20	0,34
Fève 2013	-1,43	-0,61	-0,96	0,75
*thomson*1 2008	-0,67	-0,80	0,66	-0,29
*thomson*1 2013	-0,56	-0,84	0,97	0,28
valencia late 2008	0,50	0,01	-0,06	0,01
valencia late 2013	0,57	0,01	-0,01	0,00
Citronnier 2008	-0,93	0,49	0,15	0,05
Citronnier 2013	-0,92	0,78	0,26	0,12
t*homson*2 2008	-0,84	0,16	-0,07	-0,24
*thomson*2 2013	-0,93	0,40	0,08	-0,05

Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued-Aïssi et Drâa Ben Khedda

Résumé

Compte tenu de l'importance des dégâts dus aux pucerons en agriculture, il est décidé la réalisation de leur inventaire en Grande Kabylie, et des facteurs limitant en vue d'une lutte intégrée. Cette étude a permis de recenser près de 60 espèces d'Aphidae. *Aphis citricola, A. fabae, A. gossypii, Myzus persicae, Macrosiphum euphorbiae* et *Toxoptera aurantii* sont les plus nuisibles. Le suivi de l'évolution de la population globale des aphides ailés capturés dans des pièges jaunes, montre que leur activité devient la plus intense en mai. Cette période coïncide avec des conditions climatiques favorables comme les températures moyennes égales à 25 °C en 2008 et à 22,4 °C en 2013, ce qui s'explique par la diversité des plantes-hôtes. Le comptage visuel des Aphidae sur les feuilles des différentes plantes cultivées montre que seulement 7 espèces peuvent réellement infester les cultures. L'étude des fluctuations de la population globale des pucerons installés sur les feuilles permet de constater que celle-ci affecte les cultures au printemps et que ces variations dépendent surtout des conditions climatiques comme la température et de l'état physiologique de la plante-hôte. Les prédateurs piégés sont *Coccinella algerica, C. indecimpunctata, Hippodamia* (*Adonia*) *variegata, Oenopia doublieri, Pullus subvillosus, Scymnus pallipdeformis, S. rupifens, Chrysoperla carnea, Episyrphus balteatus*, *Syrphus corollae*, *Melanostoma mellinum, Sphaerophoria scripta, Anthocoris nemoralis, Malacocoris chlorizans, Phytocoris tiliae* et *Aphidoletes aphidimyza.* Les espèces *Coccinella algerica* et *Hippodamia variegata* sont les plus abondantes dans les colonies d'Aphidae. Elles sont à retenir pour un éventuel programme de lutte intégrée. Au laboratoire, l'espèce *Toxoptera aurantii* semble être une nourriture profitable pour le développement de *Coccinella algerica* en écourtant son cycle biologique à 20,7 jours à une température moyenne de 22,7 °C. C'est l'ingestion d'*Aphis fabae* qui semble être intéressante pour *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata,* car elle écourte le cycle biologique de cette coccinelle à 21,4 jours à une température moyenne de 20,9 °C. Des solutions obtenues à partir de 8 extraits végétaux, soit l'ail, la fougère, l'ortie, la sauge, la menthe, la lavande, l'origan et le laurier noble, sont testées sur le puceron noir de la fève *A. fabae.* Les résultats obtenus mettent en évidence leurs vertus insecticides.

Mots clés : pucerons, prédateur, *Coccinella algerica*, *Hippodamia variegata*, extrait végétal

Asphids bioecology of different crops and of their naturel enemies in Oued-Aïssi and Draâ Ben Khedda

Summary

The amount of damage caused by aphids in agriculture stimulated us to perform in Kabylia, aphids and natural control agents inventory within integrated pest management framework. This study identified sixty aphid species where *A. citricola, A. fabae, A. gossypii, M. persicae, M. euphorbiae* and *T. aurantii* are the most damaging and most important economically. Study of the evolution of the overall population of winged aphids, caught by yellow traps, showed that the most intense activity of these pests is noted in May. This period coincides with favorable weather, namely average temperatures of around 25 °C in 2008 and 22,4 °C in 2013 the diversity of host plants. The head count of aphid installed on leaves of different cultures sampled showed that only a small number of species not exceeding 4 can actually infest crops. Fluctuations study of the overall population of aphids settled on leaves showed that the aphid populations affect crops in the spring; these fluctuations depend primarily on climatic conditions including temperature and physiological state of the host plant. Harvested predators were *Coccinella algerica, Coccinella indecimpunctata, Hippodamia* (*Adonia*) *variegata, Oenopia doublieri, Pullus subvillosus, Scymnus pallipdeformis, Scymnus rupifens, Chrysoperla carnea, Episyrphus balteatus*, *Syrphus* corollae, *Melanostoma mellinum, Sphaerophoria scripta, Anthocoris nemoralis, Malacocoris chlorizans, Phytocoris tiliae* and *Aphidoletes aphidimyza. Coccinella algerica* and *Hippodamia variegata* species are most abundant among aphid colonies and are of particular importance for potential agricultural IPM programs. The study conducted in the laboratory upon these two ladybugs shows that the species *Toxoptera aurantii* seems to be an interesting food for the development of *Coccinella algerica* insofar as it shortens the life cycle to 20.7 days at an average temperature of 22.7 ° C. For *Hippodamia (Adonia) variegata*, it is *Aphis fabae* which seems to be an interesting food because it shortens the life cycle of the ladybug to a period of 21.4 days at an average temperature of 20, 9 ° C. Solutions obtained from eight plant extracts, namely garlic, fern, nettle, sage, mint, lavender, oregano and bay leaf were tested on the black bean aphid *A. fabae*. Results showed that these extracts proved insecticidal properties considering the high number of dead insects.

Key words : aphids, predatory, *Coccinella algerica*, *Adonia variegata*, plant extracts

بيواكولوجيا المن في مختلف الزراعات و الأعداء الطبيعية للمن في واد عيسي ودراع بن خدة

ملخص

نظرا لأهمية أضرار المن في الزراعة . قرر تحقيق المخزون في منطقة القبائل الكبرى، والعوامل التي تحدد مكافحة. هذه الدراسة سمحت بتحديد قائمة تقارب 60 نوع من المن، *Aphis citricola, A. fabae, A. gossypii, Myzus persicae, Toxoptera aurantii* هي الأكثر ضررا. متابعة تطور كثافة المن المجنحة بواسطة أفخاخ صفراء ، يظهر أن النشاط المكثف يكون ماي. هذه الفترة تتزامن مع تحسن الظروف الجوية حيث متوسط درجة الحرارة على 25 درجة مئوية في 2008 ، و 22.4 درجة مئوية في 2013. الذي يفسر بتنوع النباتات. الحساب النظري على الأوراق في النباتات المختلفة تبين أن فقط 7 أنواع) يمكن أن تغزو هذه الزراعات. دراسة تقلبات كثافة المن التي ترتفع في الربيع لأنها تعتمد خاصة على درجة الحرارة و الحالة الفسيولوجية للنباتات المضيفة.

الأعداء الطبيعية هي: ، *Coccinella algerica, C. indecimpunctata, Hippodamia* (*Adonia*) *variegata, Oenopia doublieri, Pullus subvillosus, Scymnus pallipdeformis, S. rupifens, Chrysoperla carnea, Episyrphus balteatus, Syrphus corollae, Melanostoma mellinum, Sphaerophoria scripta, Anthocoris nemoralis, Malacocoris chlorizans, Phytocoris tiliae* et *Aphidoletes aphidimyza.* النوعين: *Coccinella algerica* et *Hippodamia variegata* هي الأكثر وفرة في مستعمرات المن فإنه من المستحسن الاحتفاظ بها لاستعمالها في برنامج متكامل لمكافحة هذه الحشرات. *Toxoptera aurantii*. يمثل طعاما مربحا لتطور *Coccinella algerica* وهذا باختصار مدة الدورة البيولوجية في 20,7 يوما في المتوسط 22,7° درجة الحرارة. و *Aphis fabae* تمثل طعاما مربحا لتطور *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* لأنها تختصر وقت الدورة البيولوجية وهذا في 21,4 يوم ، في متوسط درجة الحرارة من 20,9درجة مئوية.

الحلول المحصل علىها من مستخلصات 8 نبات المحصورة في: الثوم ، السرخس ، مرامية الحريق الزعتر النعناع الخزامى و الرند، لها فعالية مضادة للحشرات.

الكلمات المفتاحية : المن, اللأعداء الطبيعية *Coccinella algerica* et *Hippodamia variegata* مستخلصات نباتية

Publications

Article ID :ijbt150814101
Int. J. Biol. Technology, (2014) :5(2):13-18
OPEN ACCESS
ISSN 0946 - 4313

Bio-insecticide effect of the extracts of *Urtica dioïca* and *Dryopteris filix-mas* on *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae)

K. Benoufella-Kitous[1], S. Doumandji [2], H. Fellag[1], T. Hance[3]

Received: 12, June, 2014 / Accepted: 12 August 2014 / Published Online: 15 August, 2014
© Gayathri Publishers 2014

Research Article

Abstract : The evaluation of the nettle (*Urtica dioïca*) and the fern's (*Dryopteris filix-mas*) extracts' effectiveness on the black louse of the broad bean (*Aphis fabae*), shows that these extracts applied with a high dose (5 ml of extract/ 5ml of distilled water), present a toxic effect : 73.8% mortality with the nettle's extract and 75.1% with the fern's extract. It also emerges that the insecticide activity of these plants acts on long term. Finally, the comparison between the results obtained with the aqueous extracts and the results noted with application of the Mospilan 20sp, a chemical pesticide, are not very different.

Keywords: bioinsecticide effect, nettle, fern, *Aphis fabae*, dose

Citation: Benoufella-Kitous, K., Doumandji, S., Fellag, H. and Hance, T. 2014. Bio-insecticide effect of the extracts of *Urtica dioïca* and *Dryopteris filix-mas* on *Aphis fabae* (Homoptera:Aphididae). *Int. J. Biol. Technology*, 5(2):13-18.

Address for Communication
[1]University of Mouloud Mammeri of Tizi-Ouzou, Algeria.
Cité 11 Decembre B[t] 05 n° 20 Tizi-Ouzou, Algérie.
Tél: 0770960047;Email: ben.kitous@yahoo.fr
[2] National High School of Agronomy El Harrach, Algeria.
[3]Catholic University of Louvain, Belgium.

Submission of manuscripts info:
biotekeditor@yahoo.com

Manuscript Type : **Research Article**
Received Manuscript : **Via Email**
Approved Letter : **Received** or Non Received
Funding Source: Support or **Nil**
Conflict of Interest : **Nil**
Manuscript Full Responses: **Authors**

GALLEYPROOF

1. Introduction

The synthetic organic pesticides have done enormous favors to humanity in fighting devastators, but their anarchical use during more than half a century engendered considerable harmful effects which incited scientists to search for fighting alternatives to replace synthetic organic pesticides with vegetal biodegradable and environmentally friendly bio-pesticides (Khalfi-Habes *et al.*, 2010).Literature mentions many examples of plants which have insecticide properties towards culture devastators . It seems a real potential of certain vegetal species whose insecticide effectiveness is proved (Tounnou *et al.*, 2012).

Some studies have been fulfilled in this direction regarding lice. Certain observations show the phytotherapeutic effect of *Artemesia vulgaris*, of *Mentha piperata*, of *Saponaria officinalis* and of *Tanacaetum annuum* (Ondet, 2007). Moreover, the effect of the plants Hyptis *spicigera, Azadirachta indica, Euphorbia balsamifera* (Bambara and Tiemtoré, 2008) and the orange rind extract (Jamar *et al.*, 2010) have been tested on lice. Some studies are being conducted in Algeria concerning the insecticide effect of essential oils of *Lavandula stoechas* and *Origanum glandulosum* on *Aphis pomi* Linnaeus, 1758 (Amirat *et al.*, 2011), the extracts of *Peganum harmala*, of *Melia azedarach* and of

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License ((http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

http://www.gbtrp.com/journal/ijbt.htm

Rosmarinus officinalis on *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Khalfi-Habes *et al.*, 2011 ; 2012). Sure enough, plants synthetize numerous secondary metabolites with potential insecticide effect. It's in this context that this work is registered. This article reports the results of an effectiveness test of aqueous extracts of two vegetal species on the black louse of the broad bean (*A. fabae*). It's about evaluating and comparing the effectiveness of the extracts compared with the Mospilan 20sp which is a pesticide of choice very used by agriculturists.

2. Materials and Methods

2.1. Plant Materials

Fern and nettle's leaves are collected from garden, University of Mouloud Mammeri of Tizi-Ouzou, Algeria

2.2 Extracts preparation

Once collected, the leaves of the two plants are cleaned with water in the laboratory, and then weighed. A quantity of 100gms of each fresh plant is immediately put in a traditional mortar and crushed until obtaining a doughy content which is filtered through a piece of fabric so that the ground leaves' remains are caught. The obtained liquid is collected in clean bottles. The retrieved filtrates represent the initial solutions.

2.3 Phyto preparations application

The different bio-trials are fulfilled in the laboratory room conditions. Dilutions of the initial solutions obtained from the two plants' extracts have been done. 6 treatment lots and a 7th for the chemical product are prepared for each extract. Each lot involves 5 pots; each one is made up of broad beans plants infested by different larva stages of *A. fabae*.

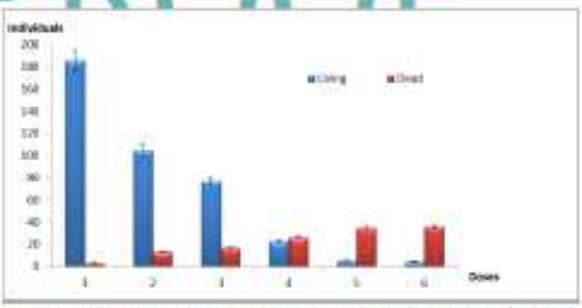
The first lot considered as a witness is treated with distilled water. The second lot's treatment is made by diluting one tenth of the initial solution (1 ml initial solution / 9 ml distilled water). The 3rd lot is treated by diluting 2 tenth of the initial solution (2 ml initial solution / 8 ml distilled water). For the 4th lot it is used a dilution of 3 tenth of the initial solution, or 3ml of initial solution / 7 ml distilled water. The 5th lot is treated with 4 tenth of the initial solution (4 ml initial solution / 6 ml distilled water). The 6th lot receives a treatment with half-dose of the initial solution (5 ml initial solution / 5 ml distilled water). The total individuals initially present before the different treatments are counted, then 3 and 6 days after treatment. Each respective lot receives only one spray of each phytopreparation so that the foliage gets well soaked. 5 repetitions have been done for each of the 5 tested doses.

2.4 Estimation of the treatments' toxicity

Totally, 140 observations constitute our data. The variables measured on the individuals are: mortality, dose and time. It is proposed to treat the data using the R language. To be able to study the mortality behaviour in detail according to the two variables, dose and time, we must first check whether the mortality data is Gaussian. This allows choosing the appropriate hypothesis test. The examination of the data corresponding to the mortality variable shows that it is not Gaussian. Besides, this is reinforced by Shapiro and Wilks' hypothesis test which gives a p-value of 2.518 x10^{-8}. In absence of data normality, the variance analysis isn't appropriate. Consequently we opt for the non parametric test of Kruskall-Wallis.

3. Results and Discussion

The dose's effect on the populations of *A.fabae*. The two experimented plants showed very toxic towards *Aphis fabae*. The mortality rate of the population of A. *fabae* treated with nettle and fern's extracts is clearly higher than the mortality rate of the untreated witness. The doses 10 % and 20 % present an effect on the populations of aphids. But this one remains negligible and the lice populations could, despite the treatments, swarm (Fig. 1). These results don't match with Ondet's results (2007) who points out that peppermint and wormwood infusions at 10 % allowed limiting satisfactorily the green lice number (*A. pomi*) on apple tree.



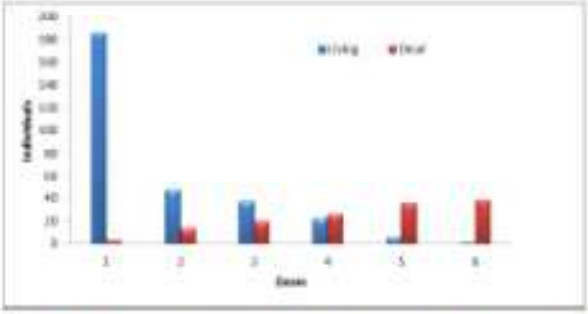
1 : Witness, 2 : Dose 10%, 3 : Dose 20%, 4 : dose 30%, 5 : Dose 40%, 6 : Dose 50%.

Fig. 1. Number of living and dead individuals after treatment with 5 doses of nettle extract

GALLEYPRINT

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License ((http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

These vegetal extracts present a very high mortality rate starting from 40 % concentration. The dose 50 % represents the most toxic dose with a lethality rate of 89,5 % equivalent to an average of 35,8 dead lice for the nettle extract and of 97 % equivalent to an average of 38,8 dead lice for the fern extract (Fig. 2).

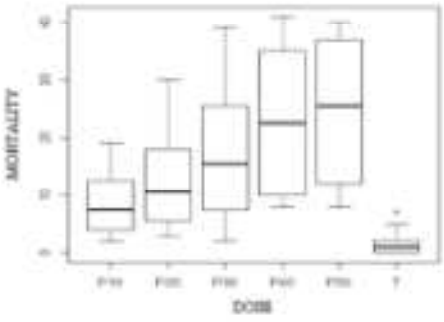


1 : Witness, 2 : Dose 10%, 3 : Dose 20%, 4 : dose 30%, 5 : Dose 40%, 6 : Dose 50%.

Fig. 2. Number of living and dead individuals after treatment with 5 doses of fern extract

Through these results, it appears that the insecticide activity is proportional to the doses whichever the tested extract is. The Mortality-Dosage boxplot presented on figure 3 shows that the mortality level as well as the variability increases according to the dosage. This is confirmed by Kruskall-wallis's test with a p-value of $5.826\ 10^{-12}$, very close to zero, what means that there is a very strong dependence between mortality and dosage.

These results are in agreement with those of Amirat *and al.* (2011) which signal that mortality rates of *A. pomi* treated with lavender and oregano (*Origanum glandulosum*) essential oils increase proportionally to the dose. Prisca *and al.* (2013) signal that a pure solution of absinthe wormwood extract presents a toxic activity towards *Myzus persicae* Sulzer, 1776 with an average number of 5,7 living lice per salad, 7 days after treatment. Likewise, pure solution of common wormwood extract presents a similar toxic effect on the lettuce louse (*Nasonovia ribisnigri* Mosley, 1841) with an average number of 4,8 living lice per salad plant (7 days post-treatment).



T : witness, P10 : 10%, P20 : 20%, P30 : 30%, P40 : 40%, P50 : 50%.

Fig. 3. Mortality-Dosage Boxplot

3.1 Time's effect on *A. fabae* populations

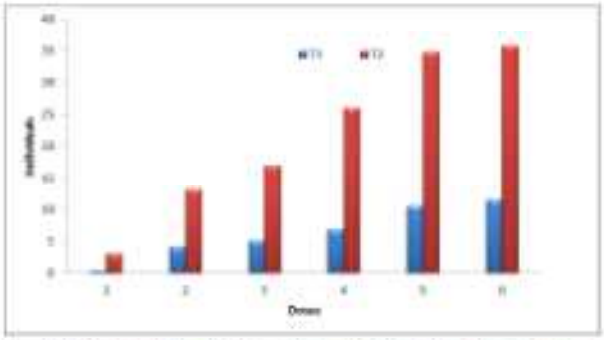
Our results show a slow bio-pesticide effect of the aqueous solutions applied on plants infested by the black louse. These extracts show a non negligible effect on *A. fabae* mortality at time T1, that is to say 3 days after treatment. However, the most toxic action is observed 6 days post-treatment (T2). Despite their weak effectiveness after 3 days of treatment, these extracts could engender mortality within the population of aphids. Thus at the dose 50%, the number of dead individuals moves from an average of 11,6 lice equivalent to a mortality rate of 29 % (1st observation, T1) to 35,8 lice on average ,equivalent to 89,5% mortality (2nd observation, T2) for the nettle extract (Fig. 4).

For the fern extract, an average of 12,8 dead individuals is registered at time T1 and an average of 38,8 dead lice corresponding to a mortality rate of 97 % is registered 6 days after application of the extract (T2) (Fig.5).

In the light of these results, it comes out that the time factor plays an important role regarding the treatment's effectiveness. The longer the action period of the biopesticide, the better its effectiveness is. Sure enough, the mortality-time boxplot presented in figure 6, shows that the mortality level variability is more important in the 6-day case (B and D) than in the 3-day case (A and C). This is confirmed by Kruskall-wallis test with a p-value very close to zero, so be it $9.154\ 10^{-10}$ which means that the dependence is high with time. Sure enough, there is a significant mortality variation according to the time.

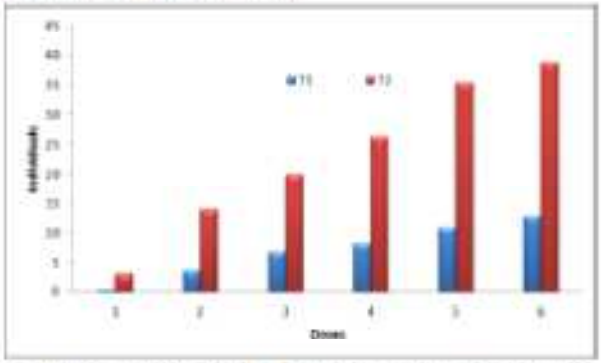
SAMPLE PROOF

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



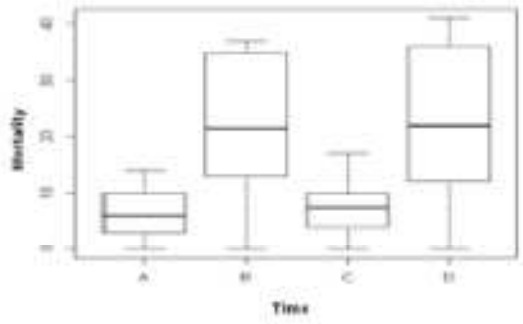
1 : Witness, 2 : Dose 10%, 3 : Dose 20%, 4 : dose 30%, 5 : Dose 40%, 6 : Dose 50%.

Fig. 4. Number of dead individuals 3 and 6 days after treatment with nettle extract



1 : Witness, 2 : Dose 10%, 3 : Dose 20%, 4 : dose 30%, 5 : Dose 40%, 6 : Dose 50%.

Fig. 5. Number of dead individuals 3 and 6 days after treatment with fern extract



A : 3 days after treatment with nettle extract, B : 6 days after treatment with nettle extract,
C : 3 days after treatment with fern extract, D : 6 days after treatment with fern extract.

Fig. 6. Mortality-Time boxplot

Bsroffio *and al.* (2009) signal that the effectiveness of the sesame oil-based treatment on the elder louse *Aphis sumbuci* Linnaeus, 1758 decreases with the passage of time. These authors note that the pourcentage of umbels attacked by this louse after 2, 10, 17 and 27 days treatment application is respectively: 5, 6, 29 and 36 %.

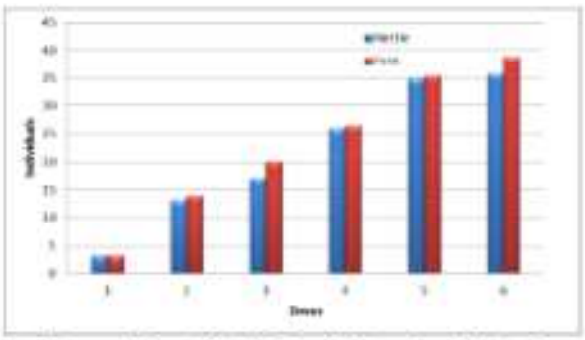
3.2 Effect of the extract's nature on the populations of *A. fabae*

The fern's extract presents a toxic effect slightly superior to the nettle's extract effect (Fig. 7). Picture1of the average and median mortalities given below shows that there is a slight improvement of the effectiveness regarding the fern's extract. However, this is not sufficient to conclude that there is a real difference of effectiveness. Sure enough, Kruskal Wallis's test which crosses mortality with the two variables gives a p-value of 0.659, largely superior to 5 %. That indicates that there is no significant difference between the 2 extracts. Bambara and Tiémoro (2008) mention a better effectiveness of the *Euphorbia balsamifera* based extract on the populations of lice compared with the d'*Hyptis spicigera* based extract. According to Khalfi-Habes *and al.* (2010), the plants' insecticide activity is probably attributed to the semiochemical substances contained in the vegetal. The study conducted by Ondet and Salva (2005), shows that the therapeutic effect of the vegetal extracts-based treatments towards stinging and sucking insects, differs according to the nature and the chemical composition of the used extract. The vegetal extracts effectiveness on the populations of aphids is highlighted by many authors. Thus the aqueous extract of H. *suaveolens* (Dansou *and al.*, 2007) as well as that of *Euphorbia balsamifera* and *Hyptis spicigera* (Bambara and Tiemtore, 2008) and that of the absinthe wormwood and of the vulgar wormwood (Ptisca *and al.*, 2013) provoke a high toxicity towards lice. Our study confirms the results of these earlier works since we also record a decrease in the number of lice within the treated populations with the studied extracts (Fig. 8).

PROOF

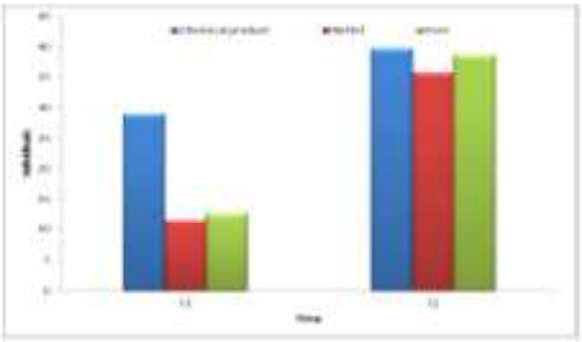
GTRP
http://www.gbtrp.com/journal/ijbt.htm

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



1 : Witness, 2 : Dose 10%, 3 : Dose 20%, 4 : dose 30%, 5 : Dose 40%, 6 : Dose 50%.

Fig. 7. Number of dead and living individuals 6 days after treatment with nettle and fern's extracts



T1 : 3 days after treatment, T2 : 6 days after treatment

Fig. 9. Number of dead individuals after treatment with the two vegetal extracts and with the Mospilan 20sp

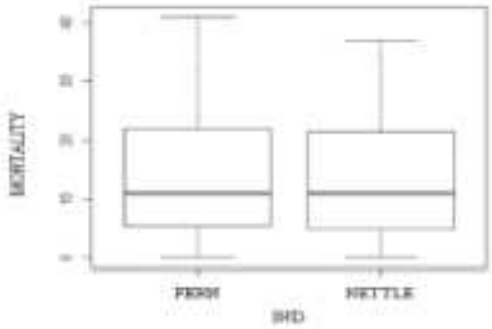
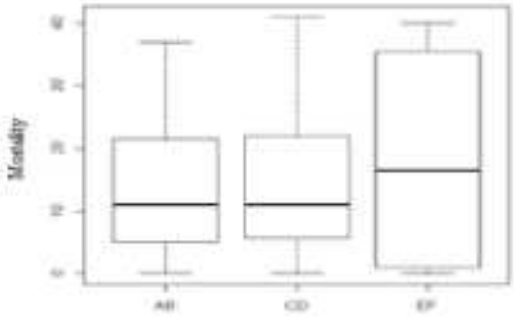


Fig. 8. Comparison of mortality between nettle and fern



(AB), fern (CD) and chemical product (EF)

Fig. 10. Mortality crossed with the variables nettle

Table- 1: Average and median mortality

GALLEYPROOF

			Average				
	Doses	10	20	30	40	50	T
AB	nettle	8,70	10,67	16,50	22,70	25,70	1,80
CD	fern	8,90	13,40	17,30	23,10	25,80	1,80
			Median				
	Doses	10	20	30	40	50	T
AB	nettle	7,50	10,50	16,50	23,00	24,00	1,00
CD	fern	9,00	10,50	20,00	22,50	37,00	1,00

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

3.3 Comparison between the vegetal extracts' effect and the insecticide's effect

To complete our study, we also compare the effectiveness of these two extracts with the effectiveness of the chemical product (Fig. 9). The latter, applied on populations of broad beans black lice, confirms that the nettle and the fern's extracts have a pesticide effect on *A. fabae* colonies, since we observe mortality rates very comparable to those obtained with the Mospilan 20sp (Fig. 10). Kruskal Wallis's test gives a p-value equal to 0, 9181, what means that there's no significant difference between the vegetal extracts and the chemical product. The comparison according to time shows a maximal effectiveness of the product at the end of 6 days. According to Attia *et al.*, (2011), certain studies show that many essential oils-based biopesticides are as effective as synthetic products. Likewise, the plants' natural extracts can be aids of choice in the programs aiming to manage the devastators' resistances to pesticides.

3.4 Conclusion

The obtained results prove that the insecticide virtues of *Urtica dioica* and of *Dryopteris filix-mas* are obvious bearing in mind the high numbers of dead insects in the lots treated with these substances compared to the witness. Mortality rates increase proportionally to the dose and the insecticide activity of these plants acts on long term. These extracts have a toxic effect close to the chemical treatment's effect. In prospect, it would be appropriate to identify the active principles of these plants. In Parallel real environment tests are to be carried out to evaluate the practical effectiveness of these

GALLEYPROOF

4. References

Amirat, N. Tebboub, S. and Sebti, M. 2011. Effets insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* de la région de Jijel. *Année Internationale des forêts*, 1p.

Bambara, D. and Tiemtoré, J. 2008. Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguculata* L. Walp. *Tropicultura*, 26 (1) : 53-55.

Jamar, L. Grebert, D. Amiraux, C. Oste, S. and Lateur, M. 2010. L'extrait d'écorce d'orange comme produit de protection des plantes. *Journées Européennes protection plantes AB*, 10 et 11 *mars* 2010, Lille.

Khalfi-Habes, O. and Sellami, S. 2010. Activité biologique de trois huiles essentielles extraites de plantes algériennes sur *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera : Bostrychidae). *Congrès de l'association marocaine protection des plants* (*Ampp*), 26-27 *mai* 2010, *Institut agronomique et vétérinaire Hassan* II, 6 p.

Khalfi-Habes, O. Sellami, S. and Guerrida, S. 2011. Effet bio-insecticide des extraits de *Peganum harmala*, *Melia azedarach* et *Rozmarinus officinalis* sur *Aphis fabae* Scop. 1763, (Homoptera, Aphididae). Congrès international, Ecole. nati. sup. agro., El Harrach.

Khalfi-Habes, O. Yahiaoui, F. and Benzara, A. 2012. Activité insecticide systémique de trois plantes sous forme d'extrait aqueux et d'amendement vert sur *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae). 3ème *Congrès Franco-Maghrébin zoologie ichyologie*, 6-8 *novembre* 2012, Marrakech.

Prisca, P. Treuvey, N. Lambion, J. Tournant, L. Arrufat, A. and Conseil, M. 2013. Maraîchage : Evaluation de préparations végétales en protection fongiques et insecticides. *Journées substances naturelles protection des cultures*, 9-10 *avril* 2013, Paris.

Attia, S., Grissa, K. L., Mailleux, A.C., Lognay,G., Heuskin, S. and Mayoufi, S. 2011. "Effective concentrations of garlic distillate (Allium sativum) for the control of Tetranychus urticae Koch. (Tetranychidae)," *Journal of Applied Entomology*, 136(4):302-312.

Toumnou, A.L., Seck, D., Thiaw, C., Cisse, N., Kandioura, N., Sembene, M. 2012. Farmers' pesticidal plant use in the protection of stored cereal and legume grains: ethnobotanical surveys in some rural communities in Senegal. *International Journal of Science and Advanced Technology*, 2(3): 25-33.

© 2014 GTRP Reserved. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)
ISSN(P): 2250-0057; ISSN(E): 2321-0087
Vol. 4, Issue 6, Dec 2014, 27-36
© TJPRC Pvt. Ltd.

INTEREST AND PLACE OF THREE *VICIA FABA* APHID SPECIES IN DRAA BEN KHEDDA (GREAT KABYLIA, ALGERIA)

BENOUFELLA-KITOUS KARIMA[1], DOUMANDJI SALAHEDDINE[2] & MEDJDOUB FERROUDJA[3]

[1,3]Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou, Algeria

[2]National High School of Agronomy, El Harrach, Algeria

ABSTRACT

The study is conducted in a subhumid and mild-wintered environment, in Draâ Ben Khedda region (Tizi Ouzou). It is about the aphid-broad bean complex and consists of determining the diversity and the fluctuations of the aphids' abundances according to a certain number of factors. The work is carried out between the 15th January and the 21st may 2008, and between the 12th January and the 25th May 2013, by means of yellow traps and direct observations in a broad bean culture (*Vicia faba*). The trapped winged aphids' specific richness is 25 species for the year 2008 and 19 in 2013. But only 4 species are actually noted on *Vicia faba*. It is *Aphis fabae* that predominates and is accompanied by *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora* and *Lypaphis erysimi*.

The differences between the aphids' settlements during the two years of study are essentially due to the climate conditions and to the vegetal environment.

KEYWORDS: Aphids, broad Bean, Infestation, *Aphis fabae*

INTRODUCTION

In Algeria the aphids are part of the main devastators of the cultivated plants. Their pullulating often exceeds the tolerance threshold (Saharaoui and Gounreau, 2001). Some studies have been conducted up to now on the aphids' populations' fluctuations in many regions of Algeria (Laamari and Hebbel, 2006; Benoufella-Kitous and al, 2008, 2009, 2014a, 2014b; Laamari and al, 2010, 2011). Very little data is given on the fluctuations within the aphids settlements particularly on *Vicia faba* in Algeria. It's this aspect that justifies the present manuscript. The aim of this study is to assess the diversity, the abundance and the evolution in time of the aphids' populations in a broad bean field.

STUDY REGION PRESENTATION

The exploitation where this work is conducted, is located in Draâ Ben Khedda region (36° 44' N.; 3° 57' E.), with 56m altitude. This region is part of the sub-humid Mediterranean bioclimatic floor with a mild winter. The average annual temperature is 19, 2° C and the rainfall exceeds 600 mm water per year. The soil is predominated by sand and silt. It's an agricultural environment where citrus orchards and produce grower cultures meet.

STUDY METHOD

The study is conducted on two parcels of broad bean *Vicia faba*, one was planted on the 25th December 2007 and the other, on the 30th December 2012, on a superficies of 1258 m^2. The aphids' populations are studied by direct observations on the plant, and also in the laboratory. Mass trappings are carried out by means of yellow recipients.

This type of trapping presents a lot of interests taking into account its easy use and its appreciable yield when collecting the aphids, both in abundance and in specific richness. It allows following each species' populations in order to anticipate their pullulating (Yattara and Francis, 2013). A 9-trap device is settled in the trials fields at 30 cm high and at a minimal distance of 3 meters from the edges of the parcel, in order to limit the edging effect. The traps contain some detergent dissolved in some water, aiming to reduce the superficial tension phenomenon, and thus to increase the trap's effectiveness.

The statements are meticulously carried out every week during two agricultural campaigns in 2008 and in 2013. Water is regularly added in periods of high temperatures and is renewed when collecting. The collected aphids are preserved in alcohol at 70%, counted, and then identified at the laboratory, until the species. For this purpose, many specific determination keys are employed. The aphids' identification carried out on the basis of morphological characters as described by Remaudière and al. (1985), Leclant (1999), Jacky and Bouchery (1982) and Autrique and Ntahimpera (1994). Direct observations on the plant are also fulfilled. At each exit, 9 sprouts are sampled at random. All the organs infested by the aphids are collected and brought to the laboratory.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Evaluation of the Aphids' Diversity

The aphidofauna analysis shows the presence of 27 species among them 25 species in 2008. These pertain to 3 sub-families, the Aphidinae, the Chaitophorinae and the Pemphiginae. Only 19 species are noted in 2013 which are part of the sub-family of the Aphidinae. This latter is represented by two tribes, that of the Aphidini and that of the Macrosiphini. This latter is predominant with 15 species (Table 1). Regarding the Chaitophorinae , only one species is collected, which is *Sipha maydis*. Likewise for the Pemphiginae, only one species is noted. It is d'*Eriosoma lanigerum*. Laamari and Hebbel (2006), in their inventory of the aphids trapped in the yellow plates placed in a broad bean culture in the region of Biskra, highlight16 aphid species, divided between the Aphidinae and the Myzocallidinae.

In the present study, the Aphidinae are the most represented and include a big number of species of agronomical importance like *Aphis citricola, A. fabae, A. craccivora, Toxoptera aurantii, Myzus persicae and Acyrthosiphon pisum* because of their polyphagia and their ability to transmit viroses. *A. fabae* is noted on about fifteen vegetal species (Laamari and al, 2011). Alhmedi and al. (2007) have counted this aphid on wheat and on wood. According to Laamari and al. (2011), *M. persicae* is counted on 16 vegetal species. Vayssières and al. (2001) noted it on *Rumex abyssinicus, Euphorbia hirta, Solanum nigrum, Cajanus cajan, Tropaeolum* sp. and *Callistephus* sp. This aphid can transmit more than 20 viruses, while *Macrosiphum euphorbiae* can transmit about 4O of them (Harmel and al, 2008). The pea green aphid (*A. pisum*) is counted among the very polyphagous species and possesses about 10 host-vegetal species (Laamari and al, 2011).

The specific richness noted in Draâ Ben Khedda reaches 25 species in 2008 and 19 species in 2013. Analysis of the specific richness of Aphididae between the two years of study highlights difference. This specific richness variation of aphids from a year to another can be due either to the floristic diversity, or to the different climatic conditions especially temperature and rain. Sure enough, 26 adventitious plant species have been counted in 2008 versus 23 species in 2013. Bassino (1983) points out that the aphid fauna is diversified when the present flora is so too. Moreover, recorded temperatures and pluviometry in 2008, namely average temperatures included between 10,9 and 23,5 °C and a precipitations sum of 237,7 mm during the broad bean culture, seem to be more favorable to the development and to the displacement of aphids. Sure enough, according to Hullé and al. (2010), the number of winged individuals produced and

their ability to fly depend on temperature. According to the same authors, temperatures superior to 20 °C favor parthenogenetic reproduction, the survival of active individuals along the year, and favor their mobility. Likewise, Robert (1982) notes that an abundant rain acts directly on aphids by preventing their fledging. In 2013, on the contrary, climatic conditions seem to be less favorable with these average temperatures included between 9,4 and 17,4 °C and a precipitations sum of 709,9 mm. Blondel (1975) points out that when life conditions in an environment are favorable, numerous species are found.

Evaluation of the Relative Abundance of Winged Aphids

Statements analysis shows that the 2008 campaign is richer and more diversified than the 2013 one (Table 2). Species effectives are of 215 and of 143 individuals respectively for 2008 and 2013.

The melon and cotton aphid (*Aphis gossypii*) and the cereal two-colored aphid (*Ropalosiphum padi*) are the most frequent with respectively 16,1% and 13,3% of the effectives in 2013, while in 2008, it's the broad bean black aphids (*A. fabae*) and the alfalfa black aphid (*A. craccivora*) that were the most abundant with respectively 16,7% and 14,9%. Despite the agronomical importance of these two species, they are scarcely present in 2013 with 7% of the captures. On the potato *A. fabae* is noted with a frequency of 19,6% (Yattara and Francis, 2013). Benoufella-Kitous and al. (2008) count on citruses the species *A. gossypii* (8, 61%), *A. fabae* (8,13%) and *A. craccivora* (7,2%). On the contrary, on the courgette culture, *A. gossypii* is largely majoritarian with 99% of the aphids identified on that culture (Lopes and al, 2012). In the present study in 2013, the species *A. idaei* (10%), *A. nerii* (9,1%) and *A. citricola* (8,4%) intervene weaker. In 2008, *A. gossypii* participates with a frequency of 9,3%. The present results concur with those of Benoufella-Kitous and al. (2009), which note the presence of *A. citricola* with an abundance of 10, 2%. Weak frequencies are observed in 2013 for the species *Sitobion avenae, M. persicae* and *Ropalosiphum insertum* with 0, 7% each and with 0, 9% in 2008. They are in fact passing species searching their hosts. On an example basis *M. persicae* has as primary host the peach tree and some other Rosaceous of *Prunus* gender and as secondary hosts Asteraceous, Brassicaceous, Apiaceous and Cucurbitaceous (Hullé and al, 1999). Likewise, Alhemdi and al. (2007) point out that on wheat, *M. persicae*, totalise only 0, 3% of the captures. According to Lopes and al. (2012), *M. persicae* is very present in potato cultures with 70 % of the identified aphids on this culture.

Analogous results are obtained for *S. maydis* (0, 5%) and *Cavariella pastinacae* (0,5%) in 2008. They are in agreement with those of Benoufella-Kitous and al. (2008) which signal the presence of *S. maydis* with 0, 5% in a parcel of Thomson orange trees. The abundance of aphids' species depends of the year. Sure enough, the mentioned aphids in 2008 possess different frequencies compared with those noted in 2013. In this case *A. fabae* constitutes the most frequent species the first year, while it's *A. gossypii* which predominates during 2013. According to Francis and al. (2001) insects' density and diversity are strongly influenced by the environment close to the culture field. The winged individuals participate to the population's dissemination at variable distances and assure colonization of new habitats to exploit (Marc, 2004).

Evaluation of the Relative Abundance of Aphids' Populations Installed on *Vicia faba*

Four aphid species are counted in the form of apterous colonies on the broad bean culture. *A. fabae* reveals to be the predominant species. It's met during the two years with important infestation frequencies, namely 56% in 2008 and 66% in 2013. This aphid is one of the most important enemies under the climatic conditions of Algeria. It is at the same time a virus vector and a depredator. It lives in dense colonies at the broad bean plant extremity. It provokes coiling, drying

out and fall of the leaves (Hamadache, 2003).

Three other aphids' species are installed on *Vicia faba's* leaves. They are *A. gossypii*, and *A. craccivora* in 2008 (Figure 1) and *A. gossypii* and *Lipaphis erysimi* in 2013 (Figure 2). According to Hullé and al. (1999), the two first species are characteristics of this culture. *L. erysimi* which is noted in 2013 as a third species with a frequency of 1 % is found accidentally on broad bean culture. In Florida, Nuessly and al. (2004) show the existence of 2 aphids' species on *Vicia faba*, they are *A. craccivora* and *A. pisum*, with predominance of the first one. Likewise Rachef and al. (2005) count 2 aphids' species on broad bean plants: *A. fabae* and *A. pisum*. On the same culture, Laamari and Hebbel (2006) signal the presence of 3 aphids' species, namely *A. craccivora*, *A. fabae* and *A. pisum*, with predominance of the first species, while *A. fabae* is the least represented. Verheggen and al. (2009) count and determine 5 aphids' species on *Vicia faba* : *A. fabae*, *A. pisum*, *Megoura viciae*, *M. euphorbiae* and *A. solani*. According to Weigand and Bishara (1991), in Mediterranean countries the broad bean is principally attacked by *A. fabae* and *A. craccivora* and occasionally by *A. pisum* and by *M. persicae*. Laamari and al. (2010) count 3 aphids' species on *Vicia faba*, namely A. *fabae*, *A. craccivora* and A. *pisum*.

In the present work, the difference between the effectives of different apterous species installed on the foliage could be due to a phenomenon of competition. Sure enough, Telang and al. (1999) signal that the aphids can experience different alimentary conditions, even when they feed on the same plant. This alimentary variation is connected to the differential capacity of aphids' species to induce the plant to produce a richer alimentation, especially in amino acids. Aphids are sensitive towards certain compounds types which play either a role of stimulants or of inhibitor compounds or a role of anti-appetent (Harmel and al, 2008). Moreover, Petersen and Sanstdröm (2001) mention that interactions can take place in case of a simultaneous exploitation of one host per many aphids species. According to the same authors, these interactions can be of a competitive order if these species exploit the same site or of a physiological order by inciting the plant to produce chemical mediators which act negatively on development and fertility of one or the other species.

Evolution of the Global Population of Apterous Aphids Installed on the Broad Bean's Foliage

The first hearths of infestation by apterous individuals *Vicia faba* appeared in February with a ten-day offset between the two years (Figure 3, 4). According to Marc (2004), the winged individuals which are attracted by the green of the foliage, land on the leaves and sting them. According to the same author, when these leaves' taste reveals acceptable (favorable dosage in amino acids, sugar, etc, contained in the sap), they settle down to feed. So winged individuals are responsible of the initial infestation of the culture, which generally occurs in the form of a small number of isolated hearths (Marc, 2004). Effectives develop progressively to reach a first peak the 5th mars 2008 with 445 individuals (Figure 3), what means 5,6% of the global population and 485 individuals (Figure 4), what means 8% of the global population , the 23rd march 2013. This could be due to the rise in favorable temperatures recorded during March (12, 9 °C in 2008 and 14, 3 °C in 2013), which allowed the proliferation of apterous individuals.

The slight diminution in effectives observed starting from these dates is probably due to the intervened rainfalls. The second peak intervenes after the increase in aphids' populations beyond the 25th March 2008 and the 6th April 2013. It results in dense colonies the 16th April 2008 and the 13th April 2013. This fact can be explained on one hand, by the presence of tender leaves and on the other hand, by climatic conditions' improvement, with average temperatures included between 15, 8 °C and 16, 3 °C. According to Robert (1980), temperature has a great influence on aphids because it acts on their growth speed, on their life duration and on their fertility. Apterous aphids reproduce rapidly within the fireplaces, form dense colonies with overlapping generations and start infesting neighboring plants. Apterous individuals,

which disperse, assure the exploitation of the surrounding environment thanks to an intense multiplication on the spot. They are more fertile than the winged individuals (Marc, 2004).

The progressive diminution of aphids' effectives until their disappearance in May is caused by the increase in temperatures, by the drying out of their host plant and natural enemies' action. Sure enough, Benoufella-Kitous and al. (2014a) note the presence in a broad bean parcel, of 3 predator species, pertaining to Coccinellidae and to Syphidae. According to Saharaoui and Hemptinne (2009), coccinellids' activity is intense during the spring-summer period where average temperatures vary between 18,4 and 27,8 °C. Likewise, Saharaoui and Gourreau (2001) affirm that *A. fabae* and *A. gossypii* are preys searched by *Coccinella algerica* and *Hippodamia variegata*.

CONCLUSIONS

This aphids' diversity study carried out within broad bean cultures in Draâ Ben Khedda region, allows highlighting a difference between the two years of study 2008 and 2013. The trapping allows specifying the abundance and the diversity of aphids present on this culture. It reveals the existence of 25 species in 2008 and 19 species in 2013. This gap could be due to the differences in vegetation and in climate.

The high number of aphids captured in the traps confirms that these devastators are harmful in the broad bean culture. As for the species identified on the plant, it is not surprising to observe the presence especially of *A. fabae*, of *A. gossypii* and of *A. craccivora*, characteristic species of this culture. The visual control allows to bring out the broad bean black aphid *A. fabae* as a frequent species.

When elaborating future efficient strategies of biological fight against aphids, it is important to take into consideration the whole auxiliary fauna.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Mr Thierry Hance for reading and correcting this article.

REFERENCES

1. 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.
2. Autrique A. et Ntahimpera X. (1994). Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sud Sahariennes. Ed. Admi. Géné. Coop. Déve. (A. G. C. D.), Bruxelles, 78 p.
3. 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.
4. 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.
5. Benoufella-Kitous K, Doumandji-Mitiche B. et Saharaoui L. (2009). Importance qualitative des Aphididae en vergers d'agrumes dans la région de Tizi-Ouzou. Journée Scientifique sur les Matériaux, Ecologie et Développement Durable, 19 mai 2009, Facu. Scie. Ingé UMBB, Université de Boumerdes.

6. Benoufella-Kitous K, Doumandji S. et Hance T. (2014a). Les aphides et leurs prédateurs dans une culture de fève dans la région de Tizi-Ouzou. 2ème Congrès Internationale de Biotechnologie et Valorisation des Bio-Ressources (BVBR), 18-20 mars 2014, Inst. supé Bio. tech, (ISBT) Beja. Tunisie.

7. Benoufella-Kitous K, Doumandji S, Fellag H. and Hance T. (2014b). Bio-insecticide effect of the extracts of *Urtica dioïca* and *Dryopteris filix-mas* on *Aphis fabae* (Homoptera : Aphididae). Int. J. Biol. Technology, 5(2) : 13-18.

8. Blondel J. (1975). L'analyse des peuplements d'oiseaux-éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressif (E. F. P.) Revue Ecologique (terre et vie). 29 (4) : 533-589.

9. Francis F, Colignon P, Hastir P, Haubruge E. and 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.

10. Hamadache A. (2003). La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T. T. G. C).13 p.

11. Harbaoui H, Mezghani K. M, Marrakchi M, Makni M. et Makni H. (2008). Etude morphologique et toxicologique des pucerons (Homoptères : Aphididae) des céréales en Tunisie. Bull. Soc. zool. Fr, 133 (1-3) : 203-213.

12. Harmel N, Francis F, Eric Haubruge H. et Giordanengo 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, 7(4): 395-400.

13. Hullé M, Turpeau-Ait Ighil E, Robert Y. et Monnet Y. (1999). Les pucerons des plantes maraichères. Cycles biologiques et activités de vol. Ed. A. C. T. A. et I. N. R. A. Paris. 136 p.

14. Hullé M, Coeur d'Acier A, Bankhead-Dronnet S. and Harrington R. (2010). Aphids in the face of global changes. Les pucerons face aux changements globaux. C. R. Biologies, 333 : 497-503.

15. Jacky F. et Bouchery Y. (1982). Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons. Ed. Inst. Nati. Rech. Agro. Colmar, 48 p.

16. Laamari M. et Hebbel S. (2006). Les principaux insectes ravageurs de la fève dans une région de Biskra. Recherche Agronomique, 18 : 72-78.

17. Laamari M, Jousselin E. and Coeur d'acier A. (2010). Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria: a fourteen-year investigation. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 62 (2) : 73-87.

18. Laamari M, Tahar Chaouche S, Benferhat S, Abbès Sara B, Merouani H, Ghodbane S, Khenissa N. et Stary P. (2011). Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. 63 (3) : 115-120.

19. Leclant F. (1999). Les pucerons des plantes cultivées, clefs d'identification II, cultures maraichères. Ed. Asso. Coor. tech. Agri. (A. C. T. A.), Paris, 98 p.

20. 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.

21. Marc P. (2004). Les pucerons. Dossier Technique 2. Asbl ADALIA. 6 p.

22. Nuessly G. S, Hentz M. G, Beirger R. and Scully B. T. (2004). Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. Florida entomologist, 87 (2): 204-211.

23. Petersen M. K. and Sanstdröm J. P. (2001). Outcome of indirect competition between two aphis species mediated by responses in their common host plant. Functional Ecology, British Ecological Society, 15: 525-534.

24. Rachef S. A, Ouamer F. et Ouffroukh A. (2005). Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation) Inst. Nati. Rech. Agro. (I. N. R. A.), 16 : 36-41.

25. Remaudière G, Autrique A, Eastop V. F, Stary P. et Aymonin G. (1985). Contribution à l'écologie des aphides africains. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 214 p.

26. 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.

27. Robert Y. (1982). Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. Journées d'étude et information. 2-4 *mars*, 1982. Paris : 21-25.

28. Saharaoui L. et Gourreau J. M. (2001). Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). Recherche Agronomique, 6 : 11-27.

29. Saharaoui L. et Hemptinne J. L. (2009). Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie Ann. soc. entomol. Fr. (n. s.), 45 (2) : 245-259.

30. Silvie P, Delvare G, Aberlenc H. P. et B. Sognigbe B. (1993). Contribution à l'inventaire faunistique du cotonnier au Togo dans une optique de lutte intégrée. Coton Fibres Trop, 48 (4) : 313-325.

31. Telang A, Sanstdröm J. P, Dyreson E. and Moran N. A. (1999). Feeding damage by *Diuraphis noxia* results in a nutritionally enhanced phloem diet. Entomo. Ex. Appl. 91: 403-412.

32. Thomas L, Bosquée E, Lozano D. P, Chen J. L, DengFa C, Yong L, Fang-Qiang Z, Haubruge E, Bragard C. et Francis F. (2012). Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 64 (3) : 63-71.

33. Vayssières J. F, Delvare G,Maldès J. M. et Aberlenc H. P. (2001). Inventaire préliminaire des arthropodes ravageurs et auxiliaires des cultures maraichères dans l'Ile de la réunion. Insect Sci. Applic, 21 (1) : 1-22.

34. Verheggen F, Diez L, Detrain C, Haubruge E. (2009). Mutualisme pucerons – fourmis : étude des bénéfices retirés par les colonies d'*Aphis fabae* en milieu extérieur. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 13 (2), 235-242.

35. Weigand S. and Bishara S. I. (1991). Status of insect pests of faba bean in the medeterranean region and methods of control. Options méditérranéennes, 10: 67-74.

36. 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.

APPENDICES

Table 1: List of Aphid Species Inventoried in the *Vicia faba*'s Parcel in Draâ Ben Khedda during 2008 and 2013 Campaigns

Sub-Families	Tribes	Kinds	Species	2008	2013
Aphidinae	Aphidini	*Aphis*	*A. citricola* Van der Goot, 1912	+	+
			A. craccivora Koch 1854	+	+
			A. fabae Scopoli 1763	+	+
			A. gossypii Glover 1877	+	+
			A. idaei van der Goot 1912	+	+
			A. nerii Boyer de Fonscolombe 1841	+	+
		Rhopalosiphum	*R. insertum* Walker, 1849	+	+
			R. maidis Fitch, 1856	+	+
			R. padi Linnaeus, 1758	+	+
		Toxoptera	*T. aurantii* Boyer de Fonscolombe 1841	+	-
	Macrosiphini	*Acyrthosiphon*	*A. pisum* Harris, 1776	+	-
		Aulacorthum	*A. solani* Kaltenbach 1843	+	+
		Brachycaudus	*B. cardui* Linnaeus, 1758	-	+
			B. helichrysi Kaltenbach 1843	+	+
		Brevicoryne	*B. brassicae* Linnaeus, 1758	+	+
		Cavariella	*C. pastinacae* Linnaeus, 1758	+	-
		Dysaphis	*D. plantaginea* Passerini 1860	-	+
		Hyadaphis	*H. coriandri* B. Das, 1918	+	-
		Hyperomyzus	*H. lactucae* Linnaeus, 1758	+	+
		Lipaphis	*L. erysimi* Kaltenbach 1843	+	+
		Macrosiphum	*M. euphorbiae* Thomas 1878	+	+
			M. rosae Linnaeus, 1758	+	-
		Megoura	*M. vicia* Buckton, 1876	+	-
		Myzus	*M. persicae* Sulzer 1776	+	+
		Sitobion	*S. avenae* Fabricius 1775	+	+
Chaitophorinae	Atheroidini	*Sipha*	*S. maydis* Passerini, 1860	+	-
Pemphiginae	Eriosomatini	*Eriosoma*	*E. lanigerum* Hausman, 1802	+	-

Table 2: Relative Abundance of Winged Aphids' Species Catalogued on the Broad Bean in Draâ Ben Khedda during the 2008 and 2013 Campaigns

	2008		2013	
Species	Ni	AR (%)	Ni	AR (%)
A. gossypii	20	9,3	23	16,1
R. padi	15	6,9	19	13,3
A. idaei	10	4,6	14	10
A. nerii	8	3,7	13	9,1
A. citricola	15	6,9	12	8,4
A. fabae	36	16,7	10	7
A. craccivora	32	14,9	10	7
R. maidis	15	6,9	10	7
B. helichrysi	5	2,3	5	4
A. solani	4	1,7	5	4
L. erysimi	5	2,3	4	3
M. euphorbiae	8	3,7	4	3
B. brassicae	4	1,7	4	3

Table 2 : Contd.,

H. lactucae	5	2,3	3	2,1
D. plantaginea	-	-	2	1,4
B. cardui	-	-	2	1,4
S. avenae	2	0,9	1	0,7
M. persicae	16	7,4	1	0,7
R. insertum	3	1,4	1	0,7
S. maidis	1	0,5	-	-
C. pastinacae	1	0,5	-	-
M. rosae	4	1,7	-	-
H. coriandri	3	1,4	-	-
A. pisum	2	0,9	-	-
T. aurantii	10	4,6	-	-
M. vicia	3	1,4	-	-
E. lanigerum	2	0,9	-	-
Total	**215**	**100**	**143**	**100**

Ni: the Number of individuals; AR %: Relatives Abundances of

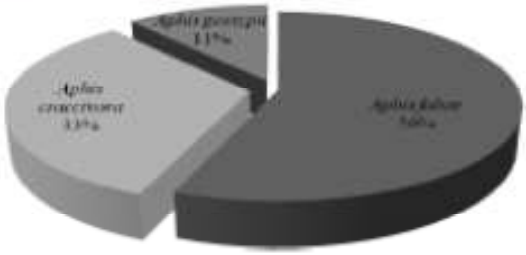


Figure 1: Relative Abundance of Aphids' Species Installed on *Vicia faba*'s Leaves in Draâ Ben Khedda Region in 2008

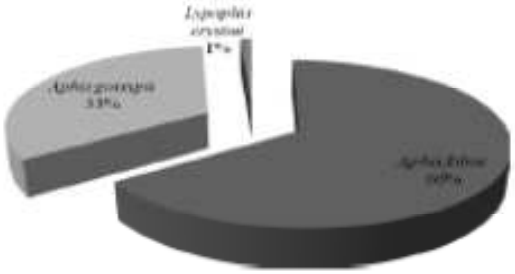


Figure 2: Relative Abundance of Aphids' Species Installed on *Vicia faba*'s Leaves in Draâ Ben Khedda region in 2013

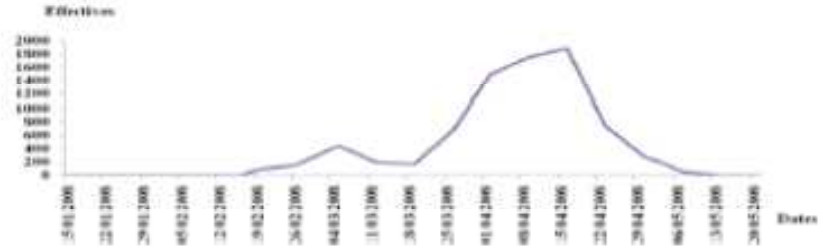


Figure 3: Evolutions in the Course of Time of Apterous Aphids' Populations Present on *Vicia faba* Plants in 2008



Figure 4: Evolutions in the Course of Time of Apterous Aphids' Populations Present on *Vicia faba* Plants in 2013

AFPP – DIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2014

INVENTAIRE DES APHIDES ET DE LEURS ENNEMIS NATURELS DANS UN VERGER D'AGRUMES

K. BENOUFELLA-KITOUS[(1)], S. DOUMANDJI[(2)] et T. HANCE[(3)].
[(1)]Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie. ben.kitous@Yahoo.fr
[(2)]Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, Algérie. dmndjislhdn@yahoo.fr
[(3)]Université Catholique du Louvain, Belgique. Thierry.Hance@uclouvain.be

RÉSUMÉ
L'objet de cette étude, menée dans la région de Abid Chamlal (Tizi-Ouzou, Algérie) dans un verger de *Citrus*, consiste à déterminer la diversité et l'abondance de pucerons ainsi que leurs ennemis naturels. L'inventaire réalisé entre le 01 janvier et le 24 juin 2013, a montré l'existence de 28 espèces de pucerons ailés, appartenant à quatre sous-familles, avec la prédominance de celle des Aphidinae. Parmi ces espèces, seules, quatre ont été identifiées sur arbre, sous la forme aptère. Il s'agit d'*Aphis citricola*, *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii* et *Aphis craccivora.*
Cette étude a également permis de mettre en évidence l'existence de 8 espèces prédatrices de pucerons, appartenant à 4 ordres, celui des Coleoptera, des Diptera, des Neuroptera et des Heteroptera. La présence de ces ennemis naturels est favorisée par la disponibilité des zones de refuge aux alentours du verger d'agrumes.

Mots-clés : Inventaire, Aphides, agrumes, ennemis naturels.

ABSTRACT
APHIDS AND THEIR NATURAL ENEMIES INVENTORY IN CITRUS ORCHARDS

The aim of this study, conducted in the region of Abid Chamlal (Tizi-Ouzou, Algeria) in Citrus orchards, is to assess aphid's diversity and abundance and their natural enemies.

Inventory carried on between January 1st and June 24th, 2013, showed existence of 28 species of winged aphids belonging to four subfamilies with the predominance of Aphidinae one. Among these species, only four were identified on Citrus trees under the wingless form. It is *Aphis citricola*, *Toxoptera aurantii, Aphis gossypii* and *Aphis craccivora*. The present study also highlighted the existence of 8 predatory aphid species belonging to 4 orders that are Coleoptera, Diptera, Neuroptera and Heteroptera. The presence of these natural enemies is favorised by availability of refuge areas close to *Citrus* orchards.

Keywords: Inventory, Aphids, *Citrus*, Natural enemies.

INTRODUCTION

En Algérie, l'agrumiculture est d'un grand intérêt économique, principalement dans les zones où les productions arboricoles sont importantes. Malgré les bonnes conditions pédoclimatiques pour le développement de l'arboriculture fruitière, la production algérienne a connu une faible croissance au cours de ces dernières années. Ainsi, la production agrumicole est passée de 4699 tonnes en 2001 à 6803 tonnes, seulement, en 2006; suite au vieillissement des vergers et aux agressions dues aux ravageurs et maladies (ANONYME, 2008).

Les agrumes sont très sensibles aux maladies cryptogamiques et aussi à de nombreux ravageurs, qui causent des dégâts sur le fruit et de ce fait, impactent la rentabilité des vergers d'agrumes algériens. Les insectes sont en partis responsable de la baisse de rendement en particulier, les pucerons qui constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde. Ils ont développé au cours de leur évolution, de remarquables capacités d'adaptation au milieu : fécondité élevée, modes de reproduction variés, alternance d'individus ailés et aptères et utilisation de plusieurs plantes-hôtes. Ceci leur permet d'exploiter au mieux les plantes sur lesquelles ils vivent (BICHE, 2012). Les dégâts dus à ces espèces se traduisent par l'affaiblissement de l'arbre en prélevant la sève et en réduisant la surface photosynthétique des feuilles suite à l'installation de la fumagine. De plus, se sont de redoutables vecteurs de maladies virales, tels que la mosaïque et la jaunisse (LECOQ, 1996).

La lutte contre les pucerons a été et reste le souci majeur des agriculteurs. Pour cela, différentes méthodes sont préconisées dont la lutte chimique, qui malgré ses effets immédiats compromet l'équilibre écologique par ses résidus et génère l'apparition de populations résistantes au sein d'espèces soumises aux différentes molécules chimiques utilisées. La lutte biologique s'appuie sur une stratégie de défense écologique et durable.

Depuis quelques années, plusieurs institutions étatiques (Instituts et Universités) ont commencé à s'intéresser aux différents prédateurs et parasitoïdes pour lutter contre les ravageurs des cultures. Plusieurs chercheurs travaillent sur l'utilisation des Hyménoptères parasitoïdes et de coccinelles entomophages (BICHE, 2012).

Notre travail a pour objectif, d'une part, la réalisation d'un inventaire des aphides colonisant les vergers d'agrumes et d'autre part, la réalisation d'un inventaire de la faune auxiliaire et l'impact qu'elle peut avoir sur les populations des différentes espèces de pucerons (principalement *Toxoptera autantii* Boyer de Fonscolombe, 1841 ; *Aphis citricola* Van der Goot, 1912 ; *Aphis gossypii* Glover, 1877 et *Aphis craccivora* Koch, 1854).

MATERIEL ET MÉTHODE

Le présent travail a été réalisé dans une parcelle d'agrumes (l'orange Thomson) située dans la région de Abid Chamlal (Tizi-Ouzou) et ce, du 01 janvier au 24 juin 2013. Cette parcelle occupe une superficie de 4 ha. Elle est constituée d'arbres âgés de 15 ans et distants de 6 mètres les uns des autres. La parcelle d'étude a été divisée en 9 blocs.

METHODE D'ECHANTILLONNAGE DES APHIDES

Méthode de piégeage des pucerons ailés

Dans la présente étude, nous avons opté pour le piégeage à l'aide de cuvettes jaunes afin de caractériser la fréquence et l'importance de l'activité de vol du plus grand nombre possible d'espèces de pucerons rencontrées tout le long de l'expérimentation. L'attraction des pucerons par la couleur jaune est connue depuis longtemps. Cette couleur tend à provoquer l'atterrissage de ces insectes

(BALDY et RABASSE, 1983). Au milieu de chaque bloc, nous avons placé une bassine jaune, à 70 cm du sol. Celle-ci est remplie aux deux tiers de sa hauteur d'eau additionnée à un mouillant et quelques gouttes de formol. A raison d'une fois par semaine, nous avons prélevé, à l'aide d'un pinceau les pucerons se trouvant dans l'ensemble des 9 bassines.

Méthode de dénombrement visuel des pucerons

Nous avons effectué les observations sur des arbres pris au hasard, à raison d'un arbre par bloc. A chaque fois, nous avons examiné les organes végétaux, bourgeons, fleurs, jeunes pousses et fruits et nous avons choisi une pousse de 10 cm, sur laquelle nous avons prélevé délicatement les pucerons à l'aide d'un pinceau. La mise en place d'un plateau sous le l'organe végétal colonisé permet de récupérer les individus qui seraient tombés par suite des contacts avec le pinceau.

METHODE D'ECHANTILLONNAGE DES ENNEMIS NATURELS

L'échantillonnage des prédateurs s'est basé sur l'utilisation de la méthode du battage et de récupération avec le parapluie japonais. Cette méthode de capture consiste à battre les branches pour déloger les espèces prédatrices, tout en prenant soin auparavant de placer sous les branches le parapluie qui sert à recueillir les insectes. Cette méthode permet de capturer diverses espèces aphidiphages.

RESULTATS
INVENTAIRE DES APHIDES

Au cours de notre étude expérimentale, nous avons effectué un inventaire des espèces de pucerons vivants sur oranger durant la période allant du 01 janvier 2013 jusqu'au 24 juin 2013. Cet inventaire nous a permis de dresser une liste de 28 espèces de pucerons, consignées dans le tableau I.

Tableau I : Espèces de pucerons recensées dans la parcelle de la variété « Orange Thomson Navel ».

Aphid species identified on Thomson Navel orange plot.

SOUS-FAMILLE	TRIBU	GENRE	ESPECE
Aphidinae	Aphidini	*Aphis*	*citricola* Van der Goot, 1912
			craccivora Koch, 1854
			fabae Scopoli, 1763
			gossypii Glover, 1877
			idaei Van der Goot, 1912
			nerii Boyer de Fonscolombe, 1841
			sp
		Toxoptera	*aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841
		Hyalopterus	*pruni* Geoffroy, 1762
		Megoura	*vicia* Buckton,1896
		Rhopalosiphum	*insertum* Walker, 1849
			maïdis Fitch, 1856
			padi Linnaeus, 1758
	Macrosiphini	*Aulacorthum*	*solani* Kaltenbach, 1843
		Brachycaudus	*helichrysi* Kaltenbach, 1843
		Diuraphis	*noxia* Kurdjumov, 1913
		Dysaphis	*plantaginea* Passerini, 1860
		Saltusaphis	*scipus* Theobald
		Hyadaphis	*coriandri* B. Das, 1918

		Hyperomyzus	*lactucae* Linné, 1758
		Metopolophium	*dirhodum* Walker, 1849
			festucae Theobald
		Tetraneura	*nigriabdominalis* Sasaki, 1899
		Myzus	*persicae* Sulzer, 1776
		Sitobion	*avenae* Fabricius, 1775
Eriosomatinae	Fordini	*Smynthurode*	*betae* Westwood, 1849
Myzocallidinae	Myzocallidini	*Myzocallis*	*castanicola* Baker
Pemphiginae	Pemphigini	*Pemphigus*	*sp* Hartig, 1839

Le tableau I montre l'existence de 28 espèces d'Aphididae appartenant à 4 sous familles, celle des Aphidinae, des Eriosomatinae, des Myzocallidinae et des Pemphiginae, 5 tribus et 19 genres.

La sous-famille la plus abondante du point de vue qualitatif est celle des Aphidinae. Elle regroupe 2 tribus, celles des Aphidini et des Macrosiphini. La première compte 5 genres qui sont *Aphis*, *Hyalopterus*, *Rhopalosiphum*, *Megoura* et *Toxoptera*. Le genre dominant est *Aphis* avec 7 espèces. Ce sont : *A. citricola, A. craccivora, A. fabae, A. idaei, A. gossypii, A. nerii* et *Aphis nsp*. suivi du genre *Rhopalosiphum* avec 3 espèces, *R. maidis*, *R. padi* et *R*. *insertum*. Enfin, les genres *Hyalopterus*, *Megoura et Toxoptera* sont formés par une seule espèce chacun, ce sont respectivement *H. pruni*, *M*. *viciae* et *T. aurantii*.

La tribu des Macrosiphini est prédominante, avec 11 genres recensés : *Aulacorthum, Brachycaudus, Diuraphis, Dysaphis, Hyadaphis, Hyperomyzus, Metopolophium, Myzus, Saltusaphis, Sitobion* et *Tetraneura.* Tous les genres dénombrés ne renferment qu'une seule espèce.

La deuxième sous-famille est celle des Eriosomatinae. Elle est formée par une tribu, celle des Fordini avec un seul genre : *Smynthurodes,* comportant une seule espèce.

La troisième sous-famille est celle des Myzocallidinae. Cette dernière est formée par une seule tribu, celle des Myzocallidini représentée par un seul genre, il s'agit de *Myzocallis*

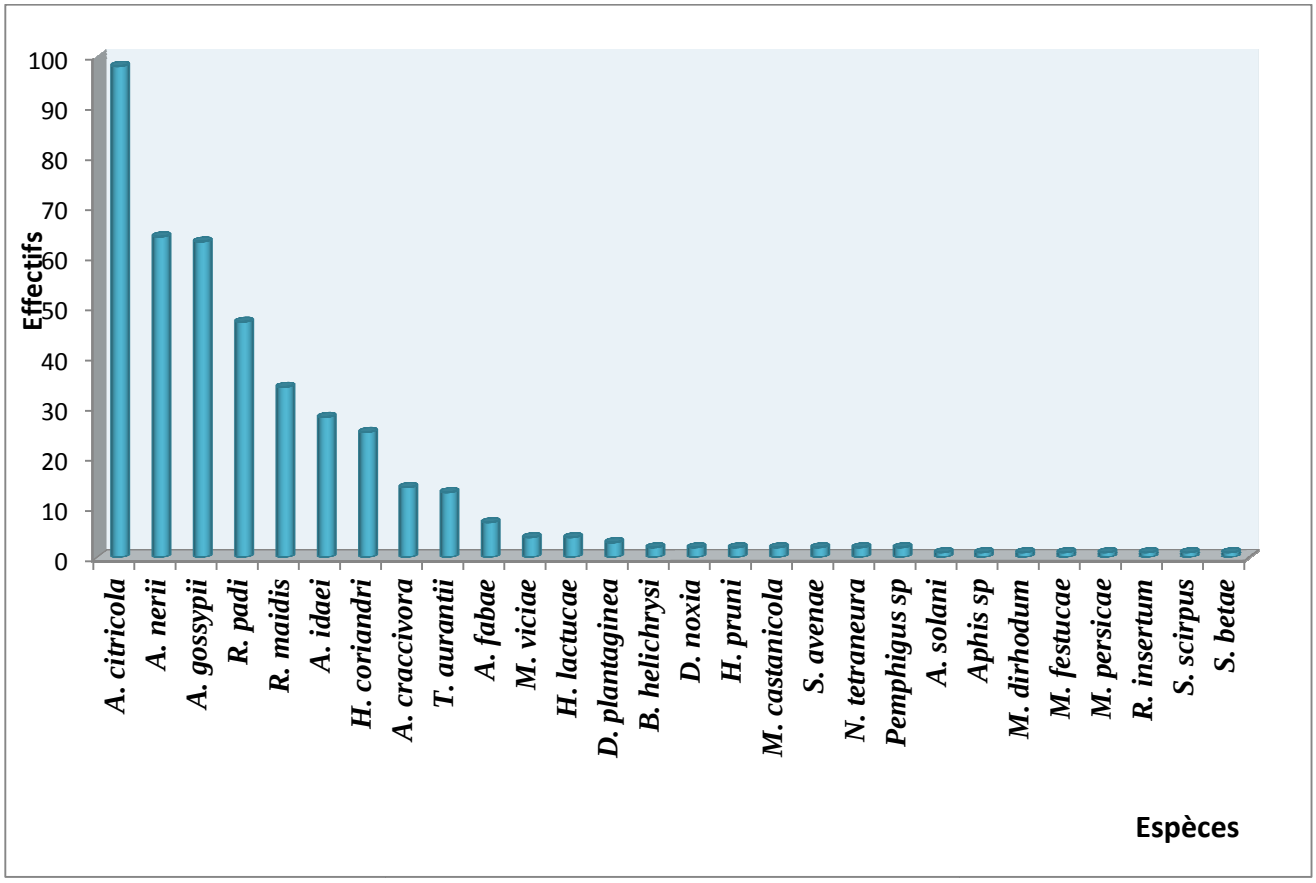
La quatrième sous-famille est celle des Pemphiginae. Cette dernière est formée par une seule tribu, celle des Pemphigini représentée par un seul genre, il s'agit de *Pemphigus.*

Importance des pucerons ailés capturés

Les 28 espèces de pucerons rencontrées sur agrumes dans la région de Oued-Aïssi sont par ordre de prédominance *: A. citricola, A. nerii, A. gossypii, R. padi, R. maïdis, A. idaei, H.coriandri, A. craccivora, T. aurantii, A. fabae, M. vicia, H. lactucae, D. plantaginea, B. helichrysi, D. noxia, H. pruni, M. castanicola, S. avenae, N. tetraneura, Pemphigus nsp, A. solani, Aphis nsp, M. dirhodum, M. festucae, M. persicae, R. insertum, S. scirpus* et *S. betae.*

La figure 1 montre la prédominance d'*A. citricola* avec 98 individus. Cela peut être expliqué par la présence de sa plante hôte principale à savoir *Citrus sinensis*.

Figure 1 : Importance des espèces de pucerons ailés capturés par bassines jaunes
Importance of species of winged aphids captured by yellow bowls

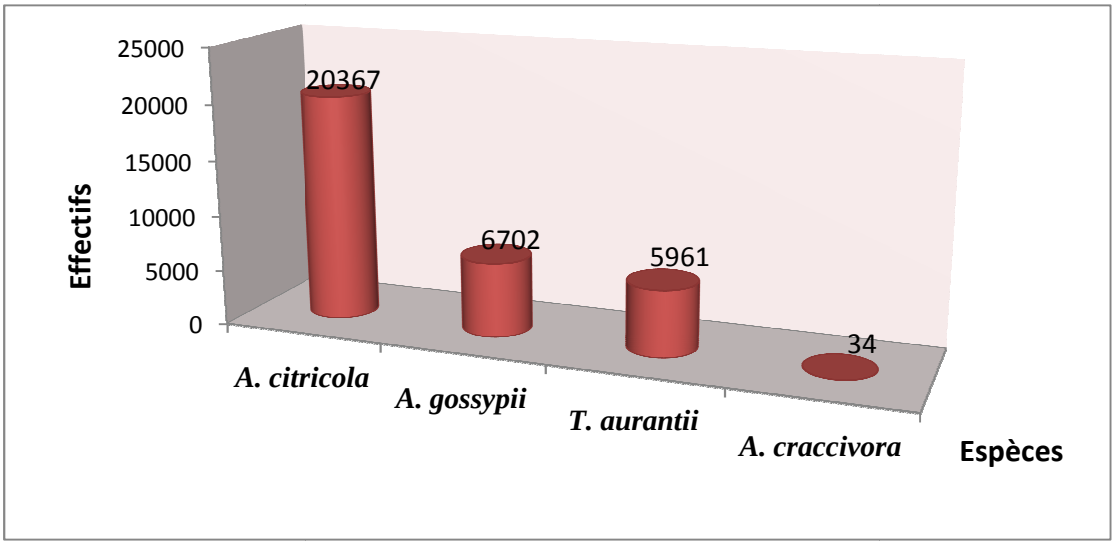


Importance des pucerons aptères recensés sur orangers

Dans le verger d'étude, nous avons recensé quatre espèces de pucerons aptères, ce sont par ordre d'importance : *A. citricola, A. gossypii, T. aurantii*, et *A. craccivora.*

La prédominance d'*A.citricola* est toutefois remarquable avec un effectif de 14987 individus, suivi par *A. gossypii* avec 5607 individus et *T. aurantii* avec 3802 individus. Quant à l'espèce *A. craccivora* elle n'est présente qu'occasionnellement avec 34 individus.

Figure 2 : Importance des espèces de pucerons aptères recensés sur oranger. Importance of wingless aphid species identified on orange tree.



INVENTAIRE DES ENNEMIS NATURELS

Les résultats de l'inventaire des espèces prédatrices de pucerons recensées dans la région d'Oued-Aïssi, durant les 6 mois d'expérimentation sont consignés dans le tableau II.

Tableau II : Espèces prédatrices de pucerons recensées dans la parcelle d'étude

Predatory species identified in the study plot.

CLASSE	ORDRE	FAMILLE	SOUS-FAMILLE	GENRE	ESPECE
Insectes	Coleoptera	Coccinellidae	Coccinellinae	*Coccinella*	*algerica* Kovar, 1977
					undecimpunctata Linné, 1758
				Oenopia	*doublieri* Mulsant, 1846
				Adonia (Hippodamia)	*variegata* Goeze, 1777
	Diptera	Syrphidae		*Epistrophe*	*balteata* De Geer *corollae* Fabricius
	Heteroptera	Anthocoridae		*Anthocoris*	*nemoralis* L.
	Neuroptera	Chrysopidae		*Chrysoperla*	*carnea Stephens*

Les résultats de l'inventaire indiquent la présence de 8 espèces prédatrices appartenant à 4 familles et 4 ordres. Ce sont les Coleoptera, les Heteroptera, les Diptera et les Neuroptera. Parmi ces auxiliaires, la famille des Coccinellidae semble être la plus représentée avec quatre espèces, suivie par celle des Syrphidae avec deux espèces, puis des Anthocoridae et des Chrysopidae avec une espèce chacune.

DISCUSSION

L'analyse de la composition du peuplement d'Aphididae, révèle l'existence de 28 espèces d'Aphididae appartenant à 4 sous familles, celle des Aphidinae, des Eriosomatinae, des Myzocallidinae et des Pemphiginae, 5 tribus et 19 genres.

AROUN (1985), dans son inventaire des aphides des agrumes en Mitidja, a recensé 15 espèces de pucerons, réparties dans une seule sous famille, celle des Aphidinae. A Tizi-Ouzou, sur agrumes, KITOUS et LADDAOUI (1998) et IKENI (2000) ont recensés respectivement 34 et 22 espèces de pucerons.

Au niveau du même verger, BENOUFELLA-KITOUS *et al*. (2009) a recensé au total 16 espèces de pucerons. La richesse en espèces aphidiennes caractérisant l'année 2013 peut être expliquée par l'abondance et la diversité des plantes hôtes susceptibles d'attirer les pucerons. En effet, nous avons pu inventorier 17 espèces de plantes herbacées, attirant un certain nombre d'espèces telles que *M. festucae, M. vicia, M. castanicola* et *M. ascalonicus* et qui n'ont pas été recensés par ces différents auteurs. En effet, la richesse floristique a toujours pour conséquence directe la richesse de la faune phytophage. Ces plantes peuvent servir de refuge aux pucerons ou être une source nutritive. Cette richesse peut également être justifiée par des conditions climatiques plus favorables.

BONNEMAISON (1962) signale que la famille des Aphididae comprend plus de 2000 espèces et qu'elle est surtout bien représentée dans les régions tempérées. En effet, nous constatons d'après les différents travaux que les espèces appartenant à cette famille se trouvent aussi bien dans les régions à climat subhumide comme celle de Tizi-Ouzou, que dans les régions à climat semi-aride comme celle de la Mitidja.

Du point de vue quantitatif, l'espèce *A. citricola,* est la plus représentée, avec 98 individus (Fig. 1). Cette abondance peut s'expliquer par la présence de sa plante hôte principale, à savoir *C. sinensis*. *Aphis citricola* est connue comme étant très nuisible aux agrumes. Benoufella-Kitous *et al*. (2008 a) ont recensé cette espèce sur *Citrus sinensis* et *Citrus clementina*. D'après LECLANT (1978), *A. citricola* est inféodée aux *Citrus*, mais se trouve également sur *Cratacus* et *Solanum*. En Mitidja, AROUN (1985) signale la présence de cet aphide sur *Citrus aurantium, Citrus clementina* et *Citrus sinensis*.

Nous avons recensés *A. nerii* et *A. gossypii* qui sont attirées par le laurier rose (hôte primaire d'*A. nerii*). Les deux espèces sont représentées avec respectivement 64 et 63 individus. Selon SEKKAT (2007), au Maroc *A. gossypii* est polyphage et est très nuisible sur Cucurbitacées. En Chine, LOPES *et al*. (2012) mentionnent *A. gossypii* comme étant une espèce dominante avec un taux de 99 % des pucerons identifiés appartenant à cette espèce, dans les cultures de courgettes.

Les espèces *R. padi, R. maïdis* et *A. idaei,* sont par contre attirées par les Composées, les Solanacées, les Rosacées et les Graminées. *H. coriandri* quant à lui trouve sa plante hôte préférée qui est représentée par les ombellifères. La présence de l'espèce *M. vicia* est expliquée par l'hôte *Vicia sativa* qui est recensée dans le verger. Les observations de MIGNON *et al*. (2003) montrent que cette espèce est la plus fréquente sur la fève, après *A. fabae*.

En très faible nombre sont recensées les espèces *A. solani, Aphis sp., B. helichrysi, D. noxia, H. pruni, M. dirhodum, M. festucae, M. persicae, M. castanicola, Pemphigus sp., R. insertum, S. betae, S. avenae, S. scirpus, T. nigriabdominalis.* Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils étaient de passage ou par l'absence de leurs hôtes principaux dans ou aux alentours du verger. D'après LEGEMBLE (2008), il existe quelques espèces non polyphages (oligophages) dont *S. betae* qui peuvent faire tout leur cycle sur la même plante. Mais leur présence cesse avec celle de la plante qui les nourrit. Ceci peut expliquer leur rareté. La présence d'arbres fruitiers aux alentours du verger, attire des espèces telles que *R. insertum* dont des ailés ont été capturés dans notre verger d'étude.

La méthode du dénombrement visuel des pucerons a révélé l'existence de quatre espèces aphidiennes, avec la prédominance d'*A. citricola* qui peut s'expliquer par la présence de sa plante hôte qui est représentée par les orangers. *T. aurantii,* malgré sa présence sur sa plante hôte principale, présente un faible effectif par rapport à *A. citricola*, et *A. gossypii.* A notre avis, cela s'explique par l'arrivée tardive des fondatrigènes ailées de *T. aurantii,* ce qui a abouti à la colonisation du verger par *A. citricola* et *A. gossypii* en premier, provoquant ainsi l'effet de concurrence.

En Grèce, ARGYRIOU en 1970, signale 4 espèces de pucerons sur agrumes, il s'agit de *T. aurantii, M. persicae, A. gossypii* et *A. craccivora*.

L'étude conduite par AROUN en 1985 sur les *Citrus* dans la Mitidja a permis de recenser 7 espèces de pucerons qui sont par ordre de prédominance *: T. aurantii, A. citricola, A. gossypii, A. craccivora, M. persicae, M. euphorbiae* et *B. helichrysi*

L'inventaire fait par MOHAMMEDI (1986 *in* BENOUFELLA-KITOUS, 2005) dans la Mitidja montre que 3 espèces de pucerons fréquentent les *Citrus*, ce sont : *M. persicae, T. aurantii* et *A. citricola.*

SALHI (1992) a recensé dans la région de Tizi-Ouzou 7 espèces de pucerons, sur agrumes : ce sont par ordre d'importance : *A. citricola, T. aurantii, M. persicae, A. gossypii, A. fabae, A. craccivora* et *M. euphorbiae.*

L'inventaire fait par KITOUS et LADDAOUI en 1998 dans la région d'Oued-Aissi montre que 7 espèces de pucerons fréquentent les *Citrus*, ce sont : *A. citricola, A. craccivora, A. gossypii, T. autantii, H. pruni, A. solani* et *M. euphorbiae.*

BENOUFELLA-KITOUS *et al.,* (2008 b) ont recensé dans la même région d'étude 4 espèces de pucerons qui sont par ordre d'importance : *T. aurantii, A. citricola, A. craccivora* et *A. gossypii.*

Nous remarquons après l'analyse de tous ces résultats, qu'*A.citricola* et *T.aurantii* sont toujours présentes et sont reconnues de ce fait comme étant spécifiques aux *Citrus*. Les autres espèces diffèrent avec la diversité des plantes hôtes présentes dans les régions d'étude.
L'installation des aptères semble être en relation avec l'arrivée des ailés. La technique de piégeage constitue alors une alerte pour l'infestation du verger par les aptères.

Concernant les ennemis naturels, cette étude a révélé la présence de 8 espèces prédatrices appartenant à 4 familles. Parmi elles, la famille des Coccinellidae semble être la plus représentée avec quatre espèces, suivie par celle des Syrphidae avec deux espèces, puis des Anthocoridae et des Chrysopidae avec une espèce chacune. Nos résultats concordent avec ceux de ROCHAT *et al*. (1995) et KITOUS et LADDAOUI (1998), qui en travaillant sur les aphides des agrumes, ont recensé respectivement 13 et 10 espèces aphidiphages, réparties en quatre ordres : Coleoptera, Heteroptera, Diptera et Neuroptera. En Mitidja, sur la même culture, AROUN (1985) a cité les syrphes, les coccinelles et les chrysopes. Benoufella-Kitous *et al*. (2008c, 2008d) notent la présence en verger de *Citrus* des Anthocoridae, des Syrphidae des Chrysopidae et des Coccinellidae, avec la prédominance de ces dernières.

SAHARAOUI et HEMPTINNE (2009) en Mitidja, montrent que le cortège des aphidiphages sur agrumes est représenté par 12 espèces réparties dans 6 familles. Les Coccinellidae, les Anthocoridae, les Cecidomyiidae, les Chrysopidae, les Syrphidae et les Nutilidae. Les observations de ces auteurs montrent que l'espèce dominante en verger d'agrumes est *P.subvillosus*. C'est aussi la seule espèce aphidiphage qui se reproduit et développe une descendance viable sur agrumes.

Les observations de BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005) ont permis de déduire que la richesse et la diversité des auxiliaires n'est pas à discuter, mais leur efficacité dans les conditions naturelles est négligeable du fait de leur apparition tardive et successive. De plus, la présence des fourmis limite leur efficacité. Selon SEKKAT (2007), le contrôle des populations aphidiennes sur les agrumes est assuré à la fois par les prédateurs et les parasitoïdes. L'action prédatrice est réalisée par les coccinelles, les syrphes, les cécidomyies, les punaises et les chrysopes.

CONCLUSION

Notre étude menée sur les aphides dans un verger d'agrumes (variété Thomson Navel), montre l'existence de 28 espèces de pucerons réparties en 2 sous familles, 3 tribus et 13 genres. Ce nombre important d'espèces démontre l'abondance et la diversité des plantes hôtes appropriées. Ces plantes hôtes sont pour la plupart des plantes adventices présentes sur les lieux.
Parmi ces 28 espèces, nous notons la présence de 4 espèces pouvant éventuellement infester les agrumes. Ces espèces ont été effectivement recensées sous la forme aptère sur les feuilles d'oranger. Il s'agit d'*A. citricola, A. craccivora , A. gossypii* et *T. aurantii.* Parmi elles, deux sont reconnues comme étant des ravageurs permanents des agrumes, ce sont *A. citricola* et *T. aurantii.*

L'inventaire des ennemis naturels nous a permis de mettre en évidence l'existence de 8 espèces prédatrices appartenant à 4 ordres et 5 familles, ce sont les Coccinellidae, les Syrphes, les Chrysopidae et Anthocoridae. Cette richesse est due essentiellement à la disponibilité de zones de refuges aux alentours du verger.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 2008 - Statistiques agricoles. Série A, B. Ministère de l'Agriculture et de la pêche. 3p.

ARGYRIOU L.-C., 1970 - Les aphides nuisibles aux agrumes en Grèce et leurs ennemis naturels. *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, 9, 2, 114-117.

AROUN M.-E.-F., 1985 - *Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja*. Mém. Magister. I.N.A. El Harrach, 125 p.

BALDY C., RABASSE J. M., 1983 - Caractéristiques spectrales des pièges jaunes utilisés pour la capture des aphides. *Agronomie*, 3 (2) : 161-166.

BEN HALIMA-KAMEL M., BEN HAMOUDA M.-H., 2005 - A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes faunistiques de Gembloux*. 58 : 11-16.

BENOUFELLA-KITOUS K., 2005 - *Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou)*. Mém. Magister. I.N.A. El Harrach, 212 p.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B., SAHARAOUI L., 2008a. Inventaire des pucerons des agrumes à Oued-Aïssi (Tizi-Ouzou). *Journées Nationales sur la Protection des Végétaux*, 7-8 *avril* 2008, Institut National Agronomique (I.N.A.) El Harrach, Alger.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B., SAHARAOUI L., 2008 - Inventaire des Aphides des *Citrus* et Impact des ennemis naturels sur leurs populations dans la région de Tizi-Ouzou. *Séminaire National sur « les Milieux Naturels, Biodiversité et Eco-Développement* », 25-26 *novembre* 2008, Faculté des Sciences, Université de Jijel.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B., SAHARAOUI L., 2008 c - Les prédateurs des pucerons des *Citrus* à Tizi-Ouzou. *Congrès International sur la Biodiversité des Invertébrés en milieux Agricoles et Forestiers*, 14-17 *avril* 2008, Institut National Agronomique (I.N.A.) El Harrach, Alger.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B., SAHARAOUI L., 2008 d - Les insectes aphidiphages en vergers d'agrumes. *Séminaire National sur les interactions Faune-Flore et impact des changements globaux dans les espaces naturels et anthropisés*, 2-3 *décembre* 2008, Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université de Blida.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B., SAHARAOUI L., 2009 - Importance qualitative des Aphididae en vergers d'agrumes dans la région de Tizi-Ouzou. *Journée Scientifique sur les Matériaux, Ecologie et Développement Durable*, 19 *mai* 2009, Faculté des Sciences de l'Ingénieur UMBB, Université de Boumerdes.

BICHE M., 2012 - *Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels.* Programme Régional de Gestion Intégrée des Ravageurs des cultures au Proche Orient. F.A.O., 36p.

BONNEMAISON L., 1962. *Les ennemis animaux des plantes cultivées*. Ed. S.E.P. Paris, 605 p.

IKENI N., 2000 - *Contribution à l'étude des aphides du citronnier, suivi du niveau d'infestation par Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe, 1841 (Homoptera, Aphididae) dans un verger d'agrumes à Tizi-Ouzou.* Mém. Ing. Inst. Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 64 p.

KITOUS K., LADDAOUI L., 1998 - *Inventaire des pucerons et étude des fluctuations de Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe, 1871 (Homoptera, Aphididae) dans un verger d'Agrumes à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou)*.Mém. Ing. Inst. Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 148 p.

LECLANT F., 1978 - *Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne. Implications agronomiques*. Thèse Doctorat., Univ. Scie et tech. Lonquedoc. Montpellier, 135 p.

LECOQ H., 1996 - La dissémination des maladies à virus des plantes. *Rev. Hort*. (365) : 13-20.

LEGEMBLE L., 2008 - *Les syrphes*. Fiche Technique. Service Régional de la Protection des Végétaux de Haute-Normandie. France, 1-3.

LOPES T., BOSQUEE E., POLO LOZANO D., CHEN J.-L., DENGFA C., YONG L., FANG-QIANG Z., HAUBRUGE E., BRAGARD C., FRANCIS F., 2012 - Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraïchères dans l'Est de la Chine. *Entomologie faunistique. Faunistic Entomology* 64, 3, 63-71.

MIGNON J., COLIGNON P., HAUBRUGE E., FRANCIS F., 2003 - Effet des bordures sur les populations de chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) en cultures maraîchères. *Phytoprotection*, 84, 121-128.

ROCHAT J., QUILICI S., GRISONI M., LAPCHIN L., BOLL R., FRANCO E., GERIA A.-M., VINLAEBERGHE-MASUTTI F., CHAVIGNY P., BRUN P., BORELLI J.-G., 1995 - *Dynamique des populations des pucerons des agrumes de l'île de la réunion*. Ed. C.I.R.A.D., St Pierre, 25 p.

SAHARAOUI L., HEMPTINNE J.-L., 2009 - Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la region de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. *Annales de la société entomologique de France*. 45, 2, 245-259.

SALHI N., 1992 - *Etude de quelques aspects de la bio-écologie de deux espèces d'Homoptères Aphididae : Aphis citricola Van der Goot, 1912 et Toxoptera aurantii Boyer de Fonscolombe, 1841 sur deux vergers de Citrus sinensis dans la région de Tizi-Ouzou*. Mém. Magister. Inst. Biol. Univ. Tizi-Ouzou. 90 p.

SEKKAT A., 2007 - *Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement.* E.N.A., Maroc, 53 p.