

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة الحراش – الجزائر –

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH – ALGER –

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat LMD en sciences
agronomiques

Département : Zoologie Agricole et Forestière.

Option : *Bioagresseurs et phytopharmacie*

Thème

**Evaluation de la diversité des prédateurs naturels des pucerons,
en particulier les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) des
différentes cultures dans les régions Alger et Blida.**

Présentée par : **Mr. LAKHAL Mohamed Amin.**

Devant le jury :

Président : **Mme. DOUMANDJI-MITICHE Bahia**

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

Directeur de thèse : **Mme. MARNICHE Faiza**

Professeur (E.N.S.V. El Harrach)

Co Directeur de thèse : **Mme DAOUDI-HACINI Samia**

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

Examineurs :

Mme. MOUHOUCHE Fazia

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

Mme. CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba

Professeur (UMBB. Boumerdes)

Invité: **Mr. DOUMANDJI Salaheddine**

Professeur (E.N.S.A. El Harrach)

Soutenu le : / / 2020

Remerciements

J'exprime mes plus vifs remerciements à mon directeur de thèse, Professeur Mme MARNICHE Faiza pour la qualité de son encadrement et pour les précieuses corrections apportés à cette thèse. Je l'en remercie chaleureusement pour ses orientations et d'avoir répondu avec calme et patience aux questions quotidiennes dont je l'accablais.

Je tiens à remercier Professeur Mme DAOUDI-HACINI Samia, qui m'a Co encadré tout au long de cette thèse et qui m'a non seulement fait partager ses chers conseils, lorsque j'étais de ses étudiants, mais elle m'a aussi bien orienté pour bien débiter le troisième cycle universitaire dont cette thèse est l'accomplissement. Qu'elle soit aussi remercié pour sa confiance, sa disponibilité permanente et pour les nombreux encouragements.

Mes vifs remerciements vont au Professeur Mme Doumandji-Mitiche B., qui me fait l'honneur de présider le jury et de m'avoir toujours soutenu. Je tiens également à remercier les Professeurs Mme MOUHOUCHE Fazia, Mme CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba., qui ont accepté de participer à ce jury et d'examiner cette thèse.

Le Professeur Salaheddine DOUMANDJI, invité d'honneur de ma thèse, c'est à ses côtés que j'ai compris ce que rigueur et précision voulaient dire. Il est à l'origine de ma passion pour la détermination, puisqu'il a guidé mes premiers pas. Je le remercie vivement pour avoir accepté sans une once d'hésitation et avec obligeance d'être parmi le jury, c'est pour moi un immense honneur.

Mon travail de recherche au laboratoire a été particulièrement facilité durant mon stage par le centre de recherche de biologie à České Budějovice en Tchéquie et je tiens à exprimer tout Particulièrement ma reconnaissance à :

– Monsieur Prof. Dr. Oldřich Nedvěd à l'université de Bohême du sud, pour m'avoir accueillie très chaleureusement au sein de son laboratoire ainsi que pour la confiance et l'intérêt qu'il a manifestés, vis-à-vis de ce travail doctoral. Je lui dis merci pour toutes les longues journées de travail au laboratoire, et de rédaction ainsi que pour m'avoir mis en contact avec toute l'équipe de recherche.

A tous les scientifiques qui nous ont quittés et qui ont fondé les bases de notre connaissance actuelle des Coccinellidae, en particulier Professeur GHEZALI Djelloul.

J'adresse aussi mes remerciements à mes collègues de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach.

A MES CHERS PARENTS avec tout mon amour

A mes deux frères HAMZA et KARIM

A ma petite nièce NADEEN

*A LA MEMOIRE DE Dr Rayen Ilhem GHANAM
J'aurais souhaité votre présence en ce moment pour
partager ma joie. Vous êtes toujours présente dans
mon esprit et dans mon coeur. Aussi dans ce moment de
joie, vous avez toutes mes pensées.
Que ton âme repose en paix.*

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....2

Chapitre I – Synthèse bibliographique..... 6

1.1 –Aperçu historique et position systématique 6

1.2. – Caractères morphologiques des aphides 7

1.3.Types de cycles de vie 12

1.4.Mode d'alimentation..... 14

1.5.Polyphenisme chez les pucerons 15

1.5.1.Facteurs déterminant la production de différentes formes 15

1.5.2.Facteurs climatiques..... 16

1.5.3.Facteurs intrinsèques..... 16

1.7.Effet du groupe ou la foule 17

1.8.Alimentation 17

1.9.Ennemis naturels..... 17

1.10.Polymorphisme des couleurs 18

1.11.Dégâts des pucerons 18

1.12.Lutte contre les pucerons 20

1.13.Lutte chimique 21

1.14.Lutte biologique..... 21

1.15. Importance des coccinelles dans la régulation naturelle des aphides 23

1.15.1. Biologie générale 23

1.15.2. Spécificité des proies 24

1.15.3. Nourriture de substitution 25

1.16.1. Disponibilité des proies..... 26

1.16.2. Plante hôte..... 26

1.16.3. Microclimat..... 27

Chapitre II – Méthodologie 29

2.1. - Présentation des régions d'étude 29

2.1.1. - Situation géographique de la région d'Alger.....	29
2.2 - Caractéristiques climatiques de la région d'Alger	31
2.2.1. Température	31
2.2.2. – Pluviométrie	33
2.2.3. - Hygrométrie.....	33
2.2.4. Synthèse climatique	34
2.2. Climagramme d'Emberger	34
2.3. - Situation géographique de la région de Blida	36
2.3.1 - Caractéristiques climatiques de la région de Blida.....	37
2.3.2. - Synthèse climatique	39
2.4. Méthodes d'études.....	41
2.4.1. – Méthodes d'échantillonnage des aphides.....	41
a/ Prélèvement et dénombrement visuel des aphides (examen des organes végétaux)	41
b/ Piégeage des ailés (bassines jaunes)	42
2.4.2. Identification des pucerons	46
2.4.3. - Méthodes d'échantillonnage des prédateurs naturels	46
2.5. - Exploitation des résultats	52
2.5.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques	52
2.5.2.- Relations trophiques	53
2.5.3. Utilisation des indices écologiques de structure	53
2.5.3. Autres indices : similarité de Sorensen	54
2.6. Exploitation des résultats par les analyses statistiques	54
2.6.1. Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	55

Chapitre III – Résultats

3.1- Caractères morphologiques distinctifs des pucerons rencontrés dans les deux régions d'études.....	57
3.2 - Identification de prédateurs naturels (Coccinelles, syrphes et chrysopes) rencontrés dans les deux régions d'études	61
3.3. Cas de la région d'El Harrach, Alger	66
3.3.1. Inventaire des Pucerons	66

3.3.2. Distribution des aphides selon les plantes hôtes	67
3.3.3. Les cultures ornementales de l'ENSA et leurs pucerons	68
3.3.4. Relations ditrophiques (puceron-plante hôte)	69
3.3.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition.....	69
3.4. Etude et analyse qualitative des prédateurs naturels	76
3.4.1. Contribution potentielle des haies de bordure à la conservation des prédateurs naturels	78
3.4.2. Relations tri-trophiques (plantes- pucerons - prédateurs).....	78
3.4.3. Systématique des Coccinellidae.....	79
3.4.4. Phénologie des Coccinellidae	80
3.4.5. Proportion des différentes tribus de la famille des Coccinellidae	84
3.4.5.1. Comparaison des résultats de Coccinellidae obtenus à la station de l'ENSA avec ceux obtenus à la cité universitaire de Bouraoui Ammar CUBA	84
3.5. Cas de la région de BLIDA	89
A / Etude des Pucerons	89
3.5.1. Résultats de l'inventaire global des pucerons trouvés dans la région de Mouzaia (Blida)	89
3.5.1.2.1. Courbes de vol de pucerons de la station arboricole :	91
3.5.1.2.2. Courbes de vol de pucerons de la station de grande culture :	91
3.5.2. Exploitation des résultats des aphides ailés par des indices écologiques de composition	96
3.5.3. Résultats de l'inventaire global des pucerons aptères trouvés sur feuilles dans la région de Mouzaia, BLIDA	97
B / Etude et analyse quantitative des prédateurs naturels	99
3.5.4. Etude des principales familles d'insectes prédateurs de pucerons trouvés.....	99
3.5.5. Exploitation des résultats des aphides ailés par des indices écologiques de composition	101
3.5.5.1. Abondances relatives (AR %) :	101
3.5.5. Traitement des espèces des prédateurs naturels capturées dans les trois cultures par des indices écologiques de structure	104
3.5.6. Exploitation des résultats par des méthodes statistiques.....	105
3.6 - Coccinelle asiatique <i>Harmonia axyridis</i> arrive en Algérie : Etude biologique et éthologique.	111
3.6.1. Liste actualisée des espèces de Coccinellidae d'Algérie	111
3.6.2. Etude biologique et éthologique	115

3.6.2.1. Effet de la température sur développement et la survie de <i>Harmonia axyridis</i> en période automnale.....	115
3.6.2.2. Méthodologie.....	116
3.6.2.3. Ponte et fécondité de <i>Harmonia axyridis</i> en conditions climatiques extérieurs.....	116
3.6.2.4. Développement de <i>Harmonia axyridis</i> dans les conditions climatiques extérieures.....	121
• Calendrier.....	124
3.6.2.5. Conclusion.....	124
Discussion.....	126
Conclusion.....	134
Références bibliographiques	139
Article scientifique	153
Systématique des Coccinellidae trouvés au niveau dans plusieurs milieux des régions différentes	165
Annexes.....	227

Liste des tableaux

Tableau 1 – Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes enregistrées à Alger durant l’année : 2017 et 2018.....	31
Tableau 2 - Précipitations mensuelles enregistrées à Alger durant l’année : 2017 et 2018... 33	33
Tableau 3 - Humidités relatives de l’air moyennes mensuelles en (%) de la région d’Alger pour les deux années 2017et 2018.....	33
Tableau 4 - Températures mensuelles minimales, maximales et moyenne enregistrées à Blida en 2018.....	37
Tableau 5 - Précipitations mensuelles enregistrées à Blida en 2018.....	37
Tableau 6 – Liste des espèces de pucerons échantillonnées dans la station de l’ENSA.....	66
Tableau 7 – répartition des pucerons selon les familles botaniques ornementales	67
Tableau 8 - Relation puceron-plante hôte dans la région d’Alger	69
Tableau 9 - Richesse moyenne et totales saisonnières des espèces de pucerons inventoriés dans la region d’Alger	70
Tableau 10 - Abondances relatives des Aphides dans les espèces ornementales à l’ENSA..	70
Tableau 11 – dénombrement des pucerons sur les feuilles de Pittospore et laurier rose	73
Tableau 12 - Liste des prédateurs naturels présents à la station de l’ENSA d’El Harrach. ...	76
Tableau 13 - Les différentes relations tritrophiques (plantes- pucerons - prédateurs) notées. 78 dans la station de l’ENSA d’El Harrach (Alger).....	78
Tableau 14 – Liste des Coccinellidae prédatrices de pucerons dans la station de l’ENSA	79
Tableau 15 – période d’apparition des coccinelles dans la station de l’ENSA d’El Harrach. 82	82
Tableau 16 – Abondance relative des différentes tribus des Coccinellidae trouvés	84
Tableau 17 – Tableau comparatif des coccinelles entre les deux stations d’El Harrach.	84
Tableau 18 – Résultat de l’indice de Sorensen	86
Tableau 19 – Liste des espèces de pucerons recensées dans la région de Mouzaia (Blida) ..	89
Tableau 20 – comparatif de l’inventaire des pucerons ailés trouvés dans trois cultures	90
différentes à Blida.	90
Tableau 21 – Abondances relatives des espèces de pucerons dans la station Mouzaia en	96
2017-2018.....	96
Tableau 22 – Richesses totales mois par mois comptées dans la station de Mouzaia 2017-2018.....	97
Tableau 23 – Principales espèces prédatrices de pucerons recensés dans la région de Blida. 99	99
Tableau 24 - L'association des espèces de coccinelles avec les cultures agricoles.....	100

Tableau 25 – Abondances relatives des espèces de prédateurs dans la station Mouzaia en 2017	101
Tableau 26 – Abondances relatives des espèces de prédateurs dans la station Mouzaia en 2018	102
Tableau 27 – Indice de diversité de Shannon (H'), diversité maximale (H'max.) et équitabilité (E) des Insectes capturés dans la station de Mouzaia durant les années 2017 et 2018.....	104
Tableau 28 – Fertilité et fécondité des femelles <i>Harmonia axyridis</i>	119
Tableau 29 – Pourcentage de mortalité à différents stades de développement de <i>Harmonia axyridis</i> dans les conditions extérieures	121
Tableau 30 – Temps de développement de <i>Harmonia axyridis</i> dans la région d'El Harrach.	121

Liste des figures

Figure 1 – Caractères morphologiques généraux des pucerons. (VOEGTLIN <i>et al</i> , 2003).	8
Figure 2 – Caractères morphologiques des antennes (VOEGTLIN <i>et al</i> , 2003).....	9
Figure 3 – Différents types de siphons (VOEGTLIN <i>et al</i> , 2003)	10
Figure 4 - Position des tubercules marginaux (→) et des spiracles abdominaux (I-VII) (VOEGTLIN <i>et al</i> ,	11
Figure 5 - Cycle de vie généralisé d'un puceron monoïque de la sous-famille des Aphidinae (HARDIE, 2017) modifié.....	12
Figure 6 - Cycle de vie généralisé d'un puceron hétéroécique (HARDIE, 2017) modifié.....	13
Figure 7 – Représentation schématique d'un puceron en alimentation. (GUERRIERI et DIGILIO, 2008).	14
Figure 8 – Impact des aphides sur les plantes hôtes (F.L. GOGGIN <i>et al.</i> cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017) modifié.....	19
Figure 9 - Types d'aptitude physiologique des aliments des coccinelles (modifié par HODEK 1996).....	25
Figure 10 - Localisation de la région d'El Harrach, Alger (DRIDI et ZEMMOURI 2012, modifiée).	30
Figure 11 - Localisation des stations (ornementales) de la région d'Alger (A : vue satellitaire ; B : les différents plantes recensées dans les deux stations d'étude) (Originale).....	32
Figure 12 a - Diagramme ombrothermique de la région d'Alger pour l'année 2017.	35
Figure 12 b - Diagramme Ombrothermique de la région d'Alger pour l'année 2018	35
Figure 13 - Situation géographiques des régions d'études : Alger et Blida (originale).	36
Figure 14 - Localisation des stations de la région de Blida (A. vue satellitaire, B, C et D photos originaux des vergers).	38
Figure 15 - Diagramme Ombrothermique de la région de Blida pour l'année 2018.	39
Figure 16 - Position des régions Alger et Blida dans le Climatogramme d'Emberger	40
Figure 17 - Examen des feuilles infestées par des aphides (Originale).	41
Figure 18 - Prélèvement des fragments de plantes hôtes infestés (Originale).	42
Figure 19 - Etapes d'échantillonnage des pucerons ailés par les bassines jaunes (Originale). 43	
Figure 20 - Etapes de montage des aphides (Original).....	45
Figure 21 - Différentes étapes d'extraction des genitalia des coccinelles au niveau de laboratoire d'entomologie, Centre de biologie AS CR, České Budějovice, République Tchèque (originale)	49
Figure 22 - Schéma du dispositif expérimental de la région d'Alger.....	50

Figure 23 - Schéma du dispositif expérimental de la région de Blida (Originale).....	51
Figure 24 - Puceron des spirées <i>Aphis spiraecola</i> (originale).....	57
Figure 25 - Puceron de la fève <i>Aphis fabae</i> (originale).....	58
Figure 26 - Puceron du melon ou du cotonnier <i>Aphis gossypii</i> (originale).....	58
Figure 27 - Puceron du laurier rose <i>Aphis nerii</i> (originale)	58
Figure 28 - Puceron du parapluie <i>Aphis umbrella</i> (originale)	59
Figure 29 - Puceron vert du rosier <i>Macrosiphum rosae</i> (originale).....	59
Figure 30 - Puceron vert du pêcher <i>Myzus persicae</i> (originale).....	60
Figure 31 - Puceron des feuilles de groseillier et de la laitue <i>Hyperomyzus lactucae</i> (originale)	60
Figure 32 - caractéristiques spécifiques des Syrphidae (originale).....	61
Figure 33 - <i>Melanostoma mellinum</i> (originale).....	62
Figure 34 - <i>Scaeva pyrastris</i> (originale) A : abdomen ; B : tête ; C : aile	63
Figure 35 - <i>Eupeodes luniger</i> (originale).....	63
Figure 36 - <i>Eristalis tenax</i> (originale	64
Figure 37 - <i>Chrysoperla carnea</i> (Originale)	65
Figure 38a - Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur feuilles du Pittospore et de Laurier du 09/03/2017 au 19/12/2017	72
Figure 38b - Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur feuilles du Pittospore et de Laurier du 13/03/2018 au 30/06/2018.....	72
Figure -39a Évolution de la population global des aptères installée sur les feuilles de <i>Pittosporum tobira</i> durant les années 2017, 2018.....	74
Figure- 39b - Évolution de la population global des aptères installée sur les feuilles de <i>Nerium oleander</i> durant les années 2017,2018	75
Figure 40 - La richesse spécifique des familles des prédateurs échantillonnées dans la région d'El Harrach.	77
Figure 41 - Dendrogramme présentant les tribus des Coccinellidae prédatrices trouvées à la station de l'ENSA (originale).....	83
Figure 42 – Schéma synthétique de la situation des prédateurs naturels de pucerons dans la région d'El Harrach. (Original).	88
Figure 43 – Courbes de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la région de Mouzaia, BLIDA.....	95
Figure 44 - Evolution du nombre d'individus de pucerons aptères recensés au niveau des cultures étudiées en 2017-2018.....	98

Figure 45a- L'abondance relative de différentes coccinelles prédatrices prélevées dans différentes cultures a Mouzaia en 2017 et 2018.....	103
Fig.45b- L'abondance relative des espèces de Syrphes prélevées dans différentes cultures a Mouzaia en 2017 et 2018.....	103
Figure 46 - Carte factorielle avec axe 1-2 des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2017 dans la région de Mouzaia (Blida)	107
Figure 47 - Carte factorielle avec axe 1-2 des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2018 dans la région de Mouzaia (Blida)	109
Figure 48 – Répartition des captures moyennes sur les cultures par rapport aux familles des prédateurs.	110
Figure 49 - Différentes survie des œufs jusqu'à l'adulte de <i>Harmonia axyridis</i> en conditions climatiques extérieures de la région d'El Harrach (originale).	117
Figure 50 – Evolution des pontes de <i>Harmonia axyridis</i> en fonction des températures moyennes journalières dans la région d'El Harrach.....	118
Figure 51 - Fécondité et survie de 10 ♀ de <i>Harmonia axyridis</i>	120
Figure 52 – Temps de développements de <i>Harmonia axyridis</i> en conditions climatiques extérieures dans la région d'El Harrach (Originale)	122
Figure 53 – Carctères morphologiques utilisés pour prdire le male de <i>Harmonia axyridis</i> .	123
Figure 54- <i>Chilocorus bipustulatus</i> A : Face dorsale, B : édéage, C : Tegmen (originale).	166
Figure 55 - <i>Exochomus quadripustulatus</i> A : f. <i>ibericus</i> B : f. <i>floralis</i> (Originale) C : édéage, D : Tegmen (originale).....	167
Figure 56- <i>Parexochomus nigripennis</i> (originale)	169
Figure 57- <i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (originale)	170
Figure 58- <i>Rhyzobius litura</i> A : face dorsale, B : prosternum (originale).....	171
Figure 59- <i>Adalia bipunctata</i> , A: f. <i>melanica</i> , B: f. <i>typical</i> , C: édéage, D: tegmen (originale)	172
Figure 60- <i>Adalia decempunctata</i> A : face dorsale (LAKHAL et al, 2018)	174
Figure 61- Variabilité de coloration chez <i>Adalia decempunctata</i> IABLOKOFF-KHNZORIAN (S.M.) 1982.....	176
Figure 62- Modèles de couleur élytrale d' <i>Adalia decempunctata</i> ZARE et al 2016	177
Figure 63- Modes de développement ontogénétique des motifs colorés chez <i>Adalia decempunctata</i> (ZARAPKIN 1938 a)	177
Figure 64- <i>Coccinella septempunctata</i> ; A : vue dorsale, B : vue de face, C : Élytre droit d'une coccinelle à sept points, D : Segments abdominaux d'un (♂), E : édéage, F : tegmen (originale).....	178
Figure 65- <i>Coccinella undecimpunctata</i> Linnaeus, 1758 (originale).....	180

Figure 66- <i>Harmonia axyridis</i> ; A : f. succinea ; B : f. spectabilis, C : édéage, D : tegmen de profil, E : tegmen de face (originale)	181
Figure 67- Variabilité de coloration des élytres chez <i>Harmonia axyridis</i> (originale).....	180
Figure 68- Larve de <i>Harmonia axyridis</i> en 4 ^e stade de développement (originale).....	183
Figure 69 - schéma des épines d'une larve de <i>Harmonia axyridis</i> (originale).....	183
Figure 70- Pupa de <i>Harmonia axyridis</i> (originale)	184
Figure 71 - Schémas des différentes formes de corps de <i>Harmonia axyridis</i> (originale) ...	185
Figure 72- <i>Hippodamia variegata</i> , A : vue dorsale, B : édéage, C : tegmen (originale).....	186
Figure 73- <i>Myrrha octodecimguttata</i> , A : vue dorsale, B : édéage (originale)	188
Figure 74- <i>Oenopia conglobata</i> , A : vue dorsale, B : édéage, C : tegmen, originale.....	190
Figure 75- : <i>Oenopia doublieri</i> , A : habitus ocharcé, B : habitus rosé, C : édéage, D : tegmen (originale)	192
Figure 76- <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> , A : f. lateripunctata, B : f. nominale à taches réduites, C : édéage, D : tegmen (originale).....	195
Figure 77- <i>Chnootriba elaterii</i> (Rossi, 1794) (syn. <i>Henosepilachna elaterii</i>) A : face dorsale, B : Face ventrale et griffes (originale)	198
Figure 78- <i>Hyperaspis</i> sp, A : habitus, B : édéage (Originale)	200
Figure 79- <i>Hyperaspis marmottani</i> , A : élytres, B : détails du pronotum (originale).....	202
Figure 80- <i>Novius cruentatus</i> , A : habitus, B : édéage, C : tegmen de face, D : tegmen de profil (originale)	203
Figure 81- <i>Rodolia cardinalis</i> 1 : patte postérieure 2 : patte avant (Robert D. Gordon 1972)	206
Figure 82- <i>Rodolia cardinalis</i> , A : Habitus, B : Larve, C : pupa (originale)	207
Figure 83- <i>Platynaspis luteorubra</i> , A : vue dorsale, B : de profil, C édéage, D : tegmen (originale)	208
Figure 84- <i>Clitostethus arcuatus</i> (originale)	211
Figure 85- <i>Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi</i> A : (collection de l'ENSA), B : face dorsale, C : face ventrale, D : édéage, E : Apex de l'édéage, F : tegmen de profil, G : tegmen de face (originale)	212
Figure 86- <i>Nephus (Nephus) quadrimaculatus</i> (originale).....	216
Figure 87- <i>Scymnus (Scymnus) apetzi</i> , A : face dorsale, B : face ventrale ; C : édéage, D : tegmen de vue, E : tegmen de profil (originale).....	217
Figure 88- <i>Scymnus (Scymnus) interruptus</i> (originale)	220
Figure 89- <i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (A-B) : face ventrale, C : face dorsale, D : édéage, E : tegmen de vue (originale)	221
Figure 90- <i>Stethorus pussilus</i> (originale)	225

Liste des abréviations

al : collaborateurs.

CUBA : Cité Universitaire Bouraoui Ammar

ENSA : Ecole Nationale Supérieure Agronomique

mm : millimètre

OP : les organophosphorés

Syn. : Synonyme

sp : espèce

T : température

°C : degré Celsius

Introduction

Introduction

De tous les ravageurs des cultures, les pucerons (Aphides) constituent le groupe qui pose le plus de problème du fait de leur particularité biologique et éthologique. Leur potentiel biotique prodigieux et leur extraordinaire adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme en font les déprédateurs majeurs des cultures. Les pucerons appartiennent à la superfamille Aphidoidea (~4400 espèces) qui fait partie de l'ordre des insectes Hemiptera représentant un grand taxon d'insectes hémimétaboliques (VILCINSKAS, 2016). Parmi les quelques 4000 espèces connues de pucerons, environ 250 espèces ont exploité avec succès l'environnement agricole dans la mesure où ils ont une importance économique significative, ce sont des ravageurs redoutables des cultures, et des plantes ornementales qui endommagent directement les cultures pendant l'alimentation en éliminant les éléments nutritifs, en produisant de la salive toxique et en transmettant des virus (syn. phytovirus) (POIRIE & COUSTAU, 2011 ; TAGU *et al.*, 2016 ; VILCINSKAS, 2016).

La plupart de ces vecteurs de virus de plante se trouvent principalement dans la sous-famille des Aphidinae, tels que les genres *Myzus*, *Macrosiphum* et *Aphis* (FERERES & MORENO, 2009), non seulement parce qu'il s'agit de la sous-famille la plus importante, mais aussi parce qu'elle contient une très forte proportion des espèces importantes sur le plan agricole qui se nourrissent de plantes herbacées (BLACKMAN et EASTOP, 2006). Selon TAGU *et al.*, 2016, certaines espèces de pucerons, appelées "généralistes", sont capables de se nourrir d'un large éventail d'espèces végétales. D'autres colonisent deux plantes taxonomiquement différentes et alternent leurs hôtes selon la saison.

En Algérie, la culture de blé et l'arboriculture fruitière font partie intégrante de la vie économique et sociale. Le blé a été planté sur 2 millions d'hectares pendant la saison de croissance de 2015-2016, avec une production estimée à 3,3 Mt (FAO, 2017). Parmi les stress biotiques, l'obstacle à la production de céréales est constitué par les pertes causées par ces pucerons. Les rosacées en particulier jouent un rôle important dans l'alimentation, la santé humaine, l'industrie agro-alimentaire. La culture des poiriers et des pêchers sont très sensible aux attaques de ces ravageurs qui peuvent également déprécier la commercialisation des plantes ornementales, car ils infestent en grand nombre les tissus verts mous des plantes et les tuent en aspirant la sève; l'aspect visuel est l'un des critères principaux, en production de fruits, pour leur commercialisation (VILLENEUVE *et al.*, 2017).

Les moyens de lutte contre ces déprédateurs s'appuient généralement sur l'utilisation d'insecticides, la chimie, même si elle s'avère très efficace, les dangers qu'elle génère restent un problème majeur de la santé humaine. .

De ce fait, la prise de conscience vis-à-vis des dangers qui ne cessent de s'accroître (à savoir, l'impact des pesticides sur l'environnement et sur la santé humaine, les pucerons qui développent une résistance aux produits chimiques) est bien tenue en compte, tant par la population, les décideurs et agriculteurs.

De plus, en considérant toutes les particularités en Algérie, dans ses singularités environnementales telles que le climat, biodiversité et types de cultures, il est nécessaire d'adopter une méthode adaptée à ces caractéristiques biotiques et abiotiques.

Donc, dans une perspective de lutte biologique et de développement durable tout en prenant compte de ces avantages, la question se pose quels sont les prédateurs de pucerons qui existent dans les agrosystèmes prospectés ?

Pour tenter de gérer ces organismes prédateurs à des fins de lutte biologique futures, il est donc primordial d'identifier précisément les interactions trophiques entre ces organismes et les insectes prédateurs, autrement dit de déterminer « qui mange qui ? » (NAVASSE, 2016).

Les relations proies - prédateurs sont difficilement identifiables, puisqu'elles nécessitent des observations directes de consommation de la proie qui sont rarement possibles en conditions naturelles (NAVASSE, 2016). Il est essentiel de comprendre les mécanismes d'interaction pucerons - plantes pour sélectionner des cultures résistantes ou tolérantes aux pucerons et mettre au point de meilleures pratiques agricoles (JAOUANNET et *al.*, 2014)

Les prédateurs naturels des pucerons sont nombreux. Ils sont potentiellement capables de consommer un plus large éventail de proies (VAN VEEN et *al.*, 2008). Les espèces aphidophages telles que les Syrphidae, les Chrysopidae, les Cecidomyiidae et les Coccinellidae sont importées depuis longtemps dans le cadre des programmes classiques de lutte biologique. La famille des Coccinellidae en particulier comprend environ 6000 espèces décrite dans 360 genres et 42 tribus (NEDVED et KOVAR, 2012), environ 90 % des espèces sont des prédateurs de pucerons, cochenilles, psylles, aleurodes, et acariens. Elle constitue un groupe important de coléoptères, tant du point de vue économique dans leur utilisation comme agents de lutte biologique que dans leur diversité et leur adaptation à un certain nombre d'habitats différents (MICHELS, 1987).

Si leur installation dans la culture est généralement influencée par plusieurs facteurs abiotiques, quelles sont les méthodes qui pourront allonger le temps de présence de ces prédateurs naturels de pucerons à l'intérieur de la culture ?

C'est l'objectif de ce travail de thèse dans laquelle nous allons essayer d'acquérir une meilleure connaissance du potentiel de régulation des prédateurs auxiliaires dans la lutte biologique contre les pucerons ainsi que d'évaluer la diversité des coccinelles aphidiphages dans les agro systèmes et enfin déterminer les meilleurs méthodes possibles afin d'envisager d'autres moyens de luttés pour augmenter la régulation naturelle.

Dans le présent travail, après une introduction le premier chapitre porte sur la présentation de quelques données bibliographiques sur les pucerons et leurs insectes prédateurs, également les caractéristiques bioécologiques des coccinelles. Le second chapitre est réservé d'une part à la présentation des régions d'étude, et d'autre part à la méthodologie de travail ainsi que les différentes techniques adoptée sur le terrain et au laboratoire. L'exploitation et le traitement des résultats obtenus sont exposés dans le troisième chapitre. Une discussion des résultats est mise dans un quatrième chapitre. Une conclusion et des perspectives clôturent le présent travail.

Chapitre I

Chapitre I – Synthèse bibliographique

Dans ce chapitre, nous allons traiter la systématique des pucerons et la morphologie. Ainsi que les caractéristiques biologiques des pucerons et les facteurs de détermination de leurs formes sont expliqués. Les dégâts provoqués par les pucerons sont exposés et enfin les différents moyens de lutte sont mentionnés et l'importance des coccinelles dans la régulation naturelle des aphides.

1.1. –Aperçu historique et position systématique

Selon TURPEAUAIT IGHIL et *al*, 2011, les pucerons ou aphides sont apparus il y a environ 280 millions d'années, ils constituent un groupe d'insectes très répandus dans le monde. Leur origine remonte au carbonifère, avec une évolution marquée comme chez bien d'autres insectes FRAVAL (2006). Il existe plus de 5000 espèces d'Aphididae dans le monde (REMAUDIERE et REMAUDIERE, 1997; FAVRET, 2014).

De ce nombre, environ 450 espèces ont été recensées à partir de plantes cultivées (BLACKMAN et EASTOP, 2000). Les espèces importantes sur le plan agricole se trouvent principalement dans la sous-famille des Aphidinae, non seulement parce qu'il s'agit de la sous-famille la plus importante, mais aussi parce qu'elle contient une très forte proportion des pucerons qui se nourrissent de plantes herbacées (BLACKMAN et EASTOP, 2006). Certaines sous-familles de pucerons assez importantes - les Calaphidinae et les Lachninae, par exemple - sont associées presque exclusivement à des plantes ligneuses, comme la plupart des plus petites d'entre elles. Les Aphididae sont l'une des trois familles d'Aphidoidea, les deux autres les Adelgidae, et les Phylloxeridae. Dans le contexte de l'ensemble de l'ordre des Hemiptera, la superfamille des Aphidoidea est placée dans le sous-ordre des Sternorrhyncha, avec les Coccoidea (cochenilles et cochenilles), les Aleyrodoidea (aleurodes) et les Psylloidea (psylles) (BLACKMAN et EASTOP, 2017). D'après BLACKMAN et EASTOP, 2017, tous ces insectes sont phytophages, et la plupart sont suceurs de sève. Historiquement, les Sternorrhyncha ont été regroupés avec les Auchenorrhyncha (cicadelles, cigales, etc.) sous le nom d'Homoptera, mais les travaux moléculaires ont apporté un solide soutien à l'opinion de longue date, fondée sur des preuves morphologiques et embryologiques, selon laquelle Sternorrhyncha et Auchenorrhyncha ne partagent pas un ancêtre commun, de sorte que ce groupement n'est pas phylogénétiquement solide.

Le consensus général est maintenant que la division primaire des Hemiptera se fait en Sternorrhyncha et un groupe frère comprenant Auchenorrhyncha plus Hétéroptera (VON DOHLEN et MORAN, 1995).

1.2. – Caractères morphologiques des aphides

Les pucerons peuvent être reconnus par un ensemble de caractéristiques morphologiques communes qui s'est développée avant que la divergence ne se transforme en sous-familles : par exemple, les siphons (organes sécrétoires, mais avec leur fonction précise encore étrangement énigmatique) ; des antennes à cinq ou six segments composées de deux des segments basaux et un flagelle segmenté avec un processus terminal ; tarse à deux segments, avec le premier segment beaucoup plus court que le second ; et un cauda, ou queue, qui est souvent utilisée pour éloigner les gouttelettes de miellat provenant de l'anus. Ces caractéristiques ont été modifiées, réduits ou perdus à titre secondaire dans certaines espèces, mais sont évidentes chez la plupart des pucerons qui sont des parasites des plantes cultivées (BLACKMAN et EASTOP, 2017). Le corps des pucerons est subdivisé en 3 régions bien différenciées la tête, le thorax et l'abdomen VOEGTLIN et *al.* (2003) (Fig.1).

Les critères d'identification qui permet la différenciation des genres ou des espèces concernent généralement plusieurs caractères :

➤ **La forme, la longueur, et la couleur du corps**

- **Caractères morphologiques antennaire** : Articles antennaires (nombre) : deux antennes sont insérées sur la tête, chacune d'elles formée généralement de 3 à 6 articles dont le dernier est le plus long. Base (longueur). Fouet ou processus terminal (longueur) : une partie basale renflée et une terminale fine appelée processus terminal (Fig. 2). Rhinaries ou *Sensoria* (nombre, forme et localisation)
- **Caractères morphologiques céphaliques** : Front (forme). Tubercules ou sinus frontaux (forme) : dans certains cas les antennes sont directement insérées sur le front ou bien sur des protubérances appelées tubercules frontaux (LECLANT, 1999 ; TURPEAU-AIT IGHIL et *al.*, 2011).

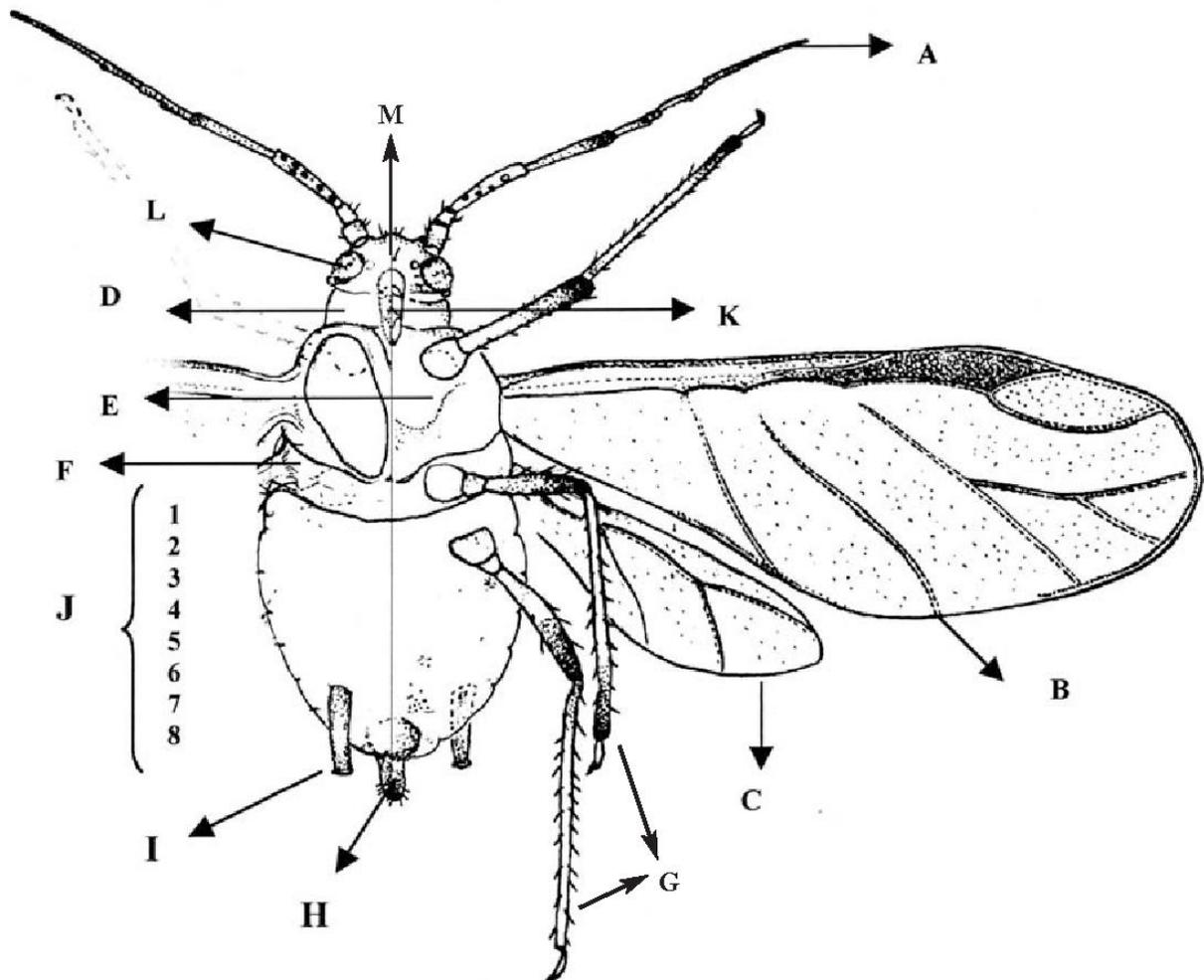


Figure 1 – Caractères morphologiques généraux des pucerons. (VOEGTLIN et *al*, 2003).

Antenne A, ailes antérieures B, ailes postérieures C, prothorax D, E, mésothorax, métathorax F, jambes G, H cauda, I siphunculus, segments abdominaux J I-VIII, tribune K, œil composé L, tête M.

➤ **Caractères morphologiques alaires** : La plupart des espèces de pucerons coexistent sous des formes ailées et des formes aptères et prennent un aspect globuleux (BLAKMAN et EASTOP, 2000). Les ailés sont toujours caractérisés par un thorax bombé dorsalement et le thorax porte deux paires d'ailes. Par contre les aptères, montrent un développement important de l'abdomen. Les ailes sont membraneuses avec une nervation réduite, complète ou non (FRAVAL, 2006).

- Nervures médianes
- Bifurcations

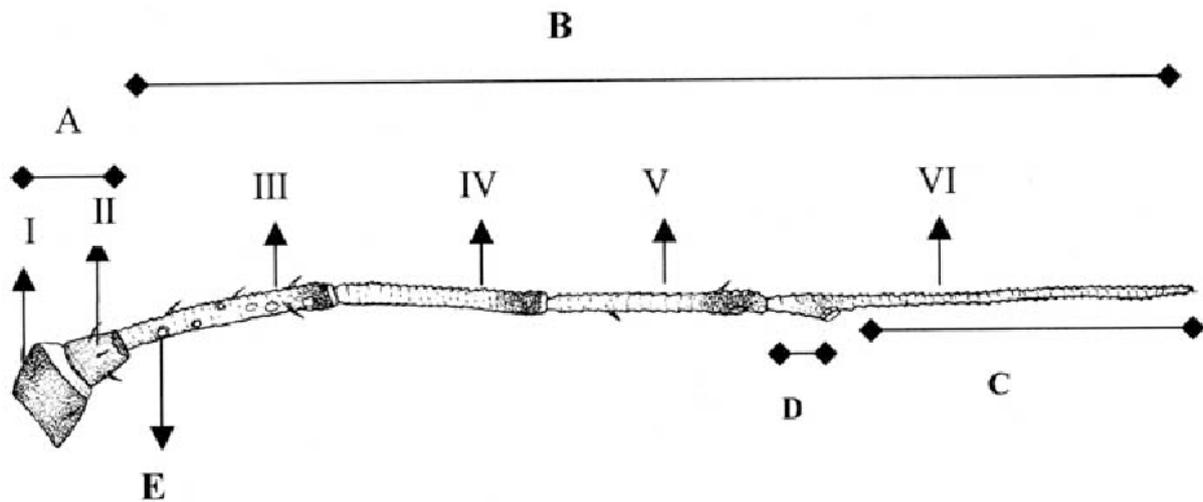


Figure 2 – Caractères morphologiques des antennes (VOEGTLIN et *al.*, 2003).

A., échappement et pédicelle (segments basaux I-II), flagelle B. (segments III-VI), processus terminal C., base D., *Sensoria* secondaire E.

➤ **Caractères morphologiques abdominaux**

- Pigmentation et ornement : la présence de stries, de bandes, de plaques ou de sclérites sur l'abdomen sont des critères de détermination (Fig.4)
- Cornicules (forme, couleur, longueur) : L'abdomen comporte 9 segments difficiles à différencier dont le 5ème présente une paire de cornicules qui excrètent des gouttes de liquide contenant des hormones d'alarme pour leur protection ou des phéromones sexuelles favorisant la rencontre des sexes (HULLE et *al.*, 1999 ; TURPEAU-AIT IGHIL et *al.*, 2011)(Fig.3).
- Cauda (forme, longueur, couleur, et nombre de soies).

➤ **Caractères morphologiques des pattes**

- Tibia (couleur, longueur)
- Fémur (couleur, longueur)

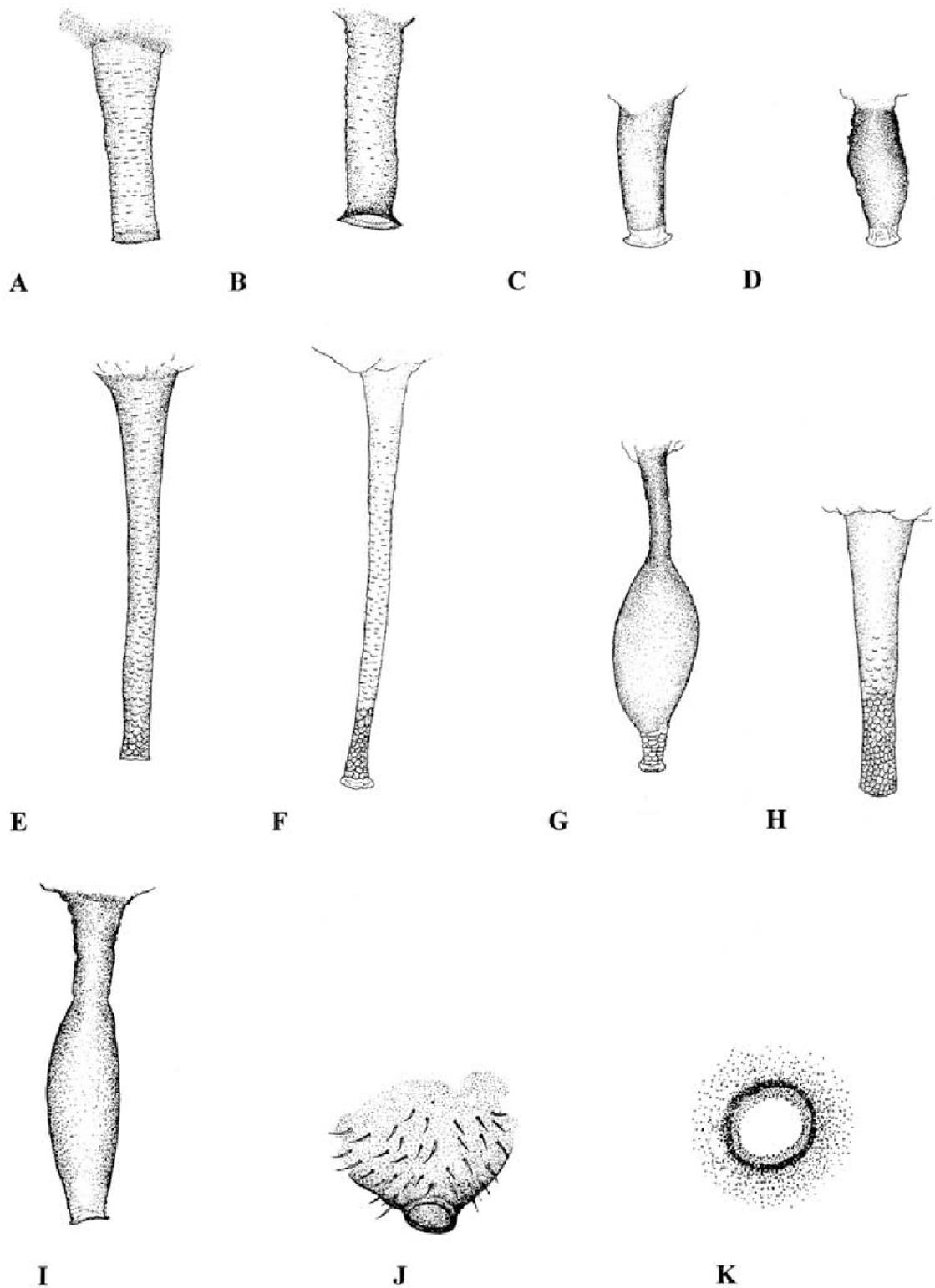


Figure 3 – Différents types de siphons (VOEGTLIN *et al*, 2003).

A : *Aphis spiraecola*, B : *Rhopalosiphon padi*, C : *Brachycaudus helichrysi*, D : *Brevicoryne brassicae*,
 E : *Acyrtosiphon bidenticola*, F : *Macrosiphum euphorbiae*, G : *Rhopalosiphoninus latysiphon*, H :
Uroleucon gravicorne, I : *Hyperomyzuz lactucae*, J : *Cinara watsoni*, K : *Tetraneura nigriabdominalis*.

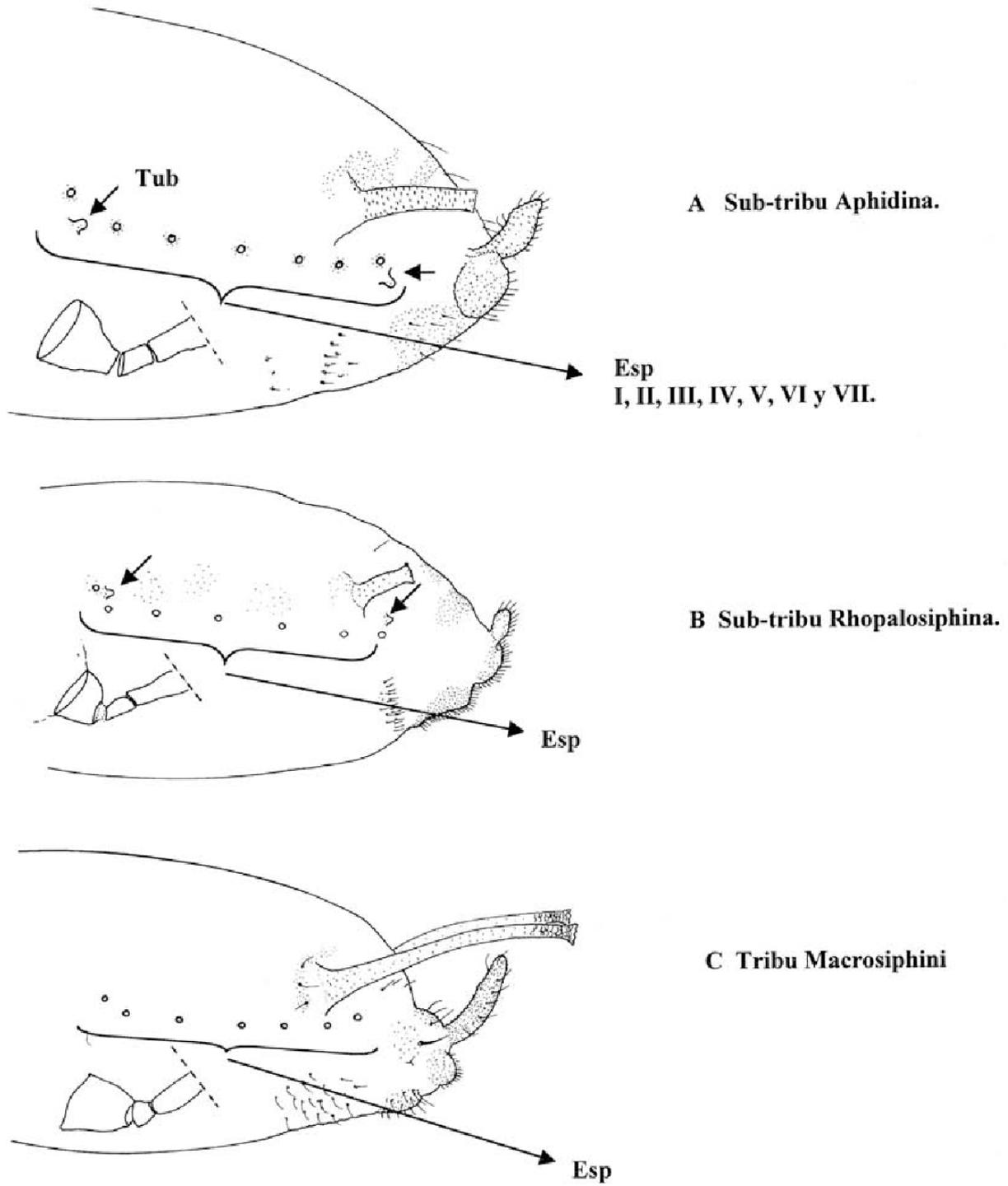


Figure 4 - Position des tubercules marginaux (→) et des spiracles abdominaux (I-VII) (VOEGTLIN et *al*, 2003)(A : sous-tribu Aphidina, B : sous-tribu Rophalosiphina, C : Tribu Macrosiphini).

1.3. Types de cycles de vie

Il existe deux grands types de cycle de vie des pucerons selon la façon dont l'insecte utilise les plantes hôtes : hôte alternant (hétéroécique) et hôte non alternant (monoécique, ou autoécique) (Fig.5 et 6).

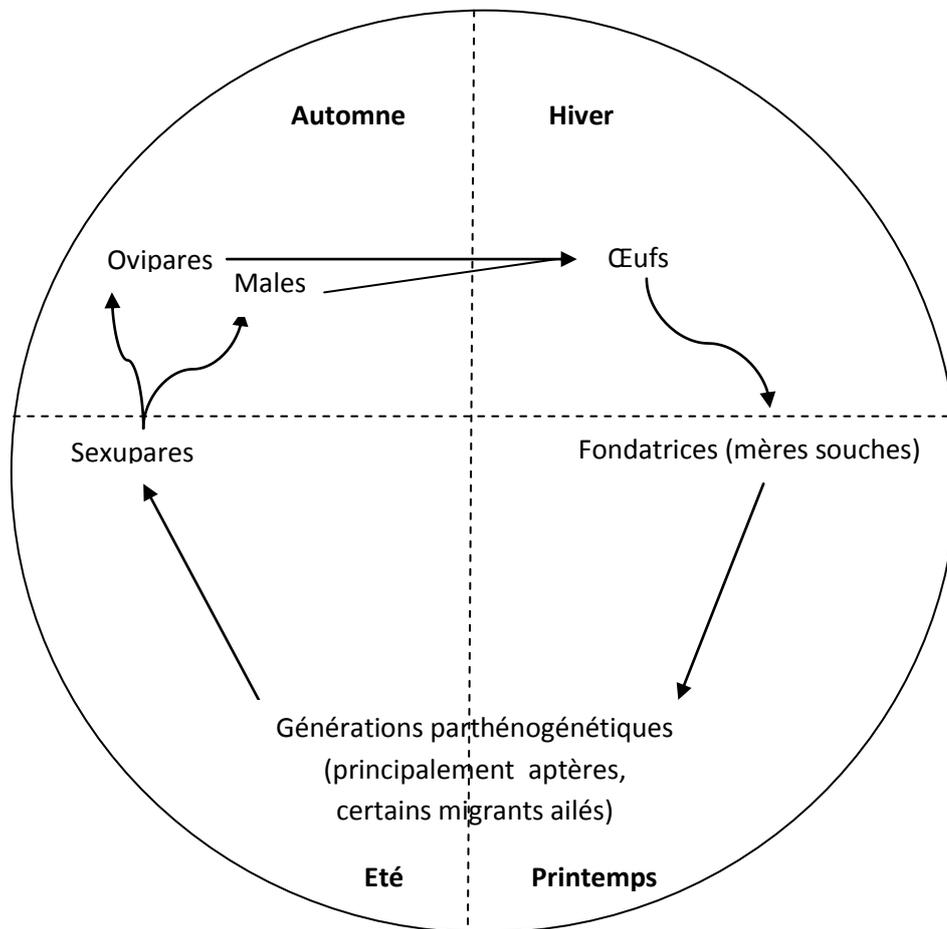


Figure 5- Cycle de vie généralisé d'un puceron monoécique de la sous-famille des Aphidinae (HARDIE, 2017) modifié.

Les pucerons hétéroéciques vivent sur une seule espèce végétale en hiver (hôte primaire - généralement des plantes ligneuses), migrent vers une espèce végétale non apparentée (hôte secondaire - généralement des plantes herbacées) au printemps/en été et retournent vers l'hôte primaire en automne. La reproduction sexuelle donne lieu à des œufs qui sont pondus sur l'hôte primaire après que les mâles et les femelles sexuelles (ovipares) se sont accouplés. Les pucerons qui interrompent ainsi la parthénogenèse avec la reproduction sexuelle sont qualifiés d'holocycliques, qu'ils soient hétéroéciques ou *monoéciques*. Les pucerons qui n'altèrent pas l'hôte restent sur la même espèce hôte ou utilisent des espèces

hôtes étroitement liées tout au long de l'année, c'est-à-dire qu'ils peuvent produire des œufs par voie sexuelle sur le même groupe de plantes hôtes dont se nourrissent toutes les générations parthénogénétiques. Certaines espèces de pucerons se reproduisent continuellement par parthénogénèse et ne produisent jamais d'œufs, ce que l'on appelle les anholocycliques. Certaines espèces présentent à la fois un caractère holocyclique et anholocyclique dans différents représentants clonaux, et certaines espèces essentiellement hétéroéciques ont des clones qui semblent être anholocycliques, ne se reproduisent pas sexuellement et contournent ainsi la nécessité d'une alternance d'hôtes (par exemple *Myzus persicae* (puceron de la pomme de terre et du pêcher) ; BLACKMAN, 1974). En outre, il existe des clones androcycliques qui ne produisent que les mâles de la génération sexuelle (par exemple *Myzus persicae* ; BLACKMAN, 1974). Aucune des espèces de pucerons existantes ne se reproduit uniquement par le sexe, bien qu'il soit généralement admis que c'est le mode de reproduction ancestral (MORAN, 1992).

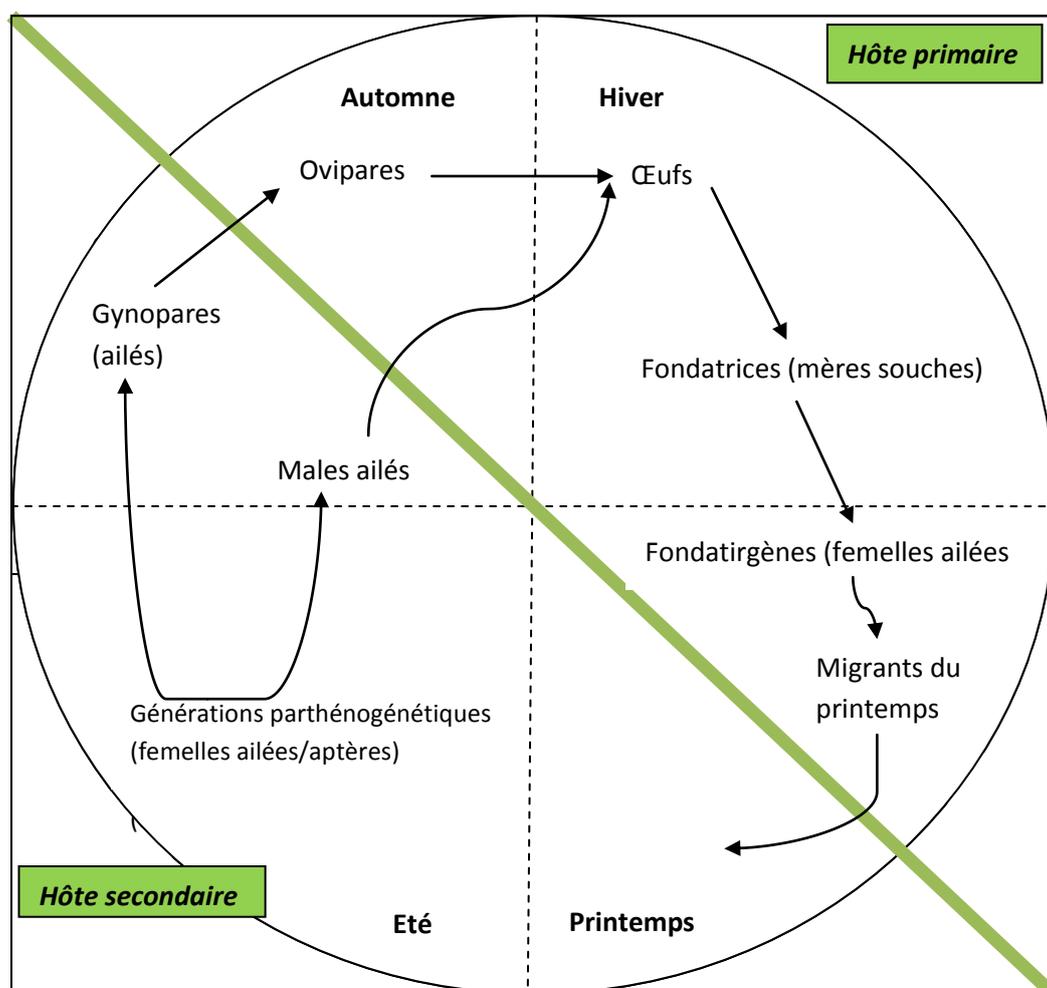


Figure 6 - Cycle de vie généralisé d'un puceron hétéroécique (HARDIE, 2017) modifié.

1.4. Mode d'alimentation

Dans la plupart des cas, les pucerons se nourrissent passivement du contenu des tissus vasculaires des plantes (généralement le phloème) (GUERRIERI et DIGILIO, 2008). Ils vivent aux dépens notamment des conifères, des composées et de rosacées. Ils se nourrissent de sève de phloème grâce à des pièces buccales extrêmement efficaces, modifiées en stylets longs et flexibles (FRAVAL, 2006). Les appendices buccaux (maxillaires et mandibules) sont allongés en un faisceau de stylet qui perce les tissus végétaux pour atteindre le site d'alimentation dans le phloème, tandis que l'extrémité distale du labium aide la pénétration du stylet de l'extérieur, agissant comme un guide (Fig.7) (GUERRIERI et DIGILIO, 2008). L'adaptation à la phytophagie est complétée par un système de reproduction extrêmement ductile qui peut alterner les générations biparentales et parthénogénétiques

Les mêmes auteurs précisent que pour atteindre le phloème végétal, les pucerons doivent surmonter les défenses de la plante, soit physiquement et/ou chimiquement. Cependant, les plantes répondent à l'attaque des pucerons en activant des gènes de défense qui conduisent à la production de barrières physiques et/ou les composés chimiques toxiques (résistance directe).

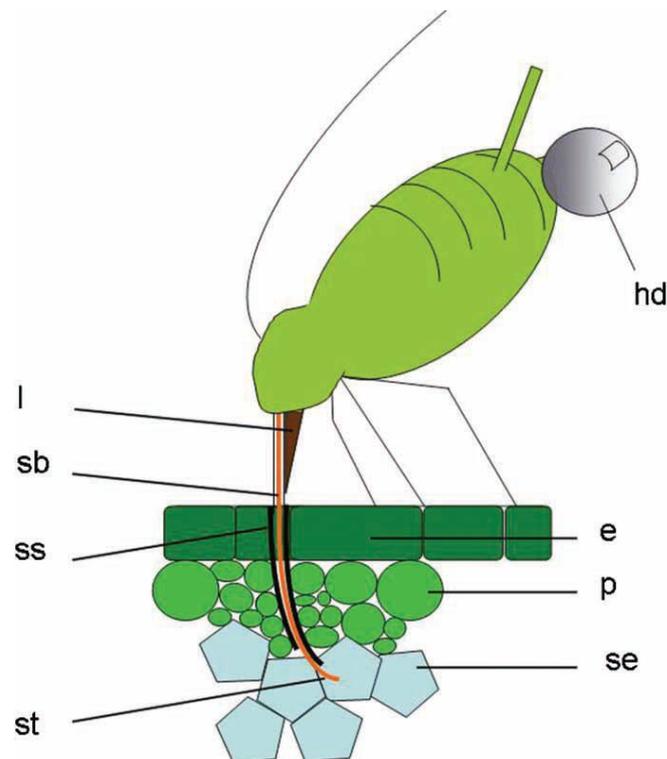


Figure 7 – Représentation schématique d'un puceron en alimentation. (GUERRIERI et DIGILIO, 2008).

e : épiderme ; hd : gouttelette de miellat ; l : labium, ne participant pas à l'activité de perçage (brun) ; p : parenchyme ; sb : faisceau de stylet (orange) ; se : éléments de criblage (bleu) ; ss : gainnes de stylet (noir) ; st : pointe du stylet.

Polyphénisme chez les pucerons

Les pucerons présentent une grande plasticité phénotypique, ils peuvent s'adapter aux différents signaux saisonniers grâce au polyphénisme ailé (développement de femelles ailées et aptères) et au polyphénisme reproductif (individus asexués et sexués). Ils fournissent également un modèle de polyphénisme de caste par lequel les pucerons soldats sont engagés dans la défense des nids (HATTORI *et al.* 2013). Le polyphénisme chez les insectes est régulé par des facteurs physiologiques tels que les schémas de sécrétion hormonale ou la sensibilité des tissus aux changements environnementaux et des mécanismes de développement alternatifs (NIJHOUT 2003 WEST-EBERHARD, 2003). Les pucerons ovipares et vivipares développent des ailes afin de faciliter leur migration vers de nouvelles plantes hôtes et de nouveaux habitats (DIXON 1998, BRAENDLE *et al.* 2006, BRISSON 2010).

Les modifications de la photopériode et de la température jouent un rôle majeur dans la détermination du sexe des pucerons. Selon la saison, ils se reproduisent soit par voie sexuée, soit par voie asexuée. Par exemple, la durée du jour et la basse température sont nécessaires à la production de générations sexuelles.

1.5. Facteurs déterminant la production de différentes formes

Pour qu'un puceron progresse d'un stade de son cycle de vie à un autre, ou pour échapper à des conditions environnementales défavorables, il doit répondre à des signaux environnementaux, soit pour produire une progéniture d'une forme particulière, soit pour que les nymphes du début se développent en une forme spécifique.

1.5.1. Détermination des formes sexuées

Les mâles et les ovipares des régions tempérées apparaissent de manière caractéristique en automne. Cependant, dans le cas des pucerons hétéroéciques, des formes ailées asexuées sont produites à ce moment sur les hôtes secondaires et retournent vers l'hôte primaire, où elles produisent soit des ovipares uniquement, soit des ovipares et des mâles. Ceux qui ne produisent que des ovipares sont appelés gynopares et ceux qui produisent les deux sexes (i.e. chez les Pemphiginae, Hormaphidinae et Anoeciinae) sont appelés sexupares. C'est-à-dire qu'ils apparaissent en automne et donnent naissance aux formes sexuées et, par conséquent, bien qu'asexués, sont inclus dans cette section (HARDIE, 2017). Selon le dernier auteur cité, le passage de la reproduction parthénogénétique à la production des formes sexuées est déterminé par un certain nombre de facteurs environnementaux et génétiques (intrinsèques) qui sont similaires pour les espèces hétéroéciques et monoéciques. Dès le

milieu des années 1800, on savait que, dans des conditions favorables, les pucerons pouvaient continuer indéfiniment à se reproduire parthénogénétiquement. Cela a conduit à la conclusion que des facteurs environnementaux étaient impliqués dans la production de formes sexuées.

1.5.2. Facteurs climatiques

MARCOVITCH (1923, 1924, cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017) a démontré pour la première fois que la photopériode était importante dans l'induction des sexuées, suggérant que des journées courtes étaient associées à leur production. Les pucerons ont été les premiers animaux à réagir à la longueur du jour, peu après que le photopériodisme ait été démontré chez les plantes (GARNER et ALLARD, 1920 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017). La formation des sexupares est conditionnée par la durée de la période nocturne qui doit dépasser douze heures (LEES, 1964 cité par AROUN, 1985). Ce dernier auteur a démontré que le stimulus pour la production des sexuées était en fait la durée de la période d'obscurité, plutôt que la durée de la phase de lumière. La température est également un facteur important dans l'apparition des formes sexuées. Ces dernières sont produites pendant des nuits plus courtes (jours plus longs) à des températures plus basses (DIXON et GLEN, 1971)

1.5.3. Facteurs intrinsèques

Lorsque les pucerons sortent des œufs au printemps, les conditions que connaissent les premières générations en termes de longueur de jour et de température peuvent être similaires à celles que connaissent les pucerons en automne. Cependant, il a été démontré qu'un "temporisateur d'intervalle" intrinsèque retarde la production des sexuées (BONNEMAISON, 1951 ; LEES, 1961 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017). Par exemple, les descendants de *M. viciae* fondatrices ne produisent pas des formes sexuées pendant 80-90 jours, même lorsqu'ils sont élevés dans des conditions optimales à leurs productions (LEES, 1960 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017).

DIXON (1998), la proportion des sexuées produites à chaque génération augmente progressivement chez *Eucallipterus tiliae* (puceron du limettier) et *Drepanosiphum platanoidis* (puceron du sycomore), même lorsque les conditions environnementales sont maintenues constantes.

1.6. Détermination des formes ailées asexuées

La détermination des ailés est associée à l'encombrement qui résulte de l'effet du groupe et à l'état nutritionnel des plantes. La signification adaptative de ce phénomène est claire, car dans l'une ou l'autre de ces conditions, la production des formes ailées augmenterait

probablement les chances de survie des clones, car elle facilite la fuite des ressources pauvres ou épuisées.

1.7. Effet du groupe ou la foule

WADLEY (1923 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017) a été le premier à démontrer expérimentalement que la surpopulation était associée à la production des ailées. Le stimulus semble être le contact physique (stimulations tactiles) entre les différents pucerons. Une série d'expériences menées dans les années 1960 a montré que les formes ailées pouvaient être survenir non seulement en forçant les pucerons à entrer en contact les uns avec les autres, mais aussi par une série de stimulus physiques, notamment le contact de l'abdomen avec un objet inerte (LEES, 1967 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017). Cependant, toutes les espèces de pucerons ne réagissent pas de cette manière, ou du moins n'ont pas le même degré de sensibilité à ces stimuli. Des expériences avec *Myzus persicae* montrent que cette espèce n'augmente pas toujours la production des ailées en réponse à la promiscuité (WILLIAMS et al., 2000). MULLER et al. (2001) ont émis l'hypothèse que cela pourrait être dû au fait que les espèces non grégaires telles que *Myzus persicae* sont moins sensibles au stimulus de l'encombrement que les espèces plus grégaires telles que *Aphis fabae* et les pucerons des céréales. Cela peut s'expliquer par le fait que, pour les espèces moins grégaires, le stimulus de l'entassement est rarement présent dans la nature.

1.8. Alimentation

La qualité nutritionnelle d'une plante a toujours été associée à la production des formes ailées (par exemple WADLEY, 1923 ; BONNEMAISON, 1951 ; DIXON et GLEN, 1971), en effet certains stades physiologiques de la plante hôte (stade de floraison ou de sénescence des feuilles par exemple) peuvent ralentir la formation des ailées. Certaines variétés favorisent plus que d'autres la formation des ailées. Les températures basses favorisent la formation des pucerons ailés (DEDRYVER, 1982).

1.9. Ennemis naturels

Les pucerons augmentent la production des ailées lorsqu'ils sont attaqués par des coléoptères prédateurs. Cela a été observé chez *Acyrtosiphon pisum* lorsqu'il était attaqué par des coccinelles (DIXON et AGARWALA, 1999 ; WEISSER et al., 1999), mais pas lorsque deux autres espèces de pucerons, *Aphis fabae* et *Megoura viciae*, étaient attaquées par la même espèce prédatrice. Cela est probablement dû au fait que ces pucerons ont développé d'autres mécanismes qui réduisent leur vulnérabilité aux prédateurs. Par exemple, *Aphis fabae*

est fréquemment fréquenté par les fourmis, et les deux espèces sont désagréables pour les ennemis naturels (HARDIE, observations personnelles).

Bien qu'il n'y ait aucune preuve que les pucerons augmentent la production des ailées lorsqu'ils sont attaqués par les parasitoïdes.

1.10. Polymorphisme des couleurs

La couleur des pucerons peut être due à des tissus internes pigmentés, à la pigmentation ou à la sclérotisation de la cuticule ou à des exsudats cireux comme ceux de *Brevicoryne brassicae*. La couleur est fixée génétiquement, parfois déclenchée par l'environnement qui est généralement réversible si les conditions reviennent à leur état antérieur. La température et la saison sont parfois associées aux changements de couleur des pucerons. Par exemple, le très polymorphe *Aphis gossypii* est vert pâle à 25°C et vert foncé ou brun foncé à 12°C. De même, *Drepanosiphum platanoidis* développe des bandes dorsales pigmentées foncées sur son abdomen lorsqu'il est élevé à basse température et des formes rouges se développent à haute température. Bien que cette situation soit tempérée par des facteurs génétiques, car les descendants des fondatrices sont verts indépendamment de la température, l'influence de la température ne se manifeste que dans les générations suivantes (DIXON, 1972).

1.11. Dégâts des pucerons

Les blessures causées par les pucerons dus aux prélèvements de sève provoquent des perturbations dans la physiologie de la plante hôte qui peuvent, à leur tour, causer des dommages à la plante c'est-à-dire ; ralentissement de la croissance du végétal, une réduction du poids des grains ou des fruits, une mauvaise fructification ou même un avortement des fruits. Dans certains cas, les pucerons peuvent provoquer des symptômes (soulignés par des lignes pointillées) qui peuvent servir d'indicateurs diagnostiques d'un dysfonctionnement physiologique. Cependant, il est possible que des pertes de rendement et d'autres dommages se produisent même en l'absence de symptômes évidents. Chaque processus décrit dans le diagramme (Fig.8) peut contribuer à l'élaboration de toutes les étapes ultérieures de la progression de la maladie (GOGGIN et *al.* cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017).

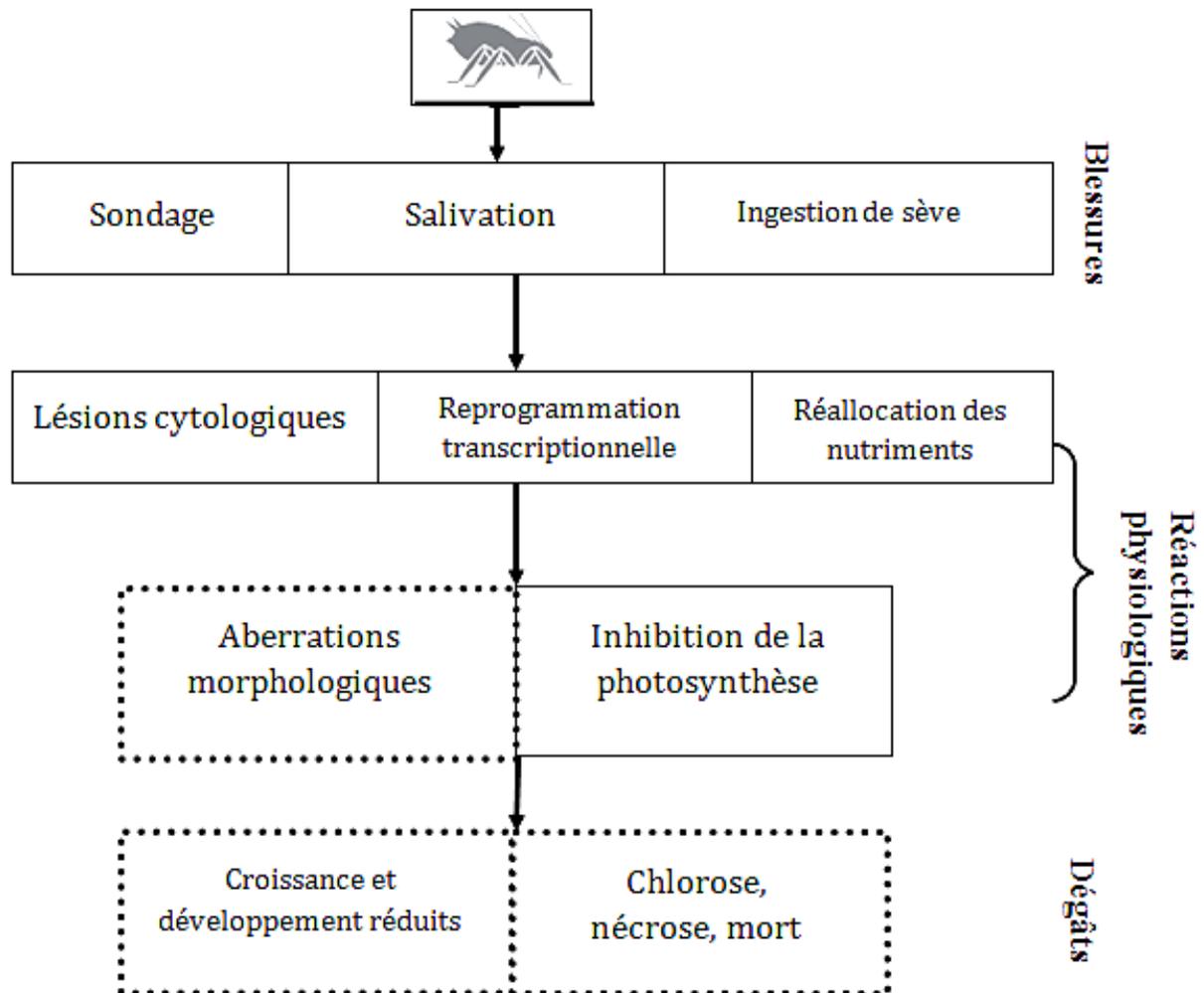


Figure 8 – Impact des aphides sur les plantes hôtes (GOGGIN et *al.* cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017) modifié.

Aberrations morphologiques : entre-nœuds courts, changement de couleur, déformations, chancres, galles, etc....

Le prélèvement de la sève provoque également un affaiblissement de la plante en induisant un déséquilibre métabolique qui fait courber les feuilles, et dans les cas extrêmes entraîne la perte de ces feuilles (WILLT et VILCINSKAS, 2015).

Les pucerons sont capables d'atteindre les faisceaux criblés du phloème par leurs pièces buccales et rejettent par l'anus l'excès de la sève sucrée de la plante sous forme de substance très riche en sucres appelée miellat. Cette dernière recouvre une partie des feuilles et favorise le développement des champignons saprophytes provoquant des fumagines. Selon LEROY et *al.*, (2009), les feuilles recouvertes du miellat n'ont plus la capacité de capter la lumière. Ces

perturbations de la photosynthèse jouent probablement un rôle majeur dans les pertes de rendement et contribuent au développement des symptômes. La chlorose, par exemple, résulte de la perte de chlorophylle (F.L. GOGGIN *et al.* cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017). Tout cela entraîne une diminution des rendements voire la mort des plantes (SIMPSON *et al.*, 2012).

Plus de 4400 espèces de pucerons ont été décrites (VILCINSKAS, 2016) et parmi celles-ci, plus de 270 auraient transmis des virus végétaux (NAULT, 1997), de nombreuses espèces étant capables de transmettre plus de un virus (HULL, 2002). La majorité des vecteurs de pucerons signalés appartiennent aux genres *Myzus*, *Aphis*, *Acyrtosiphon* et *Macrosiphon* de la sous-famille des Aphidinae (KENNEDY *et al.*, 1962 cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017).

1.12. Lutte contre les pucerons

Il est nécessaire de contrôler les populations de pucerons afin d'éviter les dégâts et les pertes économiques. Deux principales stratégies de lutte sont utilisées en fonction des types de dégâts rencontrés à savoir : lutte chimique, et la lutte biologique. Les moyens préventifs restent d'une grande importance, la rotation culturale, par exemple aide à déstabiliser le microclimat favorable à la pullulation des pucerons, l'élimination des résidus des précédents culturaux ainsi que les plantes spontanées qui constituent un réservoir pour les pucerons ailés. L'aménagement des abords des parcelles en faveur des auxiliaires, car l'utilisation de plantes de service (i.e. plantes qui apportent du nectar ou du pollen aux auxiliaires en phase adulte) pourrait augmenter la diversité d'auxiliaires au sein des cultures peut être un bon recours pour améliorer le contrôle des ravageurs, pucerons et thrips (MINET, 2018). La surveillance de l'abondance des espèces de pucerons (surtout celles qui sont vectrices de virus) peut conduire directement à décisions de contrôle, à condition que le seuil économique dans la culture et leur relation avec les données de surveillance soit connues. Dans les cultures de semences où les pucerons sont importants en tant que vecteurs de virus, toute activité des pucerons peut être inacceptable pendant les stades sensibles de la croissance des cultures. Ainsi, dès l'apparition des pucerons, une lutte est nécessaire, et donc la simple surveillance de la présence peut fournir un retour immédiat (HARRINGTON et HULL cité par VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017).

1.13. Lutte chimique

Les pucerons sont des cibles importantes pour des insecticides et contribuer à la poursuite de la recherche de nouveaux composés aux modes d'action inédits et des profils

environnementaux favorables. Le marché mondial était dominé par les organophosphorés (OP) et les carbamates (VAN EMDEN et HARRINGTON, 2017) change vers une dépendance accrue aux pyréthriinoïdes et, plus récemment, les néonicotinoïdes. Dans le passé Depuis 13 ans, ces changements se sont poursuivis à un rythme soutenu. Dans de nombreux pays, la plupart des organophosphorés (OP) et des carbamates ont devienent obsolètes ou sont éliminés progressivement en conséquence de leur profil toxicologique. Les néonicotinoïdes, en raison de leur efficacité et de leur polyvalence exceptionnelle, ont continué à gagner en popularité et ont été rejoints par une série de nouvelles molécules avec des propriétés et/ou des modes d'action distincts. Le carbamoyltriazone, le triazamate, un excellent aphicide en raison de son caractère systémique et de sa translocation vers le bas dans les plantes (DEWAR et *al.*, 1994), avait une période d'utilisation avant son retrait pour des raisons de protection de l'environnement d'où l'importance de choisir des produits spécifiques, et de bien étudiées les doses (BAYOUN et *al.*, 1995). La période d'utilisation des aphicides est très importante, elle est en relation avec la rapidité de développement des pucerons et les conditions climatiques (BONNEMAISON, 1962). En hiver son application a pour but de détruire des œufs d'hiver ou des virginipares hivernantes. Le nombre d'application varie selon les saisons, au printemps par exemple il est nécessaire d'intervenir rapidement des l'apparition des colonies car c'est le moment ou les fondatrices vont donner plusieurs générations de fondatirgènes.

1.14. Lutte biologique

Les ennemis naturels des pucerons appartiennent à divers groupes taxonomiques, des champignons entomopathogènes aux parasitoïdes, et comprennent des prédateurs généralistes et spécialisés. Chaque type d'antagoniste peut être caractérisé par des traits fonctionnels qui conditionnent son efficacité et son utilisation potentielle (SYNDER et IVES, 2003)

Les parasitoïdes sont largement utilisés dans la lutte biologique, ce sont des koinobiontes, c'est-à-dire ils maintiennent leurs hôtes en vie pendant le développement larvaire (BOIVIN et *al.*, 2012). Les Aphidiinae sont une sous-famille des Braconidae (Hyménoptères), spécialisée dans le parasitisme des pucerons et dont plus de 400 espèces, dont certaines sont commercialisés pour la lutte biologique (BOIVIN et *al.*, 2012). Les Aphelinidae (Hymenoptera : Chalcidoidea), également spécialisée pour les pucerons, comprennent près de 1000 espèces (STARY, 1988). Dans les Diptères, le genre *Endaphis* (Cecidomyiidae) comprend six espèces de parasitoïdes, dont *Endaphis fugitiva*, qui est une intéressante possibilité de contrôler le puceron du bananier, *Pentalonia nigronervosa* (MURATORI et *al.*, 2009). Parce qu'ils éliminent directement leurs proies, les prédateurs

exercent une pression plus directe sur la population des proies que les parasitoïdes. Les prédateurs des pucerons appartiennent à de nombreux groupes taxonomiques (BELL et *al.*, 2008), caractérisé par des modes de vie et l'exploitation de différentes niches dans l'espace ou dans le temps. Les coccinelles représentent souvent l'image de la lutte biologique auprès du public. Plusieurs prédateurs sont commercialisés et de plus en plus utilisés pour lutter contre les pucerons, notamment dans les serres. En Algérie les espèces *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata* présentent une large plasticité écologique, elles jouent toujours les premiers rôles grâce à leur présence sur les Poaceae, les Fabaceae et les Asteraceae (SAHARAOU, 2017).

La coccinelle *Adalia bipunctata* est communément associée aux arbres et peut être un ennemi naturel important des pucerons ravageurs dans les vergers. Lors d'expériences de terrain en cage en Suisse, les lâchers d'*Adalia bipunctata* ont donné de meilleurs résultats contre *Dysaphis plantaginea* sur les pommes que les lâchers d'*Aphidoletes aphidimyza* et de *Episyrphus balteatus*, en partie parce que *Adalia bipunctata* était moins affecté par les premiers froids (WYSS et *al.*, 1999). Lorsqu'ils sont testés ensemble, *Adalia bipunctata* et *Episyrphus balteatus* a montré un effet additif, et a réduit la densité de pucerons de 95%.

Récemment en Égypte, les populations de *Myzus persicae* et d'*Aphis gossypii* ont été réduites de 79 %, 80 % et 89 % sur des cantaloups 3 semaines après le lâcher de 3, 5 et 7 larves/plantes respectivement de *Chrysoperla carnea*. (YOUNES et *al.*, 2013). Le champignon *Beauveria bassiana* s'est révélé efficace contre une large gamme d'espèces de pucerons trouvées dans les serres, comme cela a été récemment signalé pour *Aphis craccivora* (MAKETON et *al.*, 2013), *Aphis gossypii* (VU et *al.*, 2007), *Aphis solani* (JANDRICIC et *al.*, 2014) et *Myzus persicae* (VU et *al.*, 2007 ; KHAN et *al.*, 2012). JANDRICIC et *al.* (2014) ont identifié plusieurs isolats de *Beauveria* et *Metarhizium* spp tout aussi virulents, voire plus, que certaines souches commerciales (Naturalis® et MET52®).

La méthode push-pull («pousser-tirer»), inventée par le DR. Zeyaur Rahman KHAN¹, Paraît offrir de grandes possibilités de lutte contre les pucerons. C'est une technique écologique améliorant la production de maïs et la fertilité des sols. Cette technique est utilisée pour manipuler le comportement des pucerons présents sur les cultures d'intérêt agronomiques sous la forme d'un détournement sémio chimique impliquant un sacrifice ou une perte de valeur plante car les pucerons seront simultanément face à deux stimulus (KHAN

¹ DR. Zeyaur Rahman KHAN, entomologiste indien <http://www.push-pull.net/khan.htm>

et *al.* 2016). Le premier (« Push ») vise à éloigner les ravageurs de la culture principale. Le deuxième stimulus (« Pull ») attire les ennemis naturels en un refuge contre les pucerons.

1.15. Importance des coccinelles dans la régulation naturelle des aphides

Dans certaines familles de prédateurs de pucerons telles que les coccinelles, les larves et les adultes sont prédateurs, alors que dans d'autres familles (par exemple, les chrysopes et les syrphes), seules les larves sont prédatrices. Une attention particulière est accordée aux coccinelles, notamment les aphidophages.

1.15.1. Biologie générale

La plupart des espèces d'aphidophages pondent leurs œufs en groupes (MAJERUS, 1994 ; NEDVED et HONEK, 2012). La fécondité de toute une vie des coccinelles aphidophages varie considérablement en fonction de la température et du type de proie, même au sein d'une même espèce (PAPANIKOLAOU et *al.*, 2013) ; cela conduit à des estimations très différentes de la fécondité à vie. Par exemple, les rapports concernant *Adalia bipunctata* se nourrissant de pucerons donnent des fécondités à vie comprises entre 39 et 1535 œufs/femelle (NEDVED et HONEK, 2012). Pour l'ensemble des espèces, on peut supposer sans risque une fourchette allant de moins de 100 à 2000 ou plus (données de NEDVED et HONEK, 2012). Conformément aux autres caractéristiques du cycle de vie, les coccinelles aphidophages se développent rapidement par rapport aux espèces coccidiphages, les pucerons constituant la proie la plus éphémère (DIXON et *al.*, 2011). Le temps de développement des coccinelles aphidophages est généralement de l'ordre de plusieurs semaines (un mois environ) (IPERTI, 1986). La période de développement peut même être influencée par la plante hôte du puceron. Par exemple, *Hippodamia variegata* a présentée un temps de développement variant entre 12,6 jours et 14,5 jours sur *Aphis gossypii* à partir de cinq plantes hôtes différentes (WU et *al.*, 2010). D'autres paramètres, notamment la mortalité et la taille des adultes, sont également influencés par la température d'élevage et le régime alimentaire (HODEK et EVANS, 2012 ; NEDVED et HONEK, 2012). Le nombre de générations par an est limité à une seule génération aux hautes latitudes, mais augmente à mesure que la latitude diminue vers les tropiques. Les coccinelles des régions tempérées font généralement une diapause en hiver (HODEK, 2012).

1.15.2. Spécificité des proies

Les espèces de coccinelles aphidophages varient considérablement en termes de spécificité des proies. Certaines coccinelles ne se nourrissent que d'un très petit nombre

d'espèces de pucerons : *Myzia oblongoguttata* se limite aux pucerons des conifères, et *Anisosticta novemdecimpunctata* se nourrit principalement de *Hyalopterus pruni* dans les roselières de *Phragmites* spp. En revanche, certaines coccinelles sont généralistes, comme *Adalia bipunctata* et *Coccinella septempunctata*, qui se nourrissent de centaines d'espèces de pucerons différentes (MAJERUS, 1994). Des relations complexes existent entre le régime alimentaire et l'habitat ; alors que les spécialistes du régime alimentaire peuvent se limiter à une ou quelques espèces végétales, certaines espèces spécialistes de l'habitat, comme la myrmécophile *Coccinella magnifica*, consomme de nombreuses espèces de pucerons différentes (SLOGGETT, 2008). Traditionnellement, les pucerons ont été divisés en "proies essentielles", qui favorisent la ponte et le développement, "proies alternatives", qui peuvent être consommées mais ne conviennent pas à la reproduction, et "proies rejetées", qui sont inacceptables (Fig. 9). En outre, il existe des cas transitoires où les espèces proies sont peu adaptées à la reproduction et sont donc difficiles à catégoriser (HODEK et EVANS, 2012). Beaucoup de proies sont acceptées, mais toxiques pour le prédateur entraînant parfois sa mort, quoiqu'ici aussi l'effet est variable et dépend de l'espèce de prédateur, de celle de la proie et de la plante nourricière de ce dernier. Ainsi l'*Aphis nerri* de l'oléandre est toxique pour beaucoup de coccinelles, mais non pour *Hippodamia variegata* Goeze (IPERTI, 1966). Les lauriers roses sont toxiques en raison des niveaux élevés de glycosides cardiaques cardénolides, en particulier l'oléandrine et la nériine. Les cardénolides sont ingérés par le puceron, séquestrés et excrétés dans le miellat (MALCOLM, 1990).

La majorité des coccinelles aphidophages considérées comme importantes pour la lutte biologique sont des généralistes ; mais leur tendance à se déplacer entre les espèces proies et les habitats peut limiter leur utilité (SLOGGETT et al., 2008) et peut entraîner des effets non intentionnels non ciblés (EVANS et al., 2011). En particulier, l'introduction de coccinelles exotiques dans de nouvelles régions géographiques pour la lutte contre les pucerons peut avoir entraîné un déclin des espèces indigènes, par le biais de la compétition et/ou de la prédation au sein de la guildes (EVANS et al., 2011).

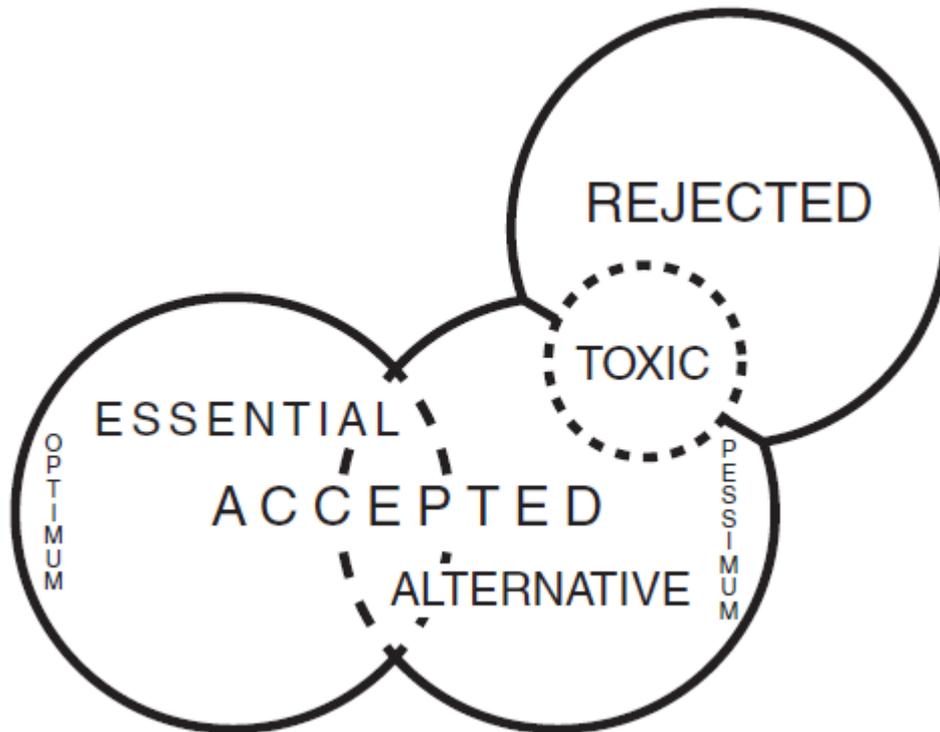


Figure 9 - Types d'aptitude physiologique des aliments des coccinelles (modifié par HODEK 1996).

1.15.3. Nourriture de substitution

Bien que les pucerons constituent le régime alimentaire principal des coccinelles aphidiphages, d'autres aliments peuvent constituer une part importante de leur alimentation. Il s'agit notamment d'autres Sternorryhncha, d'autres insectes dont les lépidoptères, des spores fongiques et du matériel végétal, en particulier des fruits et du pollen (HODEK et EVANS, 2012). Les adultes de ces espèces survivent souvent pendant de longues périodes grâce à des proies alternatives ou des sources de nourriture supplémentaires, même si ces ressources sont insuffisantes pour assurer leur reproduction. De nombreuses coccinelles aphidophages utilisent ces aliments de substitution, ainsi que d'autres proies de pucerons, pendant les périodes où les proies essentielles des pucerons sont rares, comme au début du printemps ou à la fin de l'été dans les régions tempérées (HODEK et EVANS, 2012).

1.16. Facteurs déterminant la présence ou l'absence d'une espèce de coccinelles dans un habitat

Nous présentons ici ces facteurs dans l'ordre de leur importance qui est la proie, la plante hôte, le microclimat et le paysage.

1.16.1. Disponibilité des proies

La disponibilité des proies est le principal facteur qui rassemble les assemblages de Coccinellidae; les adultes recherchent des proies non seulement pour leur propre bien-être mais aussi comme ressource pour leur progéniture. La densité minimale des proies capables d'attirer des *Coccinella septempunctata* adultes est inférieure à 10 pucerons par mètre carré (HONEK, 1980) et l'immigration peut se faire simultanément avec celle des pucerons (AREFIN et IVLIEV, 1988). A ce seuil de faible densité de proies, les Coccinelles peuvent tout juste capturer entre les coccinelles et leurs proies, c'est ainsi des proies suffisamment importantes pour maintenir leur poids (FRAZER et GILBERT, 1976). Une partie de la population adulte quittera le site mais sera remplacée par de nouveaux immigrants (IVES, 1981). Les taux d'immigration et d'émigration dépendent de la fréquence des rencontres qu'apparaît une corrélation positive entre l'abondance des pucerons et des coccinelles. Cependant, l'augmentation parallèle de l'abondance des pucerons et des coccinelles varient selon les espèces de coccinelles.

1.16.2. Plante hôte

La proie des coccinelles est toujours rencontrée sur sa plante hôte. Les plantes, seules ou en interaction avec les proies, sont des sources de signaux chimiques qui attirent les coccinelles adultes grâce à leur capacités sensorielles (HATANO et *al.*, 2009). Contrairement aux adultes, les larves détectent les odeurs des pucerons plutôt que celles de la plante hôte. Cela peut les aider à trouver des proies à la surface de la plante hôte, ce qui est important par rapport à la taille et aux capacités de mouvement des larves. La recherche par *Adalia bipunctata* a augmenté en réponse à l'odeur de pucerons écrasés, une odeur composée principalement de phéromone d'alarme des pucerons (E) - β - farnesene (HEMPTINNE et *al.* 2000). La présence de larves indique qu'une plante hôte convient aux coccinelles.

Parmi les caractéristiques des plantes en corrélation avec la présence d'espèces particulières de coccinelles, la plus évidente est la taille ou l'architecture de la plante. Il est bien établi que certaines espèces de coccinelles se trouvent principalement dans des peuplements herbacés, tandis que d'autres préfèrent les arbustes ou les arbres. Les différences de préférence des coccinelles pour le type de plante persistent même lorsque les plantes hôtes sont peuplées par la même espèce de puceron (IPERTI, 1966).

La coexistence de plusieurs espèces de coccinelles sur la même plante hôte est facilitée par le fait qu'elles occupent différentes strates horizontales au sein du peuplement végétal.

1.16.3. Microclimat

Les effets du microclimat sont évidemment associés à la densité et à la structure des plantes hôtes. Il est donc difficile de distinguer l'effet des deux, et l'importance des effets microclimatiques est donc souvent sous-estimée. La proportion du temps passé dans les vols, la recherche de pucerons et le temps de manipulation pour les manger ont été positivement corrélés avec la température. Pour la nymphose, les larves choisissent des sites exposés au rayonnement solaire, et se nymphosent dans des positions qui optimisent le réchauffement du corps (SAKURATANI et *al.* 1991). L'impact du microclimat sur la distribution des adultes et des larves de coccinelles dans les céréales a été démontré par HONEK (1979, 1982). La densité des cultures céréalières par exemple peut varier considérablement, ce qui influe sur les températures de surface des plantes, de l'air et du sol ainsi que sur l'humidité. Les jours du mois de juin, la différence de température entre les sites les plus frais et les plus chauds des cultures céréalières peut atteindre 17°C. Les adultes *Coccinella septempunctata* et *Coccinella quinquepunctata* préféraient les zones clairsemées et bien isolées avec un microclimat chaud, tandis que *Propylea quatuordecimpunctata* était moins difficile et tolérait les zones denses avec un microclimat plus frais. Les préférences pour un microclimat particulier peuvent être influencées par les mouvements quotidiens des coccinelles sur les plantes.

1.16.4. Paysage

L'effet des espèces végétales exotiques a d'abord été démontré comme une influence d'autres plantes mélangées dans le peuplement de la plante hôte de la proie. Les coccinelles bénéficient fréquemment de la diversification créée par la plantation de différentes espèces de plantes cultivées. L'intérêt croissant pour la conservation de la nature a fait apparaître clairement que la fragmentation de l'habitat, la taille des fragments et leur éloignement les uns des autres peuvent affecter l'abondance des coccinelles (HONEK, 2012).

Chapitre II

Chapitre II – Méthodologie

Après la description des stations, les différentes étapes des techniques adoptées, d'une part sur le terrain et d'autre part au laboratoire sont exposées. Les méthodes utilisées pour l'exploitation des résultats obtenus comprennent des indices écologiques et des analyses statistiques.

2.1. - Présentation des régions d'étude

Deux types de biotopes sont retenus, soit ceux de la station ornementale de l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach, un milieu suburbain dans la région d'Alger, et un milieu agricole dans la commune de Mouzaia dans la région de Blida. Parmi l'ensemble des plantations présentes à Mouzaia, trois parcelles sont retenues, soit un verger de pêcher, un autre de poiriers et une parcelle de blé dur. Notre travail a été effectué du 09 Mars 2017, jusqu'au 30 Juin 2018.

2.1.1. - Situation géographique de la région d'Alger

La région d'Alger est représentée par le plateau de Hacén Badi (ex : Belfort) de la commune d'El Harrach qui fait partie en même temps de la Mitidja orientale et du sahel algérois, où s'est déroulée une partie de notre étude, elle est située 14 km à l'est d'Alger (36°43'N ; 3°08E). Deux stations (site expérimental) de la région d'Alger ont été choisies au cours de la présente étude :

2.1.1.1. Station ornementale de l'école nationale supérieure agronomique d'El Harrach (ENSA)

Cette station est un milieu suburbain comprenant plusieurs strates, elle appartient au plateau de Hacén Badi (ex : Belfort). Ce dernier est limité au nord par Cinq maisons et la cité des Dunes, au sud par Oued- Smar, à l'est par les agglomérations d'El Alia (cité Makoudi), et à l'ouest par Oued El Harrach. Cette station présente un avantage particulier d'être occupée par des départements pédagogiques dispersés et alternés avec des formations végétales non polluées par les intrants chimiques, les arbustes d'ornements se trouvent présentes sur plusieurs allées qui sont bordées des haies de *Pittosporum tobira*, (Pittosporaceae), de *Salpichroa origanifolia* (Lam.) Baill.1888 (Solanaceae), quelques pieds de Laurier rose *Nerium oleander* L., (Apocynaceae), et la plante grimpante ligneuse *Rosa* spp, (Rosaceae). La partie Nord est une pelouse qui comporte quelques arbres feuillus d'ornement tel que le Chêne *Quercus* sp (Fagaceae) (Fig.11).

2.1.1.2. Cité universitaire Bouraoui Amar (CUBA)

Cette deuxième station est un milieu suburbain adjacent à la station de l'école nationale supérieure agronomique, limitée au nord par l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme E.P.A.U, au sud par les agglomérations de Beaulieu, à l'est par la ferme expérimentale de l'école nationale supérieure d'agronomie et l'institut national des sols, de l'irrigation et drainage I.N.S.I.D. (Fig. 10). Elle est composée de plusieurs pavillons dispersés et alternés avec des haies composites de *Pittosporum tobira*, (*Pittosporaceae*), on y trouve végétaux d'ornements tels que : *Lantana camara*, *Ficus retusa* et *Nerium oleander* (Fig. 11). La proximité de la Méditerranée adoucit l'atmosphère permettant des conditions favorables pour l'installation d'une grande diversité des plantes.

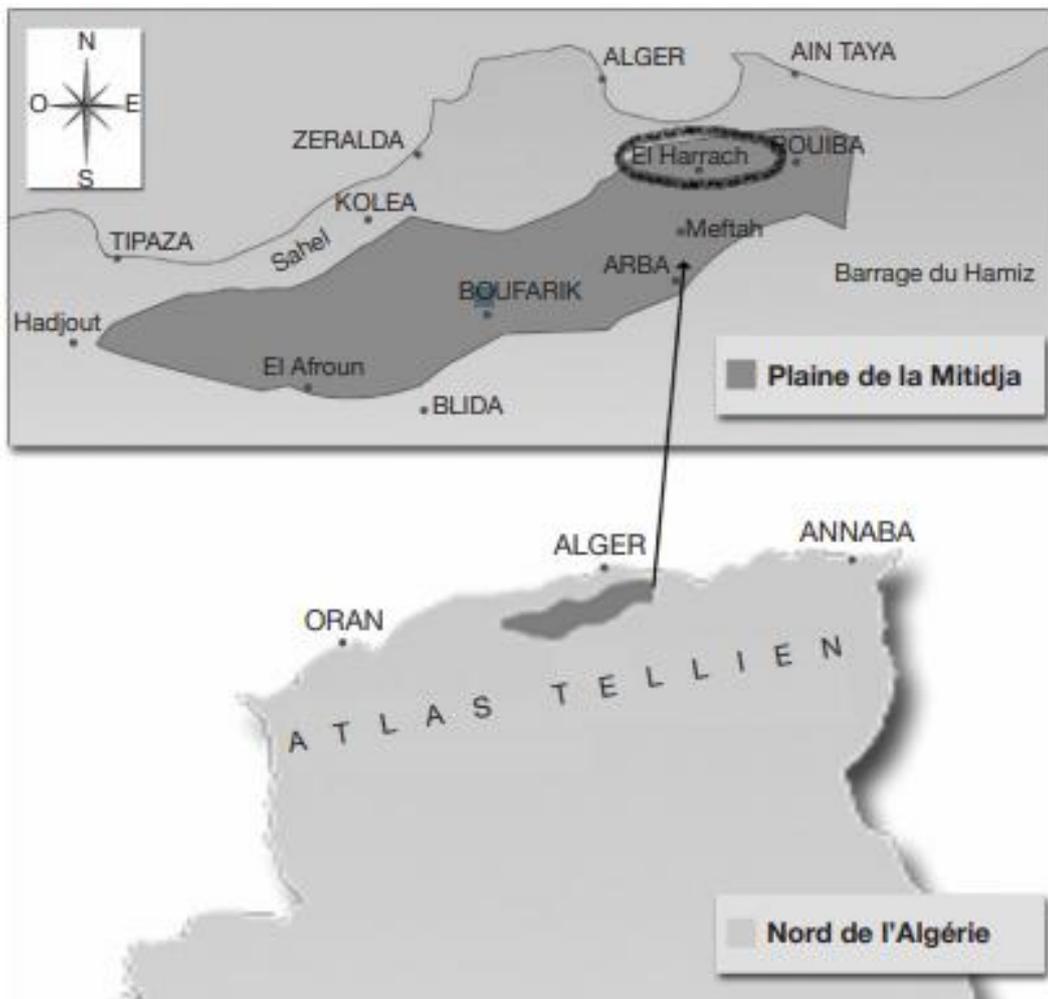


Figure 10 - Localisation de la région d'El Harrach, Alger (DRIDI et ZEMMOURI 2012, modifiée).

2.2 - Caractéristiques climatiques de la région d'Alger

Les caractéristiques climatiques de la région d'étude, concernent les variations mensuelles des températures, des précipitations et de l'hygrométrie.

2.2.1. Température

La température est un facteur climatique d'importance fondamentale. En effet, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, et conditionne la répartition de la totalité des espèces dans la biosphère (RAMADE, 2009). Les températures enregistrées durant les années 2017, 2018 pour la région d'Alger se retrouvent dans le tableau 1.

Tableau 1 – Températures mensuelles minimales, maximales et moyennes enregistrées à Alger durant l'année : 2017 et 2018.

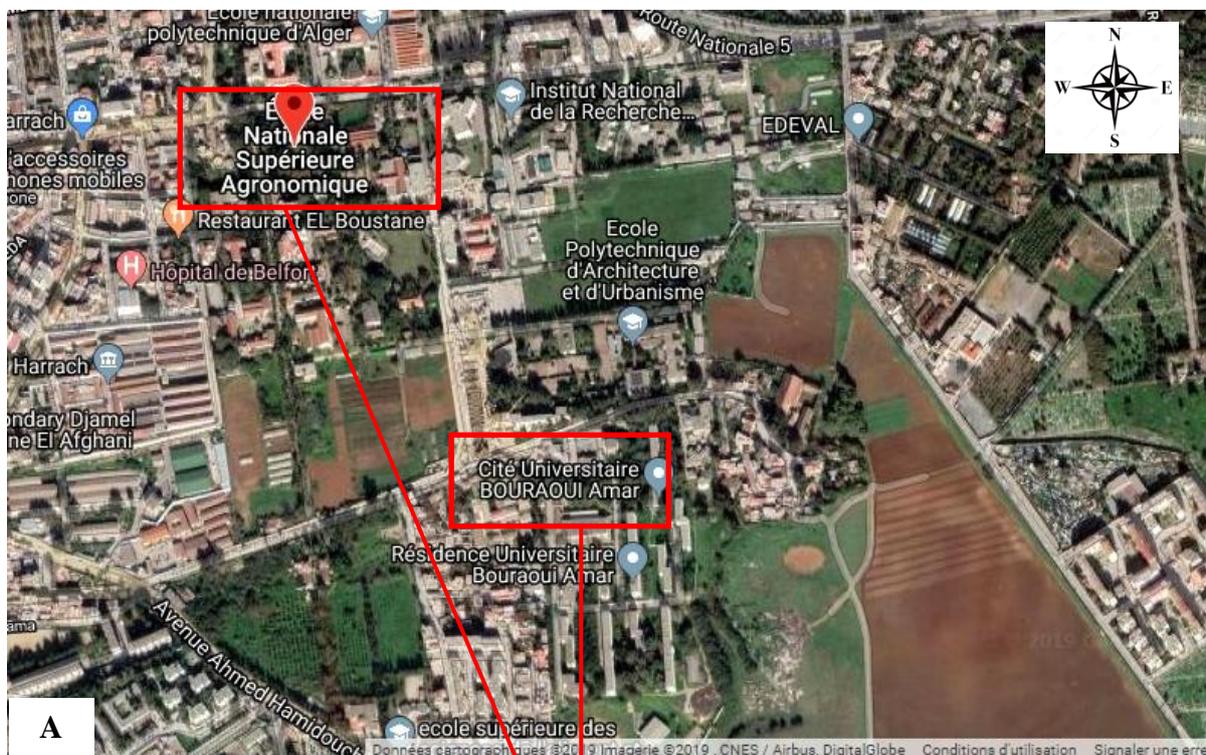
Année	2017											
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
m. (°C.)	10,9	14,1	14,3	15,6	18,4	21,9	24,5	25,4	22,5	19,3	15,3	12
M. (°C.)	15	17,5	18,8	19,3	21,9	25,3	28,3	29,1	26,1	23,1	19,5	16,2
(M+m)/2	12,95	15,8	16,55	17,45	20,15	23,6	26,4	27,25	24,3	21,2	17,4	14,1
Année	2018											
m. (°C.)	12,6	10,4	13,8	15	16,7	20,5	24,6	24,8	23	18,8	15,8	13,8
M. (°C.)	16,9	14,9	18,7	19,6	20,2	24,2	28,3	27,8	26,5	23,2	20,4	17,9
(M+m)/2	14,8	12,7	16,25	17,3	18,45	22,4	26,5	26,3	24,8	21	18,1	15,9

m : Températures minima (TUTTIEMPO 2017 et 2018)

M : Températures maxima

(M+m)/2 : Températures moyennes

On relève que le mois le plus froid durant l'année 2017 est janvier avec une température moyenne de 12,95 °C et le mois le plus chaud est août avec une température moyenne de 27,25°C. (Tab. 1). Il est à rappeler que la région d'Alger se situe au bord de la mer et bénéficie d'un climat adouci par la proximité de la Méditerranée. Alors que pour l'année 2018, les valeurs les plus élevées de la température moyenne mensuelle sont enregistrées en juillet (26,5 °C) et août (26,3°C). Les mois les plus froids sont janvier (14,8 °C) et février (12,7 °C).



Fragon piquant *Ruscus aculeatus* (Plantae - Asparagaceae)



Pittosporum du japon *Pittosporum tobira* (Plantae - Pittosporaceae)



Camara commun *Lantana camara* (Plantae - Verbenaceae).



Pittosporum du japon *Pittosporum tobira* (Plantae - Pittosporaceae).



Muguet des pampas *Salpichroa organifolia* (Plantae - Solanaceae).



Laurier-rose *Nerium oleander* (Plantae - Apocynaceae)

B

Figure 11- Localisation des stations (ornementales) de la région d'Algiers (A : vue satellitaire ; B : les différents plantes recensées dans les deux stations d'étude) (Originale).

2.2.2. – Pluviométrie

La pluviométrie comme la température intervient comme facteur écologique d'importance fondamentale dans le fonctionnement et la répartition des écosystèmes. Les précipitations mensuelles de la région d'Alger pour les années 2017 et 2018 sont rassemblées dans le tableau 2.

Tableau 2 - Précipitations mensuelles enregistrées à Alger durant l'année : 2017 et 2018.

Année	2017												
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P (mm)	257,04	16	55,9	21,3	8,38	4,58	0,51	2,28	35,1	16	201,67	157,74	776,47
Année	2018												
P (mm)	53,32	145,5	132	102	39,9	40,1	0	0	12,9	62,74	94,49	37,09	720,01

P (mm) : Précipitations en mm

(TUTTIEMPO 2017, 2018)

Les données du tableau 2 montrent que les précipitations varient en fonction des saisons et des années. L'année 2017 cumule 776,47 mm de précipitations dont les valeurs mensuelles les plus élevées sont enregistrées en janvier avec 257,04 mm et en novembre avec 201,67 mm, alors qu'en 2018, c'est les mois de février et novembre qui sont les plus pluvieux avec 145,5mm et 94,49 mm respectivement. Pendant la période estivale des deux années 2017 et 2018, les chutes de pluie sont rares ou inexistantes comme en juillet (P = 0,51 mm) (P= 0,0 mm) et en août (P = 2,28 mm) (P= 0,0 mm).

2.2.3. - Hygrométrie

L'envol des aphides peut être facilité ou inhibé par les taux d'hygrométrie. Les valeurs moyennes mensuelles de l'hygrométrie pour l'année 2017 et 2018 sont représentées dans le tableau 3.

Tableau 3 - Humidités relatives de l'air moyennes mensuelles en (%) de la région d'Alger pour les deux années 2017et 2018.

Année	2017													
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tot.	Moy.
H (%)	79,7	71,3	71,8	72,3	69,6	68,2	66	66,3	67	70,3	74,9	79,3	856,7	71,39
Année	2018													
H (%)	75,9	77	72,8	74,5	79,2	71,9	65,3	67,5	72,2	71,6	71,2	81,6	880,7	73,39

H % : Humidité relative de l'air en %.

(TUTTIEMPO 2017et 2018)

Les résultats du tableau 3 montre que le taux d'hygrométrie le plus élevé pour l'année 2017 est enregistré au mois de janvier avec une valeur de 79,7%, le plus faible au mois de

juillet avec une valeur de 66%. Alors que pour l'année 2018 le mois le plus humide est le mois de décembre (81,6%) et le mois le moins humide avec une valeur de 65,3% est celui de juillet. L'hygrométrie de l'air favorise avec la température, la propagation des maladies cryptogamiques.

2.2.4. Synthèse climatique

Pour réaliser la synthèse climatique, et déterminer l'étage bioclimatique d'une région, deux paramètres sont utilisés la température et la pluviométrie.

2.2.4.1. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de la région d'Alger pour l'année 2017 montre deux périodes sèches, la première dure un mois, elle va du mi- février au mi –mars, et la deuxième dure presque 7 mois allant de la fin mars à la mi-octobre et une période humide de quatre mois (Fig. 12a) Alors que le diagramme ombrothermique de l'année 2018 met en évidence une seule période sèche qui s'étale de la mi-juin au mois de septembre et une période humide de huit mois (Fig. 12b).

2.2. Climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet le classement des différents types de climat (DAJOZ, 1971). Établi initialement pour les régions méditerranéennes, cet indice a pour objet de donner un descripteur quantitatif du climat d'un biotope donné plus précis que les moyennes pluviométriques et thermiques (RAMADE, 2008). Le quotient pluviothermique d'Emberger est calculé grâce à la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 \times \frac{P}{M-m}$$

P : moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm

M : moyenne des températures maxima du mois le plus chaud

m : moyenne de températures minima du mois le plus froid

Le quotient pluviométrique Q2 de la région d'Alger calculé sur une période de dix ans entre 2007 et 2017 est égal à 87. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger, on observe que la région se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré (Fig. 16)

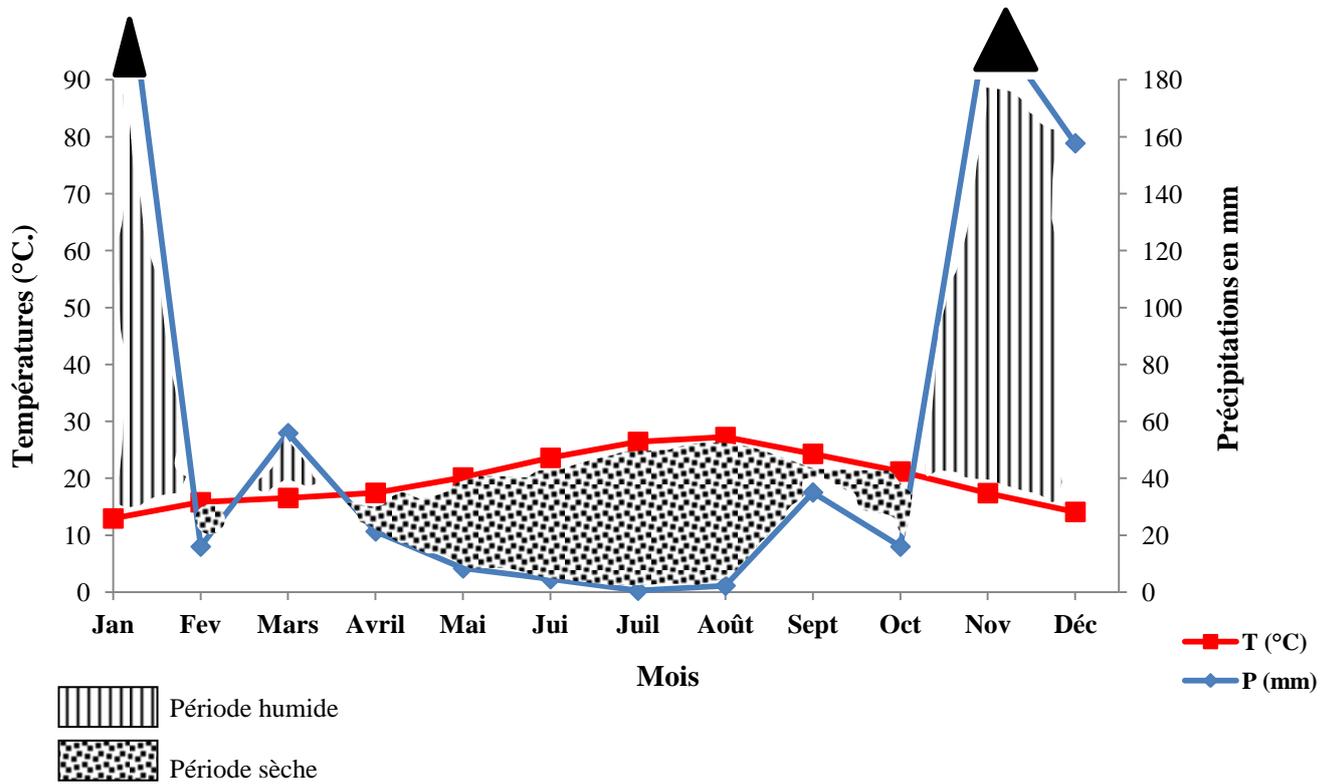


Figure 12 a- Diagramme ombrothermique de la région d'Algiers pour l'année 2017.

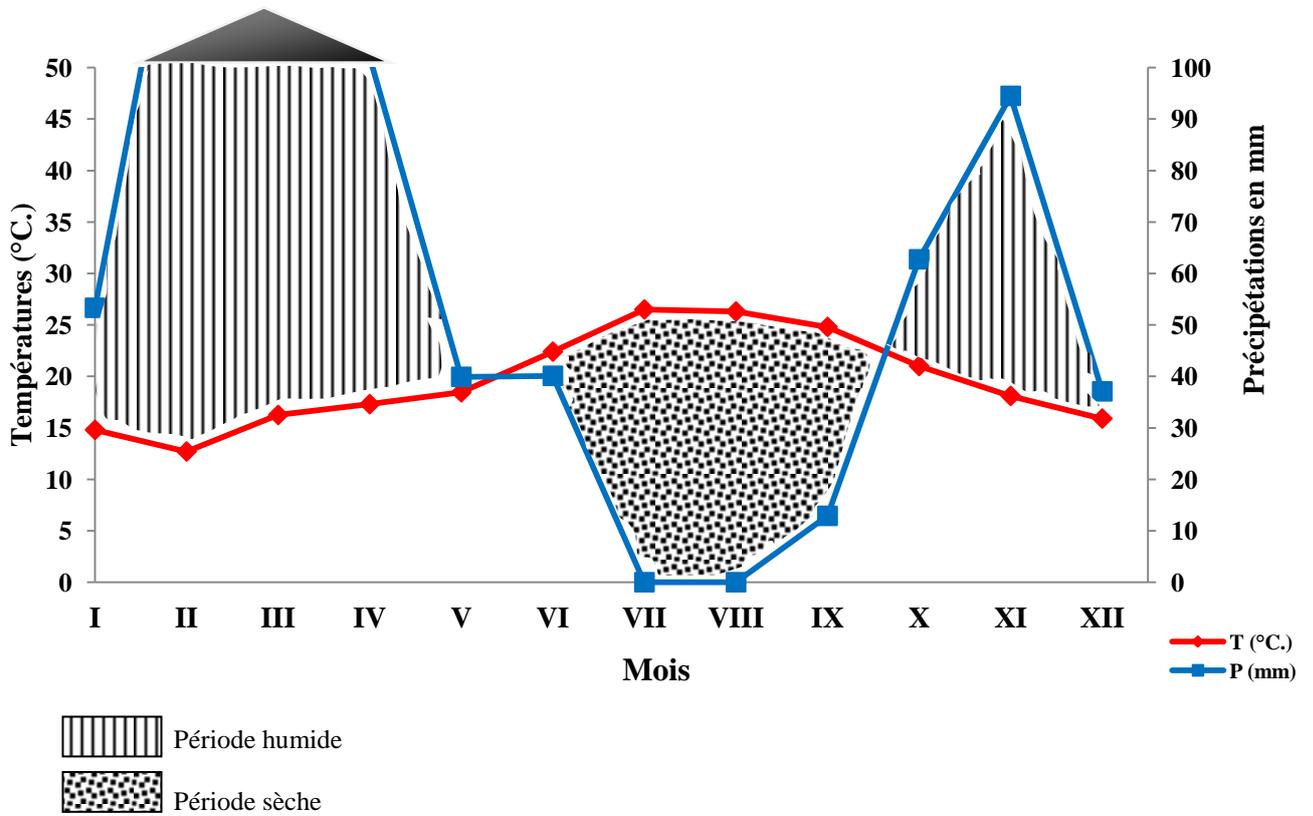


Figure 12 b- Diagramme Ombrothermique de la région d'Algiers pour l'année 2018.

2.3. - Situation géographique de la région de Blida

La région de Blida fait partie de la Mitidja occidentale, limitée au nord par la wilaya d'Alger, Boumerdes et Tipaza, au sud par la wilaya de Médéa, l'atlas de Chera qui constitue le cœur de l'atlas Blidéen, et les gorges de la chiffa, à l'est par la wilaya de Bouira, et à l'ouest par la wilaya de Aïn Defla. Cette région s'étend sur une superficie de 1478,62 Km². elle est située entre 36° 28' de latitude nord, et 2° 50' de longitude et à 270 m d'altitude au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen. Dans la région de Blida, l'échantillonnage des aphides et de leurs prédateurs naturels a été établi dans la station de Mouzaia au niveau des différentes cultures ; une station arboricole et une parcelle de grande culture (Fig. 13 et 14). Ces plantations se localisent dans l'ex-domaine autogéré de Houch El Gaada. Trois cultures ont été choisies pour leur importance agronomique : du blé, poirier, et pêcher. La période d'échantillonnage s'est déroulée du début mars 2017 jusqu'à la fin Juin 2018. Chaque deux semaines, un champ de chaque culture a été échantillonné.

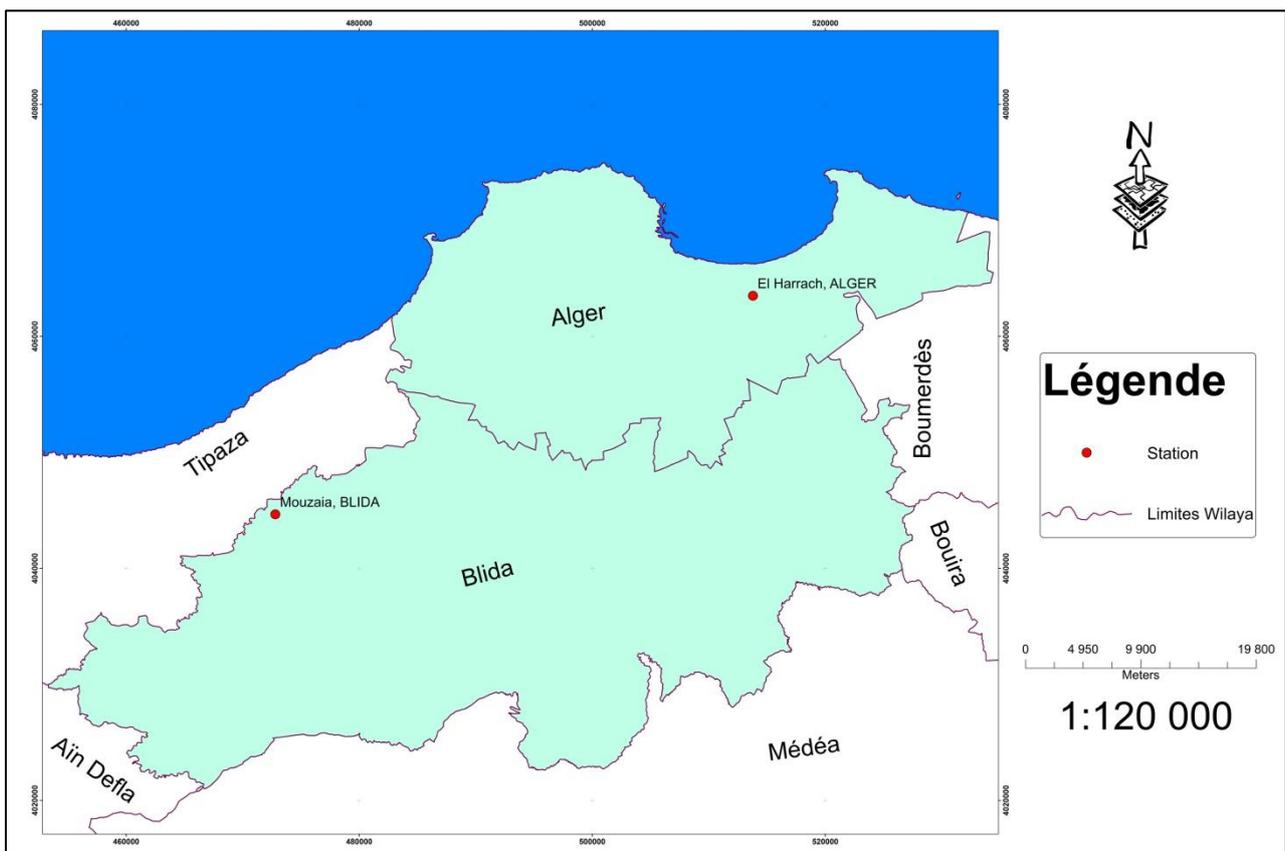


Figure 13- Situation géographiques des régions d'études : Alger et Blida (originale).

2.3.1 - Caractéristiques climatiques de la région de Blida

Le climat en raison de ses composantes tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité de l'air, contrôle de nombreux phénomènes biologiques et physiologiques. Selon RAMADE (1984), les données climatiques sont non seulement des éléments décisifs du milieu physique mais ont aussi des répercussions profondes sur les êtres vivants animaux et végétaux. En l'absence de ces conditions, les populations sont éliminées suite aux actions multiples néfastes sur la physiologie de ces êtres vivants (DAJOZ, 1982 ; FAURIE et *al.*, 1984).

2.3.1. 1. - Température

Les températures enregistrées durant l'année 2018 pour la région de Blida se retrouvent dans le tableau 4.

Tableau 4 - Températures mensuelles minimales, maximales et moyenne enregistrées à Blida en 2018.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
m.(°C.)	20,13	18,72	18,97	23,35	26,25	30,9	34	32,91	31,92	29,15	19,8	17,58
M.(°C.)	11,08	10,14	10,05	16,7	20,1	24,75	26,24	23,8	15,61	15,85	8,76	7,1
T (C°)	15,61	14,43	14,51	20,03	23,18	27,83	30,12	28,36	23,77	22,5	8,76	12,34

m : Températures minima

(TUTTIEMPO, 2018)

M : Températures maxima

(M+m)/2 : Températures moyennes

La température moyenne la plus élevée est noté au mois de juillet (30,12°C) et la température moyenne la plus faible est signalée au mois de décembre (8,76 °C).

2.3.1.2. - Pluviométrie

Les précipitations mensuelles de la région de Blida pour l'année 2018 sont rassemblées dans le tableau 5.

Tableau 5 - Précipitations mensuelles enregistrées à Blida en 2018

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P (mm)	71,1	135,1	106	52,4	26,1	0,1	8	0	6	10,4	86	157,7	658,9

P (mm) : Précipitations en mm

(TUTTIEMPO, 2018)

La somme des précipitations est de 658,9 mm. Aucune chute de pluie n'est enregistrée en aout, alors que le maximum est enregistré en décembre avec une valeur de 157,7 mm.



A



B

Parcelle de Blé



C

Vergers de poirier



D

Vergers de pêcher

Figure 14- Localisation des stations de la région de Blida (A. vue satellitaire, B, C et D photos originaux des vergers).

2.3.2. - Synthèse climatique

Nous avons utilisé les données concernant les températures et les précipitations pour faire les diagrammes ombrothermique et le climagramme d'Emberger de la région de Blida.

2.3.2.1. – Diagramme Ombrothermique

D'après le diagramme ombrothermique, il est à remarquer que la région de Blida est caractérisée par une période sèche qui s'étale sur 5 mois, du mois de mai jusqu'à septembre. Les périodes d'aridité dites aussi de déficit sont marquées par les régions du graphique où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique. La période humide dure 7 mois (Fig. 15).

2.3.2.2. Climagramme d'Emberger

Le calcul de Q2 étant de (81), place la région de Blida dans l'étage bioclimatique l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Fig. 16).

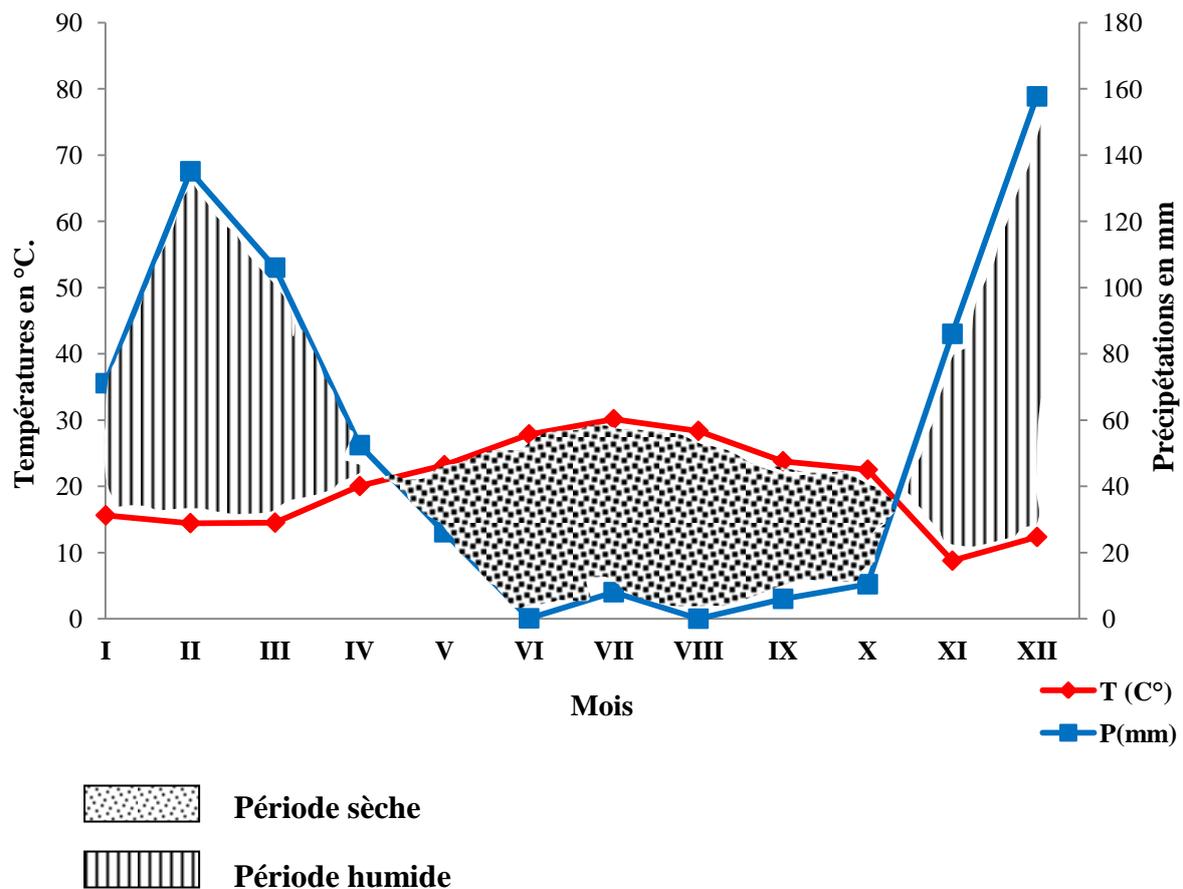


Figure 15- Diagramme Ombrothermique de la région de Blida pour l'année 2018.

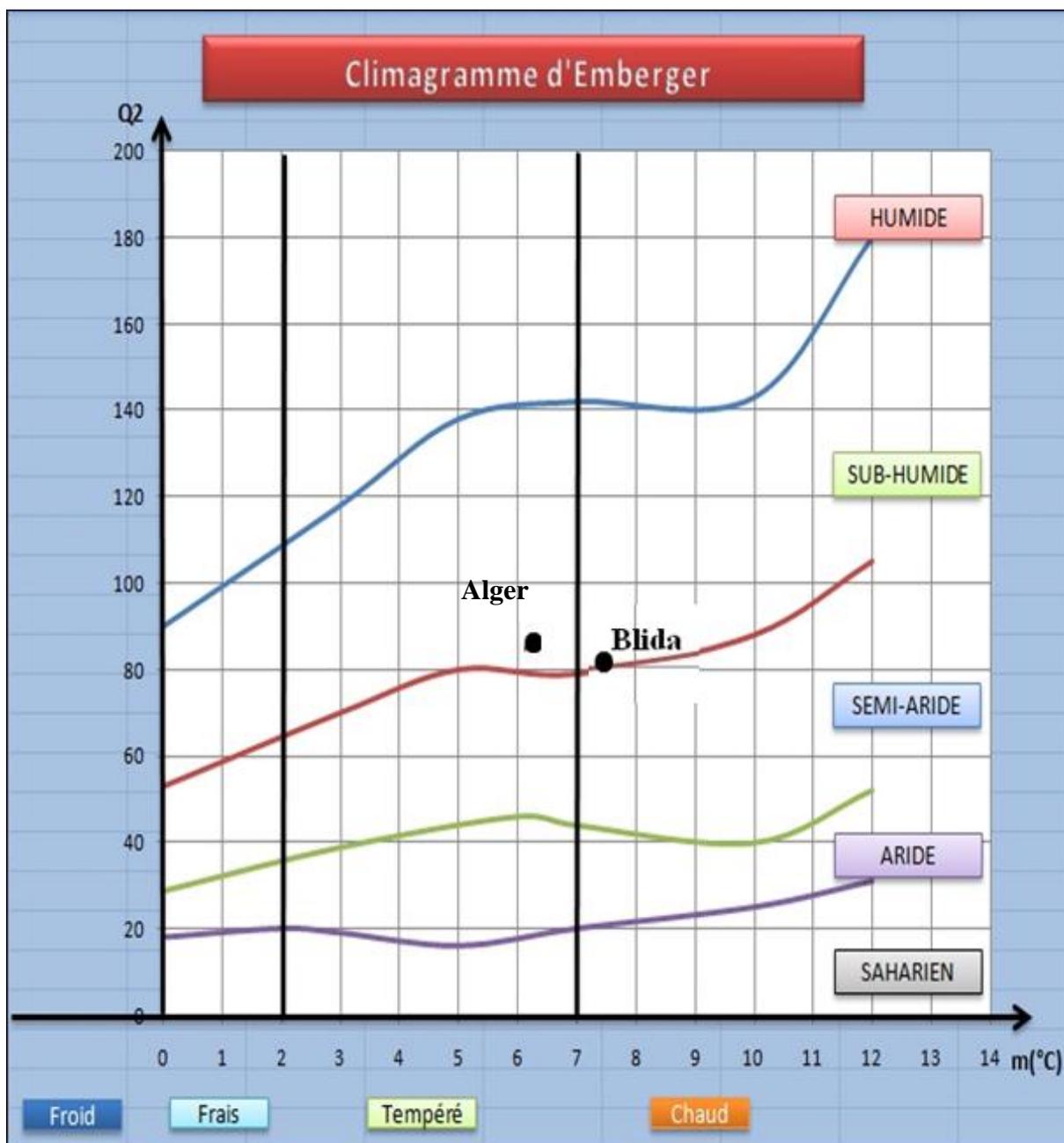


Figure 16- Position des régions Alger et Blida dans le Climatogramme d'Emberger (2017-2018).

2.4. Méthodes d'études

Deux parties constituent la méthodologie adoptée. Elles portent d'abord sur la description des techniques utilisées, ensuite une deuxième partie qui regroupe les moyens d'analyses écologiques et statistiques.

2.4.1. – Méthodes d'échantillonnage des aphides

a/ Prélèvement et dénombrement visuel des aphides (examen des organes végétaux)

Les aphides sont échantillonnés délicatement à l'aide d'un pinceau fin sur le végétal et mis dans des tubes remplis d'alcool à 70% en choisissant les organes végétaux les plus infestés. La date, le lieu de prélèvement, et la plante hôte sont indiqués sur l'étiquette des tubes. Nous avons également prélevé des fragments de plantes hôtes (adventices, plantes ornementales) de pucerons pour les identifier (Fig. 17 et 18).

Au laboratoire, les pucerons récoltés sont ensuite placés dans des boîtes de Pétri, pour l'identification et le dénombrement des individus sous loupe binoculaire à l'aide des épingles fines.

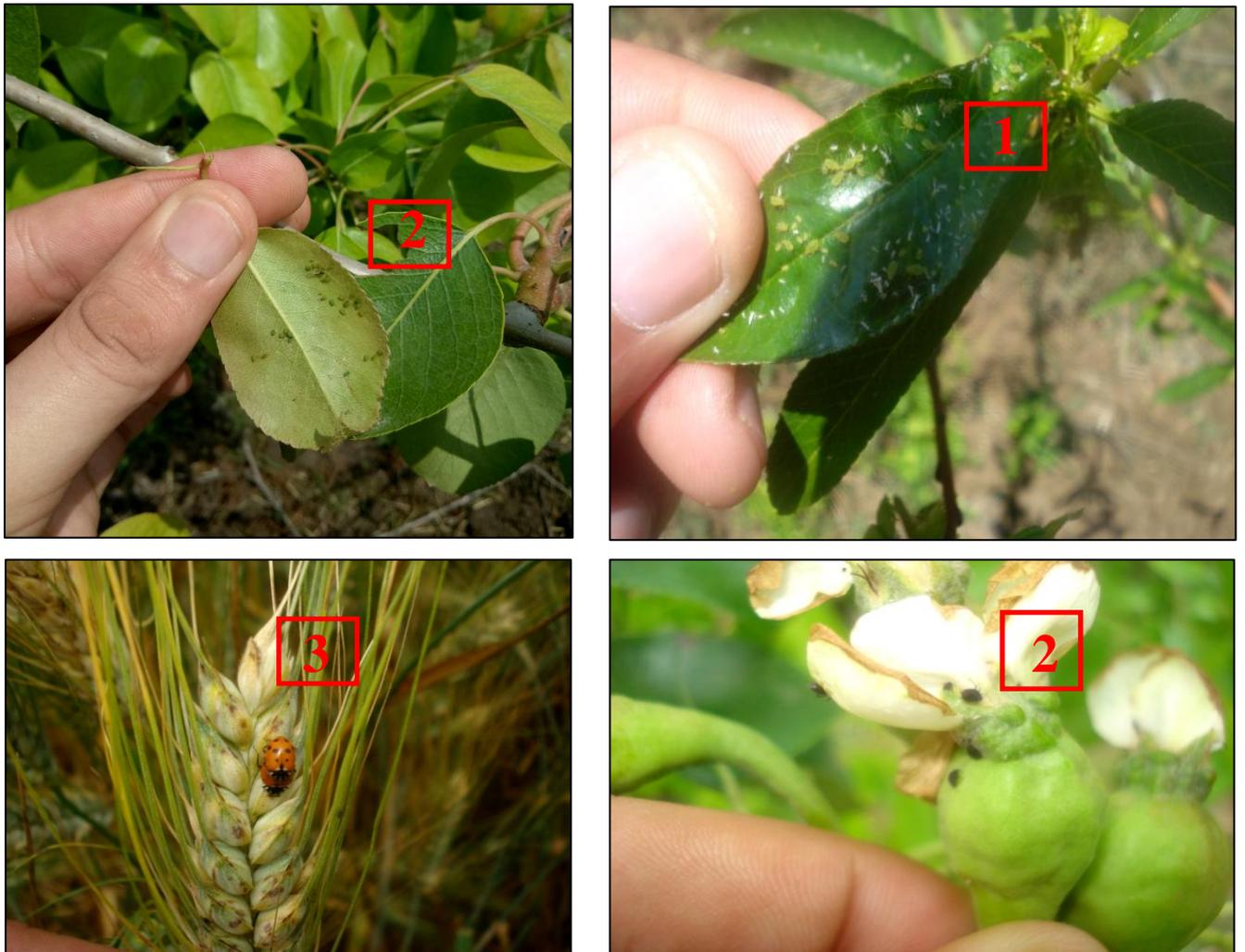


Figure 17- Examen des feuilles infestées par des aphides (1) : Pêcher ; (2) : Poirier (feuille et fleur) ; (3) : Blé dur (Originale).

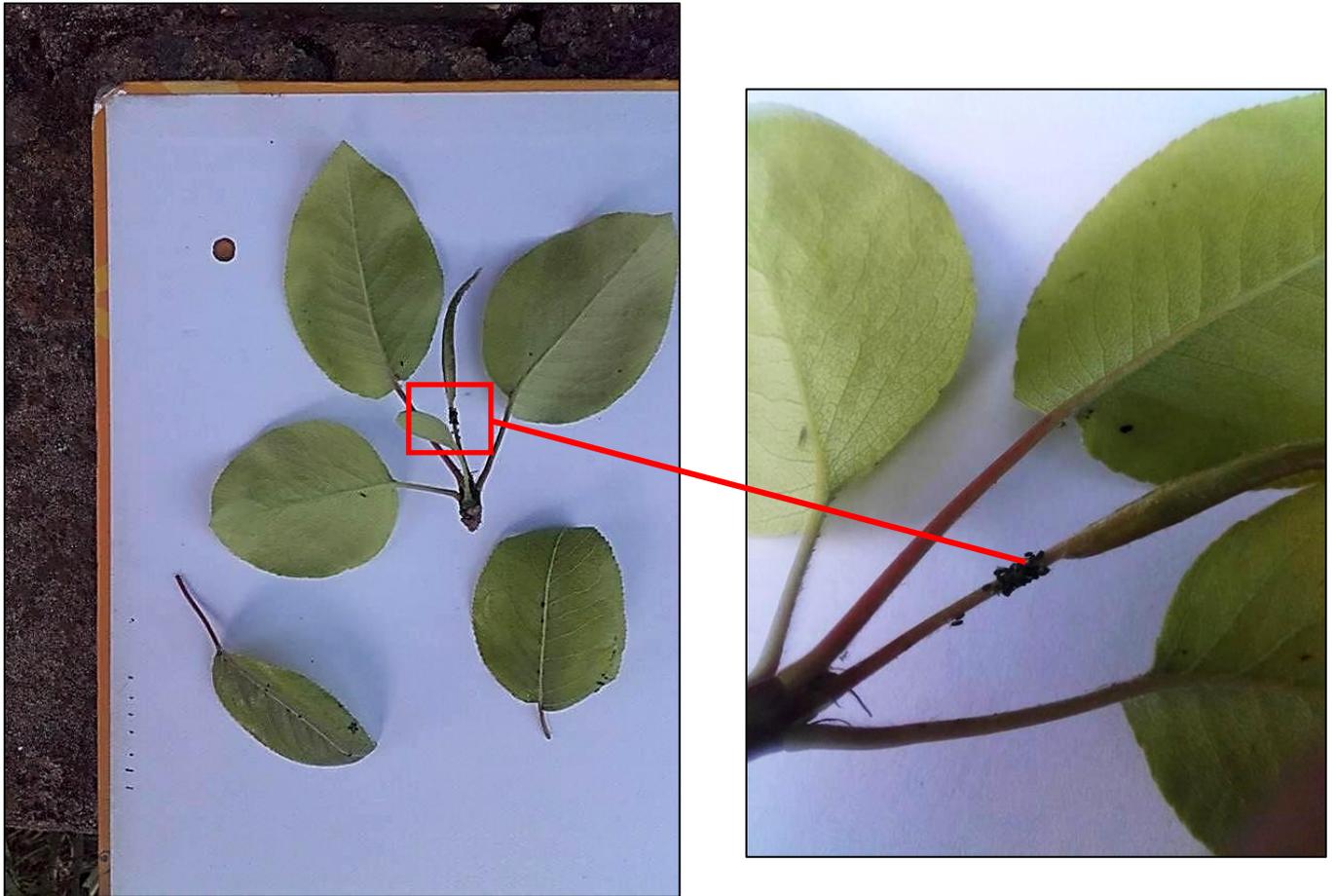


Figure 18 - Prélèvement des fragments de plantes hôtes infestés (Originale).

b/ Piégeage des ailés (bassines jaunes)

L'activité de vol des pucerons ailés a été suivie dans les deux vergers et dans la parcelle de blé, à l'aide des pièges jaune à eau de forme circulaire, de 30 cm de diamètre et de 16 cm de profondeur. Les pièges ont été installés à une hauteur de 1 m à raison d'un piège par bloc pour les deux vergers et au ras du sol pour la parcelle de blé et ensuite régler par rapport à la hauteur des tiges. Au total ,5 pièges par culture (Fig. 23), remplis aux deux tiers d'eau additionnée d'un peu de détergent pour retenir les aphides de la surface du liquide (Fig. 19). Lors de la collecte, un tri du contenu des pièges jaune est effectué avant d'être mis dans des tubes remplis d'alcool 70%.



Installation des pièges



Tri et récupération du contenu des bassines jaunes à l'aide d'une passoire



Récupération du contenu des bassines dans des boîtes de pétri



Conservation des pucerons dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70%

Figure 19- Etapes d'échantillonnage des pucerons ailés par les bassines jaunes (Originale).

- **Préparation et montage des pucerons**

L'identification des espèces de pucerons courantes peut se faire sous loupe binoculaire, mais parfois les caractères d'identification microscopiques sont plus difficiles et les doutes de confusion exigent un montage entre lame et lamelle de l'échantillon sous microscope optique pour arriver à une identification correcte.

- **La technique de préparation des aphides**

Nous avons pratiqué une incision au niveau des quatrièmes et sixièmes sternites abdominales sur la face ventrale des pucerons. Dans le but d'extraire les réserves lipidiques et faciliter l'observation des aphides, ces dernières sont ensuite plongées dans une solution chaude d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10 % à une température adéquate, et pendant un temps qui varie en fonction de la taille, la couleur, et la forme aptère ou ailée, généralement entre 3 à 5 minutes (Fig. 20).

Afin d'effectuer un nettoyage des pucerons pour se débarrasser de la potasse, nous avons passé pendant 2 à 3 minutes les pucerons dans deux bains successifs d'eau chaude non bouillante. Enfin, pour faire apparaître certains détails (éclaircissage), ils sont transvasés dans une solution chaude de chloral phénol hydraté, pendant 1 à 2 minutes pour un montage rapide. Le montage est réalisé dans la gomme de Faure qui est préparée à partir d'un mélange constitué avec les proportions suivantes :

Eau distillée	50 ml
Hydrate de chloral	50 g
Glycérine	20 ml
Gomme arabique	30 g

Une goutte de liquide de Faure est disposée sur la lame, et à l'aide d'une fine pince nous avons prélevé et déposé l'individu sur sa face dorsale, il faut que les antennes soient dirigées vers l'avant, le cauda et les cornicules vers l'arrière, et les ailes étalées latéralement sur les deux côtés. Les pattes sont dirigées vers le bas, sauf les pattes antérieures.

- **Quelques trames de manipulation :**

Ne pas mettre une grosse goutte de gomme sur la lame afin de pouvoir mieux disposer l'insecte. Le complément est apporté par la goutte placée sur la lamelle. Une fois la préparation terminée, si la colle n'occupe pas tout l'espace de la lamelle on peut déposer sur un bord de celle-ci une petite goutte de liquide de montage qui pénétrera par capillarité et occupera ainsi l'espace vide.



Incision du puceron sous loupe



KOH à 10% (3-5 min)



Bains d'eau distillée
(2-3 min)



Chloral phénol hydraté (1-2 min)



Liquide de Faure, lames et lamelles



Montage de puceron dans un liquide de Faure



Observation sous microscope photonique

Figure 20- Etapes de montage des aphides (Original).

2.4.2. Identification des pucerons

L'identification des pucerons a été réalisée à la loupe binoculaire puis au microscope optique grâce à des clés de détermination en se basant sur les critères morphologiques et les descriptions des différentes espèces. Parmi les clés utilisées citons ceux de JACKY et BAUCHERY (1982) ; REMAUDIERE *et al.* (1985) ; BLACKMAN et EASTOP (1994).

- **Nomenclature des caractères morphologiques**

Les critères d'identification qui permet la différenciation des genres ou des espèces concernent généralement plusieurs caractères :

- **La forme, la longueur, et la couleur du corps**

- **Caractères morphologiques antennaire**

- Articles antennaires (nombre)

- Base (longueur)

- Fouet (longueur)

- Rhinaries

- **Caractères morphologiques céphaliques**

- Front (forme)

- Tubercules ou sinus frontaux (forme)

- **Caractères morphologiques alaires :**

- Nervures médianes

- Bifurcations

- **Caractères morphologiques abdominaux**

- Pigmentation et ornement

- Cornicules (forme, couleur, longueur)

- Cauda (forme, longueur, couleur, et nombre de soies)

- **Caractères morphologiques des pattes**

- Tibia (couleur, longueur)

- Fémur (couleur, longueur)

2.4.3. - Méthodes d'échantillonnage des prédateurs naturels

Afin de faire de bonnes observations et de récolter un maximum d'insectes prédateurs de pucerons sur terrain, l'utilisation d'un certain nombre de méthodes et de techniques est indispensable au niveau des différentes strates, comme celles des bassines jaunes, le parapluie japonais, le filet fauchoir et les prédateurs trouvés dans les pousses recueillis.

2.4.3.1. Bassines jaunes

Nous avons procédé à l'échantillonnage des prédateurs en utilisant les bassines jaunes au niveau de la parcelle de blé et deux vergers de la même manière décrite au-dessus. Ces pièges attirent de nombreux insectes, notamment des Diptères de la famille des Syrphidae (LERAUT, 2003).

2.4.3.2. Parapluie japonais

Cette technique est utilisée au niveau des deux vergers, le parapluie japonais est placé sous les branches, très près de l'arbre. Les insectes sont capturés et mis dans des boîtes Pétri après avoir donné trois coups de bâton sur les branches et replié rapidement le piège pour éviter l'envol des espèces piégées. Le verger a été subdivisé en 6 blocs. L'échantillonnage consiste à examiner un arbre par bloc à chaque passage.

2.4.3.3. Filet fauchoir

Le filet fauchoir permet de récolter de tout petits insectes, qui passeraient inaperçus. Il sert à faucher la strate herbacée. On récolte ainsi les insectes qui y vivent ou qui s'y posent. C'est une méthode efficace pour les coccinelles et divers autres coléoptères (KHERBOUCHE *et al.*, 2015). Les prises du filet sont récupérées soigneusement. Ces dernières subissent un premier tri sur le terrain pour éliminer les débris qui s'attachent à la toile. Les espèces échantillonnées sont placées dans des boîtes de Pétri accompagnées par des étiquettes portant la date et le lieu.

2.4.3.4. Comptage et identification des prédateurs trouvés dans les pousses recueillis

Cette méthode constitue peut être le meilleur moyen pour découvrir quelles sont les espèces de prédateurs de pucerons qui sont associées avec telle ou telle plante ou à tel ou tel habitat en particulier. C'est la méthode principale qu'on a utilisée dans la région d'Alger.

2.4.3.4.1. Comptage et identification

La diversité et l'abondance des espèces capturées ont été évaluées jusqu'au niveau de la famille et espèces dans certains cas, par moi-même par l'emploi des clés de détermination telles que celles des Coccinellidae (IABLOKOFF-KHNZORIAN, 1982), (MAJERUS *et* KEARNS, 1989) (NEDVED, 2015) (BIRANVAND *et al.*, 2017) (BIENKOWSKI, 2018) des Syrphidae (MATILE, 1993) (SPEIGHT *et* SARTHOU, 2014) (SPEIGHT, 2014) et des Chrysopidae (SAN MARTIN, 2004). La confirmation est assurée par le Prof. Dr. OLDRICH Nedvěd du département de zoologie, spécialiste des Coccinellidae de l'Université de Bohême du Sud en ČESKE Budějovice ; par Dr XIMO Mengual chercheur spécialiste des Diptères au Musée de la recherche Alexander Koenig en Allemagne et également par le Prof DOUMANDJI Salaheddine à l'aide des boîtes de collection de

l'insectarium du département de zoologie agricole et forestière de l'école nationale supérieure d'agronomie d'Alger.

2.4.3.4.2. Extraction des Genitalia des coccinelles

L'identification des Coccinellidae repose sur certains critères morphologiques tels que : la ponctuation et la pilosité (face dorsale), les lignes fémorales abdominales et des carènes prothoraciques (face ventrale), morphologie des tarse.

Dans certains cas, ces caractères morphologiques ne sont pas suffisants pour l'identification de certaines espèces, ce qui nécessite l'examen des Genitalia du mâle, plus précisément la forme du pénis et de tegmen (vue dorsale et latérale).

Durant notre travail, l'extraction des organes génitaux a été effectuée en suivant la méthode proposée par Prof. Dr. Oldřich Nedvěd (Fig.21) ;

Les spécimens ont été ramollis dans de l'eau tiède (généralement quelques heures à 24 heures cela dépend de l'état des spécimens). L'abdomen a été détaché avec deux aiguilles, et bouilli pendant 3 minutes dans 10 % une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) pour dissoudre les graisses. Une fois bouilli, l'abdomen était rincé à l'alcool 96% et transféré dans le Xylène C₈H₁₀ jusqu'à quatre minutes, puis transféré dans de l'acétone pure C₃H₆O 3 à 4 minutes. Le montage du genitalia entre lame et lamelle est réalisé avec une colle hydrosoluble transparente (Solakryl BMX).

Les photographies des caractères morphologiques et des organes génitaux ont été générées avec la caméra numérique Lumenera Infinity 2 montée sur les stéréomicroscopes Nikon SMZ 1500 et Olympus CP74, pilotés par le logiciel QuickPHOTO CAMERA. Une série d'images a été empilée à l'aide de Zerene Stacker 1.04.



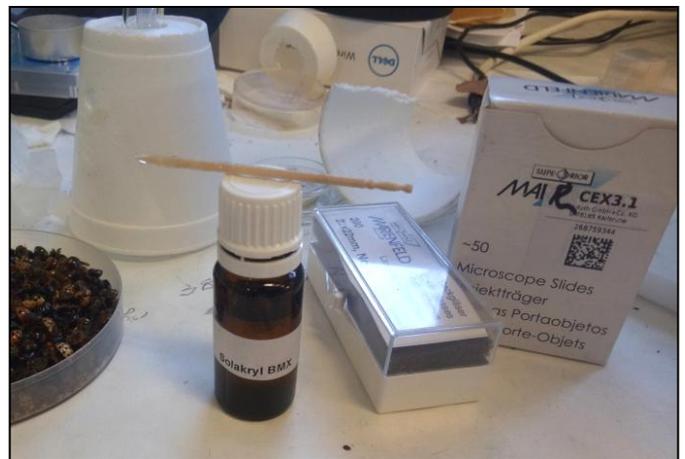
Coccinelles humidifiées (24 heures)



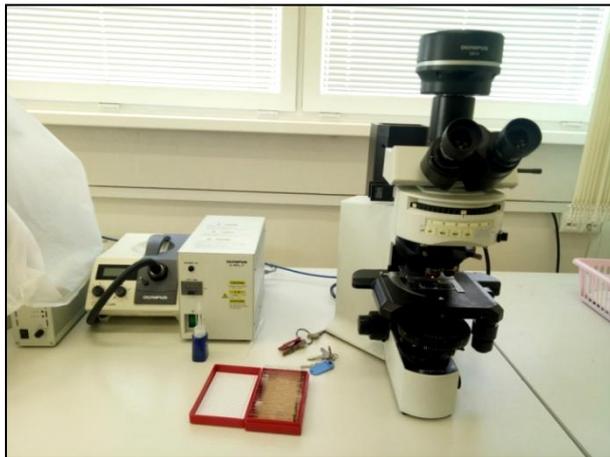
KOH à 10% (3min)



Xylène et acétone pure



Solakryl BMX, lames et lamelles



Observation sous microscope photonique
(stéréomicroscope Olympus CP74)



Traitement d'images (Logiciel Zerene Stacker 1.04)

Figure 21- Différentes étapes d'extraction des genitalia des coccinelles au niveau de laboratoire d'entomologie, Centre de biologie AS CR, České Budějovice, République Tchèque (originale)

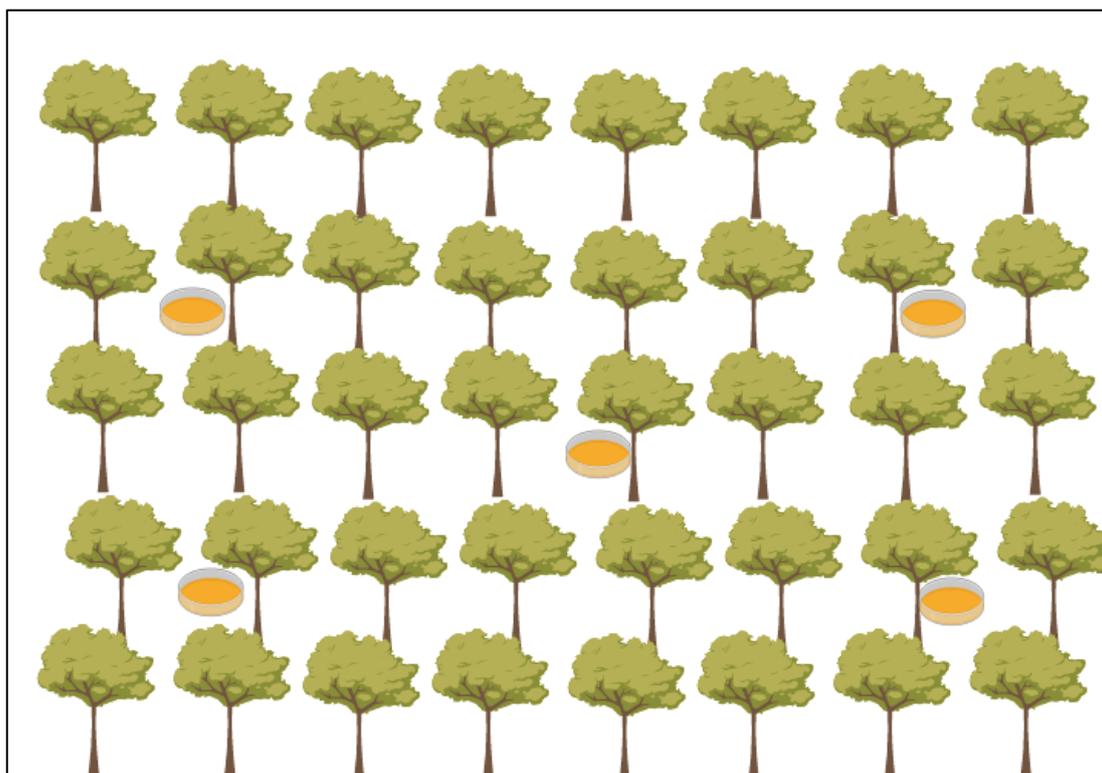


Localisation des points échantillonnés au niveau de la station de l'ENSA

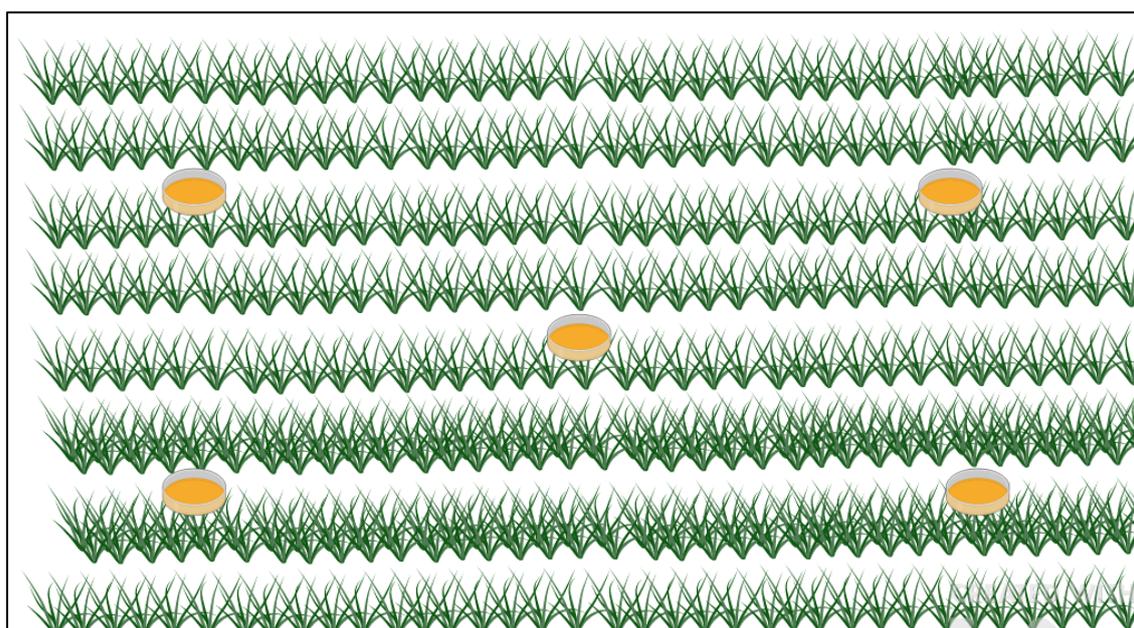


Localisation des points échantillonnés au niveau de la station de la cité universitaire Bouraoui

Figure 22- Schéma du dispositif expérimental de la région d'Alger (A, B : vue satellitaire) (Google Earth 2019, modifié).



Emplacement des pièges jaunes au niveau des deux vergers étudiés



Emplacement des pièges jaunes au niveau de la parcelle de blé dur

Figure 23 - Schéma du dispositif expérimental de la région de Blida (Originale).

2.5. - Exploitation des résultats

Les résultats issus de la présente étude sont traités par des indices écologiques de composition et de structure ainsi que par des méthodes statistiques.

2.5.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Afin d'exploiter les résultats relatifs aux espèces inventoriés, plusieurs indices écologiques de composition et de structure sont employés.

2.5.1. 1. Utilisation des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés pour l'exploitation des résultats trouvés sont d'abord la richesse totale et moyenne, ensuite l'abondance relative.

2.5.1. 1. 1. Richesse totale (S)

La richesse totale est le nombre total d'espèce que comporte le peuplement considéré dans un écosystème (RAMADE, 2009). Dans le présent travail la richesse totale est la somme des espèces piégées grâce à l'une ou l'autre méthode employée dans la station d'étude.

2.5.1. 1. 2. Richesse moyenne (s)

Selon RAMADE (2009) correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. La richesse moyenne apporte des informations intéressantes sur l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la distribution spatiale des espèces constituant le peuplement étudié (RAMADE, 2008).

2.5.1. 1. 3. Abondance relative (AR %)

Dans une biocénose, toutes les espèces n'ont pas la même densité. Il ya toujours des espèces relativement abondantes et autres relativement rares et les premières seront toujours les mieux échantillonnées (LAMOTTE, 1969). L'évaluation de l'abondance d'une population constitue une démarche indispensable à toute recherche écologique (RAMADE, 2009). Selon DAJOZ (1971), c'est le nombre d'individus par unité de surface ou de volume. Elle subit des variations dans le temps et dans l'espace. Selon FAURIE et *al.* (1980), cette diversité s'exprime en pourcentage qui est rapport entre le nombre total des individus d'une espèce et le nombre total d'organismes. Dans la station d'étude chaque espèce échantillonnée

est représentée par la proportion de ses effectifs par rapport à l'ensemble des individus de toutes les espèces confondues.

D'après FAURIE et *al.* (2003), L'abondance relative s'exprime en pourcentage (%) par la formule suivante :

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

AR (%) : Abondance relative ou fréquence centésimale

ni : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

2.5.2.- Relations trophiques

L'étude de la relation entre plante - pucerons – coccinelles est très importante non seulement pour connaître la dynamique des populations et la biodiversité des écosystèmes mais aussi pour la conservation des prédateurs dans un programme de lutte biologique. Les pucerons, constituent des ressources abondantes pour les coccinelles, mais relativement limitées dans le temps. Plusieurs espèces de coccinelles peuvent coexister dans une colonie de pucerons, même si les plus petites semblent être plus disposées à exploiter la ressource avant les grandes coccinelles (POLIS et *al.*, 1989). Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages, et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons (MAJERUS, 1994; HODEK et HONEK, 1996; DIXON, 2000).

2.5.3. Utilisation des indices écologiques de structure

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

2.5.3.1. Utilisation de l'indice de diversité de Shannon (H')

Selon RAMADE (2009), l'indice de diversité de Shannon (H') correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté. Probablement le plus utilisé des indices de diversité. Il est employé pour les petites et les grandes séries d'échantillons (VAN DYKE, 2008). L'indice de diversité de Shannon reflète aussi bien la régularité de distribution que la richesse des espèces. Si S est le nombre d'espèces, N l'abondance totale des S espèces, et ni l'effectif de l'espèce de rang i, l'abondance relative de l'espèce i est $pi = ni/N$.

L'indice de Shannon H', qui est dérivé de la théorie de l'informatique, est égale à :

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

H' est l'indice de diversité de Shannon en bits

Pi est le pourcentage de la nième espèce par rapport à la totalité des individus.

Log2 est le logarithme à base 2.

2.5.3.2. Indice d'équirépartition ou d'équitabilité (E)

Selon WEESIE et BELEMSOBGO (1997), l'indice d'équirépartition correspond au rapport de l'indice de diversité observée (H') à l'indice de la diversité maximale (H' max).

Il est calculé par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{H' \max.}$$

ou H' max. (bits) = Log 2 S

E est l'équirépartition.

H' (bits) est l'indice de la diversité observée.

H' max. (bits) est l'indice de la diversité maximale.

S est la richesse totale.

L'évaluation de l'indice d'équirépartition permet de mesurer le degré de réalisation de la diversité maximale. L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi totalité des effectifs appartient à une seule espèce. Par contre elle se rapproche de 1 lorsque chaque espèce est représentée par le même nombre d'individus (RAMADE, 1984).

2.5.3. Autres indices : similarité de Sorensen

Pour l'exploitation des résultats l'indice de Sorensen est utilisé pour étudier les espèces en commun entre les deux stations ornementales d'El Harrach.

Selon GAUJOUR *et al.* (2009) l'indice de Sorensen est exprimé de la manière suivante :

$$C_s = 2C / (A+B)$$

Cs : Indice de Sorensen, A : nombre d'espèces identifiées dans la première communauté

B : Nombre d'espèces de la deuxième communauté, C : nombre d'espèces en commun.

Si l'indice est égal à 1, il existe une similitude complète entre les deux sites étudiés et si la valeur de l'indice atteint 0 il n'y a pas de similitude entre les deux sites (MAGURRAN, 1988).

2.6. Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Les résultats trouvés sont traités par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et Analyse de la variance avec le logiciel Minitab 17.

2.6.1. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

C'est une analyse multi variables qui permet de procéder à une interprétation, d'observations, ne comportant à priori aucune distinction, ni entre variables, ni entre individus (SAPORTA, 1990). Elle a pour but de révéler les interrelations entre caractères et de proposer une structure de la population. L'AFC s'utilise avec deux variables qualitatives qui possèdent à deux ou plus de deux de modalité. Elle offre une visualisation en deux dimensions de tableau de contingence. D'après VILAIN (1999), les résultats d'une AFC se présentent essentiellement sous la forme d'une suite de paragraphe où sont positionnés les éléments lignes et les éléments colonnes, les projections des individus et des variables figurent simultanément sur les mêmes graphiques.

2.6.2. Analyse de la variance avec le logiciel Minitab 17

Les résultats seront saisis et transcrits en variables explicatives (sur le logiciel Excel). Par la suite, les traitements statistiques des données seront réalisées à l'aide des logiciels Minitab 17 et XLSTAT. A l'aide du logiciel Minitab 17, les analyses de la variance ont été réalisées sur des variables qui suivent une loi normale. Elle est utilisée dans le cas présent pour essayer de mettre en évidence une éventuelle différence significative en termes d'abondance des prédateurs naturels de pucerons entre sites, et déterminer les prédateurs les plus abondants dans les agrosystèmes.

Chapitre III

Chapitre III – Résultats

Les résultats sont organisés en trois parties. Après avoir présenté les différents critères morphologiques de détermination des espèces des aphides et de leurs prédateurs naturels identifiés dans les régions d'étude. La première partie porte sur les résultats des échantillonnages des espèces de pucerons et de leurs prédateurs naturels capturés d'une part à El Harrach, dans la station ornementale de l'Ecole nationale supérieure agronomique (E.N.S.A). Dans la deuxième partie les espèces capturées dans la région de Mouzaia sur trois cultures sont présentées. La troisième partie porte sur une étude biologique et éthologique de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*. Les résultats obtenus sont traités par des indices écologiques de composition et de structure et par des méthodes statistiques.

3.1- Caractères morphologiques distinctifs des pucerons rencontrés dans les deux régions d'études

L'identification des aphides est très délicate, repose sur des critères microscopiques et macroscopiques (voir chapitre 3) et parfois même morphométriques. Certaines espèces de pucerons rencontrés lors de notre étude sont illustrées par les figures 24, 25, 26, 27, 28, 29,30 et 31.

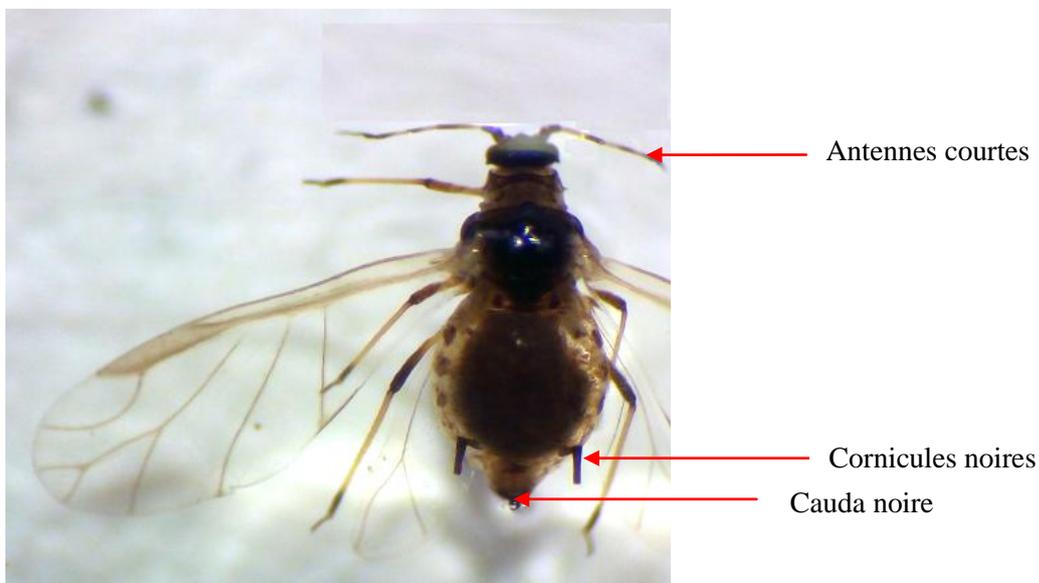


Figure 24- Puceron des spirées *Aphis spiraecola* (originale)

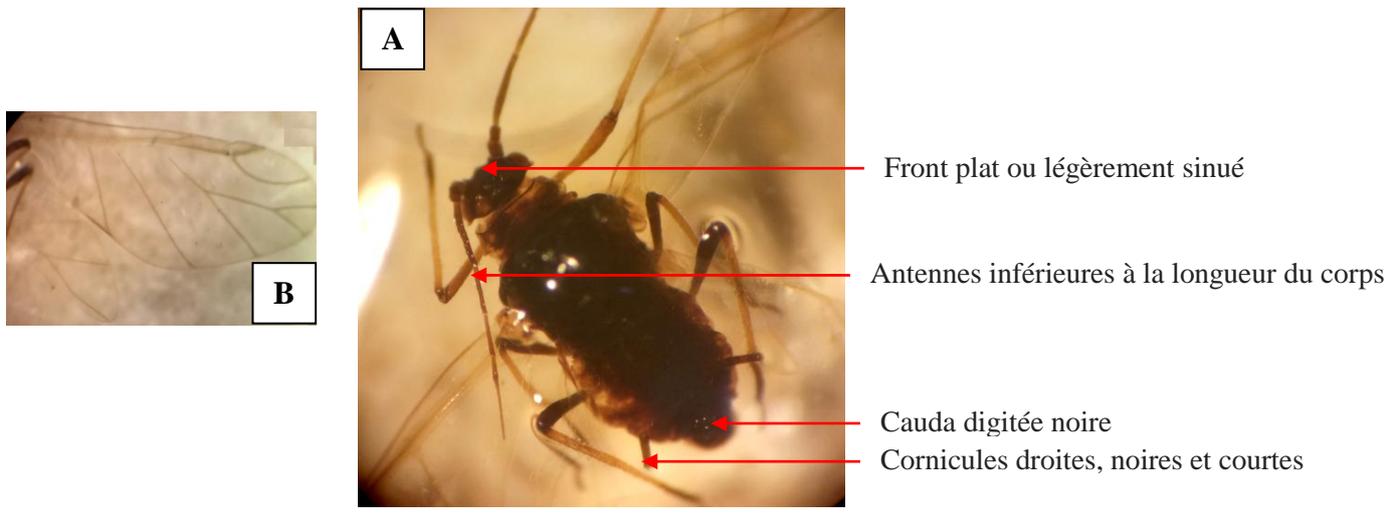


Figure 25- Puceron de la fève *Aphis fabae* (a : aile ; b : adulte) (originale)

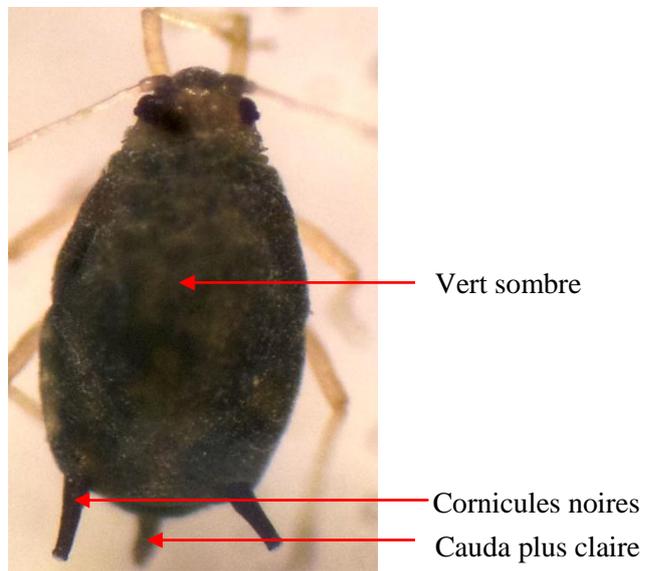


Figure 26 - Puceron du melon ou du cotonnier *Aphis gossypii* (originale)

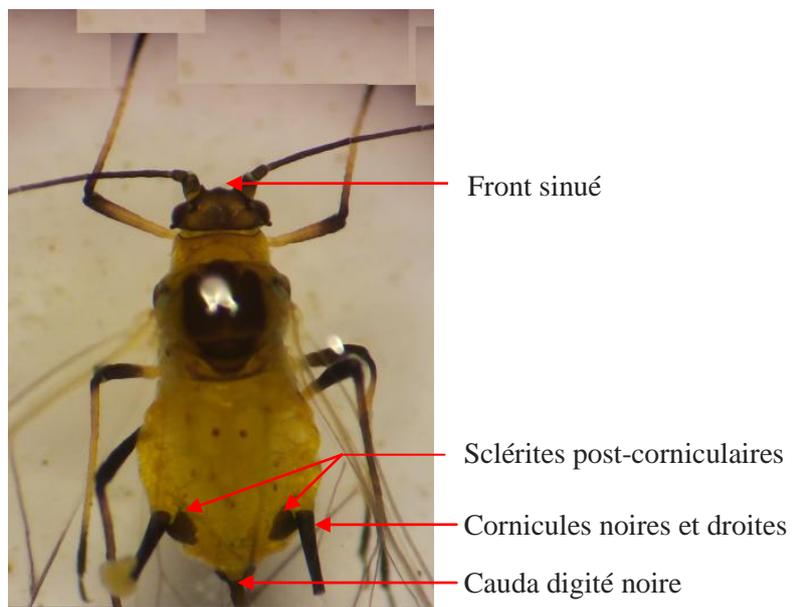


Figure 27 - Puceron du laurier rose *Aphis nerii* (originale)



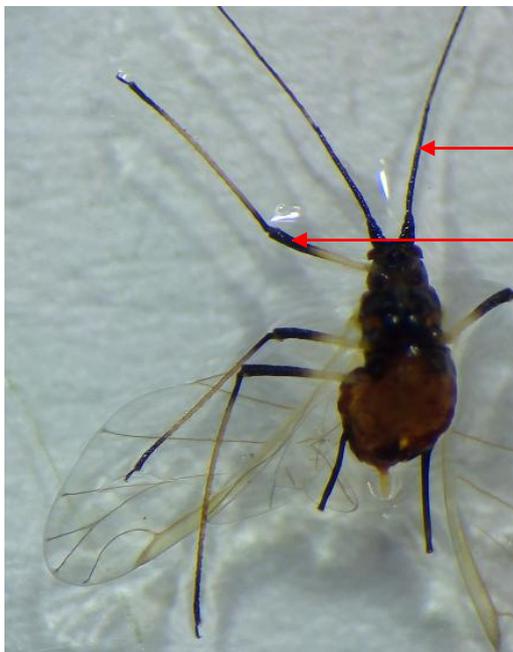
Vert jaunâtre



Cornicule de femelle

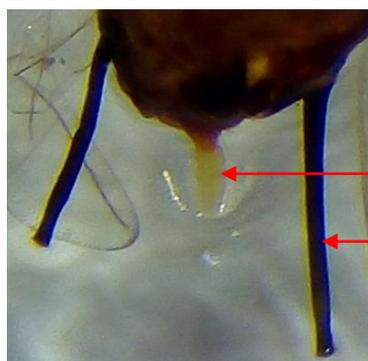
Cauda de femelle

Figure 28 - Puceron du parapluie *Aphis umbrellae* (originale)



Antennes noires

Articulations des pattes sombres



Cauda pale, pointue

Cornicules longues, noires

59

Figure 29 - Puceron vert du rosier *Macrosiphum rosae* (originale)



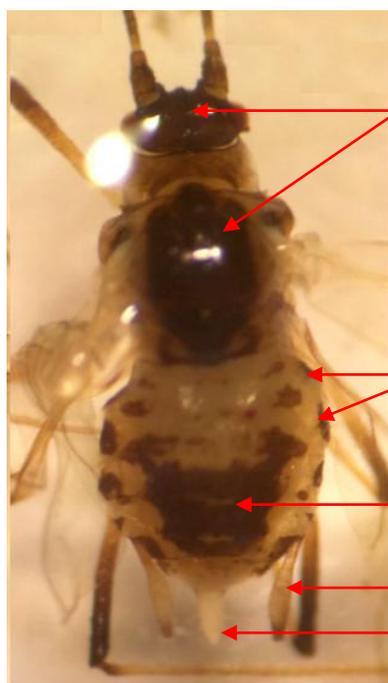
Antennes de la longueur du corps à un peu plus courtes

Cornicules pâles, droites

Fine collerette sombre (rétrécissement)

Cauda digitée

Figure 30- Puceron vert du pêcher *Myzus persicae* (originale)



Tête et thorax sombres

Sclérites marginaux

Plaque trapézoïdale, indentée sur les côtés et percée de deux grandes fenêtres

Cornicules renflées et légèrement pigmentées

Cauda pâle, digitée

Figure 31- Puceron des feuilles de groseillier et de la laitue *Hyperomyzus lactucae* (originale)

3.2 - Identification de prédateurs naturels (Coccinelles, syrphes et chrysopes) rencontrés dans les deux régions d'études

➤ Coccinellidae :

Les différentes espèces représentées dans les stations d'étude ainsi que les nouvelles espèces signalées sont prises en considération tour à tour. Les critères de reconnaissance sont observés directement sur spécimens. Les photographies et les descriptions originales ainsi que la taille sont mentionnés (Voir **Systématique des Coccinellidae page 165**)

➤ Syrphidae :

La famille des Syrphidés présente exclusivement des caractéristiques spécifiques, tels que la présence d'une «vena spuria», et une Arista implantée sur la base du troisième article antennaire (Fig.32). Dans cette étude, nous avons recensé *Melanostoma mellinum*, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, et *Episyrphus balteatus* (Fig. 33, 34,35, 36).

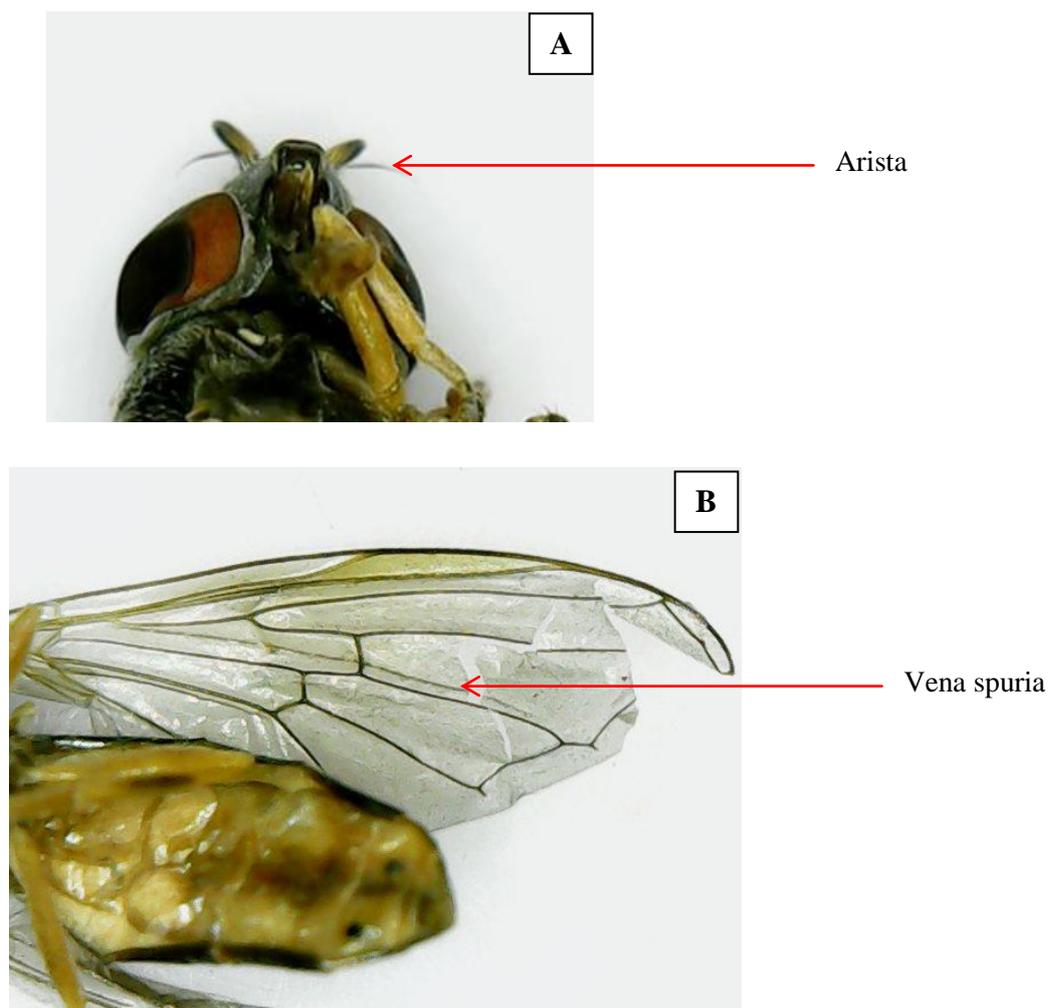
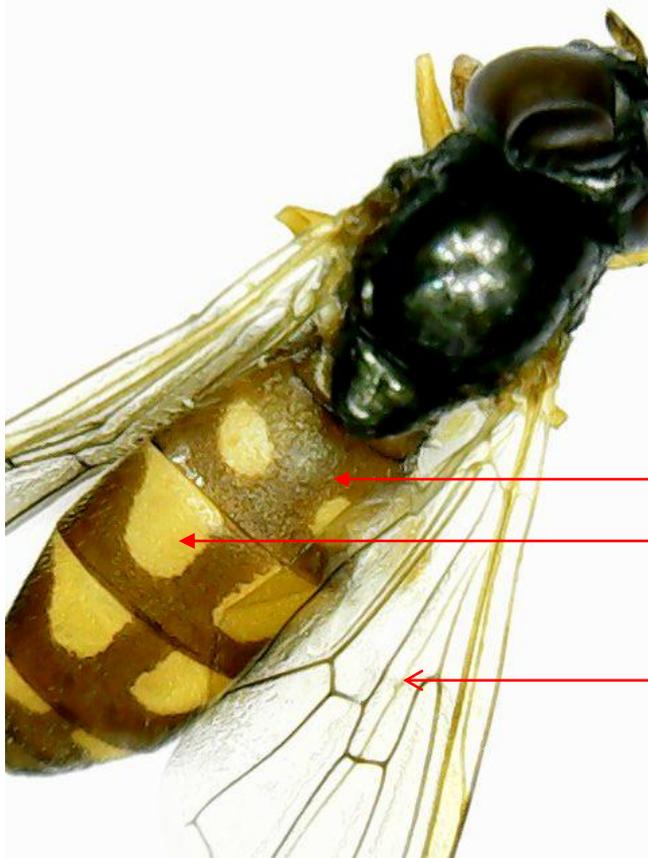


Figure 32- caractéristiques spécifiques des Syrphidae (a : Tête ; b : aile) (originale)



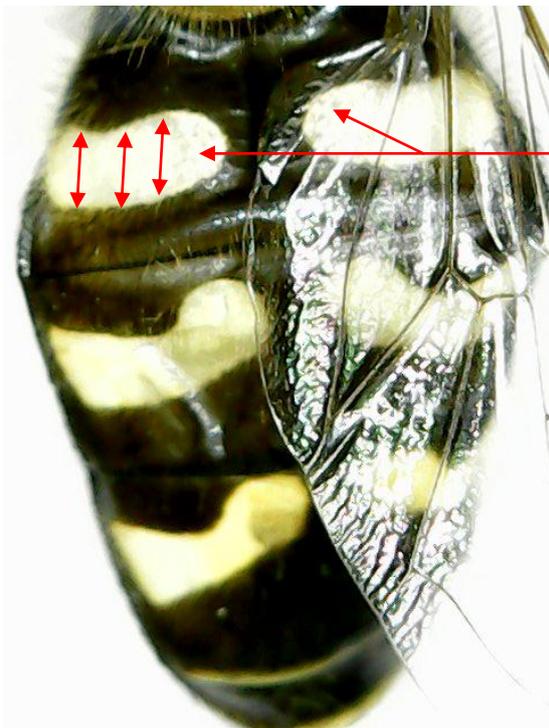
Abdomen fin

Taches jaunes en forme d'écaille, ne se touchant pas

Vena spuria

Nervation de l'aile antérieure d'une Eristale montrant la vena spuria et la courbure en V élargi de la médiane (Originale)

Figure 33- *Melanostoma mellinum* (originale)



Lunules jaune pale ou crème disposées en obliques à peu près de la même largeur

A

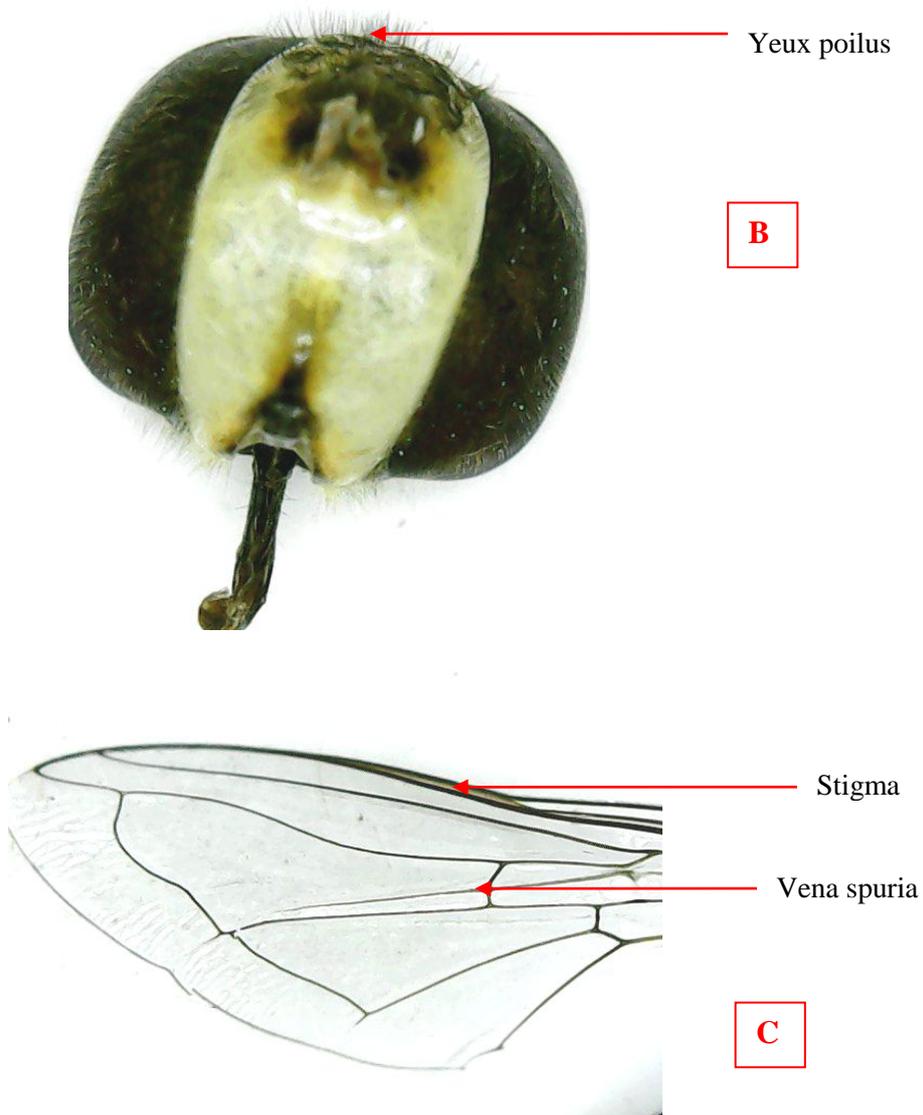


Figure 34- Syrphus pyrastris *Scaeva pyrastris* (originale) A : abdomen ; B : tête ; C : aile

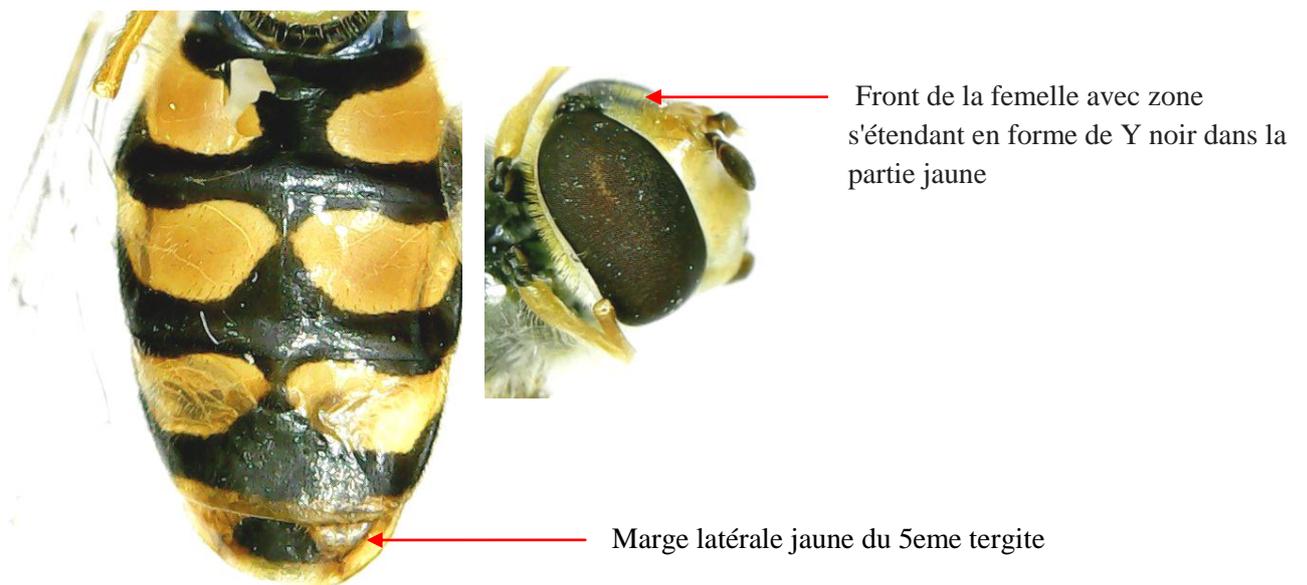


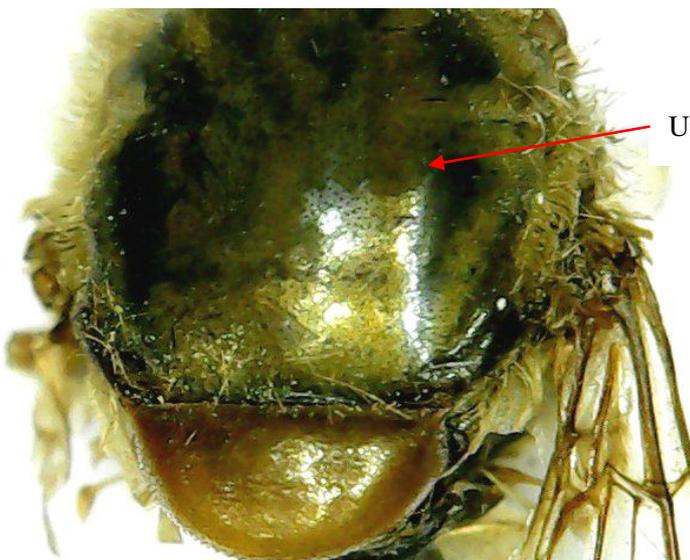
Figure 35 - Syrphus Luniger *Eupeodes luniger* (originale)



Abdomen arqué (de profil)



Patte forte : -pattes noirâtres avec base des tibias et genoux jaunâtres

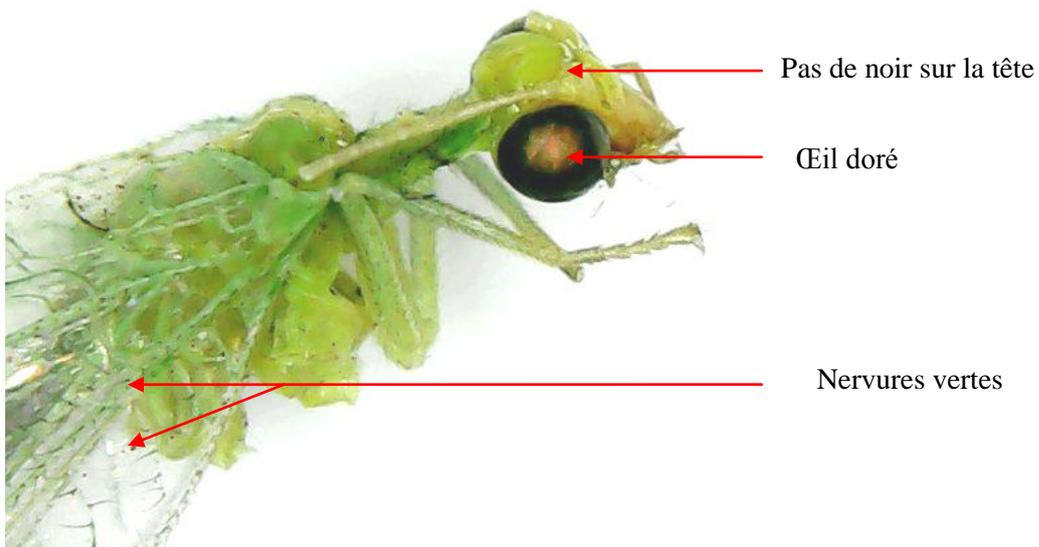


Une puissante plaque dorsale en forme de quadrilatère

Figure 36 - Eristale tenace *Eristalis tenax* (A : abdomen ; B : patte; C : thorax (Originale).

➤ **Chrysopidae :**

Dans la présente étude, nous avons seulement recensés l'espèce *Chrysoperla carnea* (Fig. 37)



(A)



(B)

Figure 37 – Chrysope verte *Chrysoperla carnea* (Originale)
A : adulte ; B : oeufs

3.3. Cas de la région d'El Harrach, Alger

Plusieurs espèces ornementales ont été choisies au cours de cette étude, principalement les haies composites qui peuvent servir de sites d'alimentation aux prédateurs, grâce à la présence des pucerons. Les différentes strates choisies permettent de multiplier les microclimats et les ressources trophiques et donc les niches écologiques, en plus certains prédateurs naturels des pucerons passent une partie de leur cycle dans des structures végétales non productives, (BOREAU DE ROINCE, 2012).

3.3.1. Inventaire des Pucerons

Les résultats de l'inventaire des pucerons effectué dans la station ornementale de l'ENSA d'El Harrach sont dressés dans le tableau 6. Le travail est mené durant trois saisons soit au printemps, été et en automne des deux années 2017 à 2018.

Tableau 6 – Liste des espèces de pucerons échantillonnées dans la station de l'ENSA

Famille	Sous-famille	Tribus	Genres	Espèces	2017			2018	
					P	E	A	P	E
Aphididae Latreille, 1802	Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i> Linnaeus, 1758	<i>Aphis spiraecola</i> Patch, 1914	+	-	+	+	+
				<i>Aphis craccivora</i> Koch ,1854	+	+	+	+	+
				<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	+	+	+	+	+
				<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	-	+	-	+	+
				<i>Aphis nerii</i> Boyer de fonscolombe, 1841	+	+	+	+	+
		<i>Toxoptera</i> Koch, 1856	<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	+	+	+	+	+	
		Macrosiphini	<i>Macrosiphum</i> Passerini, 1860	<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	-
<i>Myzus</i> Passerini, 1860	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)		+	-	+	-	+		

P : printemps ; E : été ; A : automne + : presence de puceron - : absence de puceron

Les résultats reportés sur le tableau 6 font état de 8 espèces appartenant à une seule sous famille et à 2 tribus qui sont Aphidini et Macrosiphini.

La tribu des Aphidini est représentée par trois genres : *Aphis* (le plus abondant en termes d'espèces : *Aphis spiraeicola*, *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* et *Aphis nerii*), *Toxoptera* et *Macrosiphum* chacun avec une seule espèce.

La tribu des Macrosiphini est formée par 2 genres différents, ils sont représentés par une seule espèce chacun : *Macrosiphum rosae*, et *Myzus persicae*.

3.3.2. Distribution des aphides selon les plantes hôtes

Les pucerons se répartissent selon la plante hôte, la diversité botanique des plantes ornementales est représentée par 7 familles comme le montre le tableau 7

Tableau 7 – Répartition des pucerons selon les familles botaniques ornementales

Espèces/Familles	Apocynaceae	Pittosporaceae	Solanaceae	Asparagaceae	Fagaceae	Rosaceae	Moraceae
<i>Aphididae</i> sp					*		*
<i>Aphis spiraeicola</i>		*					
<i>Aphis craccivora</i>		*					
<i>Aphis fabae</i>	*	*	*	*		*	
<i>Aphis gossypii</i>	*			*			
<i>Aphis nerii</i>	*						
<i>Toxoptera aurantii</i>		*					
<i>Macrosiphum rosae</i>						*	
<i>Myzus persicae</i>		*					

L'analyse des résultats des aphides spécifiques aux plantes ornementales et florales, montre une diversité botanique (7 familles), chaque famille est représentée par une seule espèce végétale. Sur les 7 familles des plantes hôtes, il ressort que *Aphis fabae* est l'espèce la plus fréquente, et la plus attirée qui exploite le plus grand nombre de plantes hôtes. C'est une espèce généraliste qui présente un réseau trophique multiple.

La famille des Pittosporaceae est la plus représentée en espèces de pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* et *Toxoptera aurantii*). La famille des Apocynaceae renferme 3 espèces aphidiennes (*Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis nerii*) suivi par les Asparagaceae et les Rosaceae avec 2 espèces.

Les Solanaceae, Fagaceae et Moraceae sont les moins représentées en espèces aphidiennes (1 espèce).

3.3.3. Les cultures ornementales de l'ENSA et leurs pucerons

Arbustes d'ornements

Laurier-rose : *Nerium olander* L., Apocynaceae

*Aphis fabae**

Aphis gossypii

Aphis nerii

Le Pittosporum de Chine : *Pittosporum tobira* Ait., Pittosporaceae

*Aphis fabae**

Aphis spiraeicola

Myzus persicae

Aphis craccivora

Toxoptera aurantii

Le muguet des pampas : *Salpichroa organifolia* (Lam.) Baill., 1888 Solanaceae

*Aphis fabae**

Ruscus aculeatus (Plantae - Asparagaceae)

Aphis fabae *

Aphis gossypii

Arbres feuillus d'ornement

Chêne vert ou yeuse : *Quercus ilex*, Fagaceae

Aphididae sp

Plante grimpante ligneuse

Rosa spp, Rosaceae

Macrosiphum rosae

*Aphis fabae**

Plante d'appartement (plante d'intérieur photorémediatrice)

Ficus sp, Moraceae

Aphididae sp

Remarque :

Le tableau 7 comprend 8 espèces aphidiennes recensées. Les deux espèces *Aphididae* sp ne sont pas lister comme elles ne sont pas déterminées au niveau du genre au moins.

3.3.4. Relations ditrophiques (puceron-plante hôte)

Le tableau ci-dessous renferme les différentes relations qui existent entre, chaque espèce aphidienne et son/ses hôte (espèces végétales ou plante hôte).

Tableau 8 - Relation puceron-plante hôte dans la région d'El Harrach (Alger)

Pucerons	Plantes	Familles botaniques
<i>Aphis spiraecola</i> Patch, 1914	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	<i>Nerium olander</i>	Apocynaceae
	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
	<i>Salpichroa origanifolia</i>	Solanaceae
	<i>Rosa</i> spp	Rosaceae
	<i>Ruscus aculeatus</i>	Asparagaceae
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	<i>Nerium olander</i>	Apocynaceae
	<i>Ruscus aculeatus</i>	Asparagaceae
<i>Aphis nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	<i>Nerium olander</i>	Apocynaceae
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae
<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Rosa</i> spp	Rosaceae
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	<i>Pittosporum tobira</i>	Pittosporaceae

Il est essentiel de comprendre les mécanismes d'interaction pucerons - plantes pour sélectionner des cultures résistantes ou tolérantes aux pucerons et mettre au point de meilleures pratiques agricoles (JAOUANNET et al., 2014). D'après le tableau 8, Les pucerons trouvés appartiennent en particulier aux genres, *Aphis*, *Toxoptera*, *Macrosiphum* et *Myzus*. Un total de 13 relations ditrophiques, établies entre les pucerons et leurs plantes hôtes (Tab. 8). Les 8 espèces d'aphides ont pu s'installer sur 5 espèces végétales différentes. Ces dernières appartiennent à 5 familles botaniques, dont 14 Pittosporaceae, Apocynaceae, Solanaceae, Rosaceae, et Asparagaceae.

La plante *Pittosporum tobira* a pu former 5 associations avec 5 espèces aphidiennes différentes.

3.3.5. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Dans cette partie, les résultats obtenus sur les échantillons de pucerons dans la région d'Alger sont traités en premier par la richesse totale puis par l'abondance relative.

3.3.5.1. Richesse totale (S) et moyenne (s)

Les valeurs de la richesse totales des espèces aphidiennes inventoriés dans la région d'El Harrach (Alger) sont affichées dans le tableau 9

Tableau 9- Richesse moyenne et totales saisonnières des espèces de pucerons inventoriés dans la région d'El Harrach (Alger)

Années	2017			2018	
	P	E	A	P	E
Richesses totales saisonnières	7	5	7	7	7
Richesse totale (S)	8			8	
Richesse moyenne (s)	2,66			4	

Les richesses totales saisonnières des pucerons en 2017 varient entre 5 espèces en été, 7 en printemps et en Automne. En 2018, la richesse totale saisonnière est de 7 en printemps et en été. La richesse totale des pucerons aptères capturés est de 8 (Tab. 9).

3.3.5.2. Variations des espèces aphidiennes inféodés aux cultures ornementales de l'ENSA

Le Pittospore *Pittosporum tobira* héberge le plus grand nombre d'espèces de pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora*, et *Toxoptera aurantii*) suivi par laurier rose *Nerium oleander* d'où l'intérêt d'étudier leurs variations.

Dénombrement des pucerons aptères durant les périodes : 09/03/2017 au 19/12/2017 et de 13/03/2018 au 30/06/2018

Les abondances relatives des espèces d'Aphides sont rassemblées dans le tableau 10.

Tableau 10 - Abondances relatives des Aphides dans les espèces ornementales à l'ENSA.

Périodes	09/03/2017 au 19/12/2017				13/03/2018 au 30/06/2018			
	Pittospore		Laurier		Pittospore		Laurier	
	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	152	19,46	-	-	107	26,35	-	-
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	147	18,82	-	-	56	13,79	-	-
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	378	48,39	38	7,88	200	49,25	17	6,273
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	-	-	10	2,07	-	-	8	2,952
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841	75	9,60	-	-	39	9,63	-	-
<i>Aphis nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	-	-	434	90	-	-	246	90,77
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	29	3,71	-	-	4	0,98	-	-
Totaux	781	100	482	100	406	100	271	100

Ni : effectifs AR% : abondances relatives des espèces ; - : absence.

Le tableau ci-dessus montre l'existence de 5 espèces de pucerons sur les feuilles du Pittospore (*Aphis fabae*, *Aphis spiraecola*, *Aphis craccivora*, *Toxoptera aurantii* et *Myzus persicae*).

La prédominance de *Aphis fabae* et *Aphis spiraecola* est remarquable durant les deux périodes d'échantillonnage (2017/2018) avec (48,39 %, 49,25%) et (19,46%, 26,35%) respectivement.

Les autres espèces ne sont représentées que par de faibles populations, leur présence peut être expliquée par la présence de plusieurs plantes herbacées qui abritent souvent de nombreuses espèces et qui constitue un véritable réservoir.

Les colonies les plus denses sur *Nerium oleander* sont ceux de *Aphis nerii* (90% en 2017 et 2018). La présence de sa plante hôte principale a permis de coloniser pratiquement toutes les inflorescences et les tiges. Quelques feuilles sont infestées par *Aphis fabae* et *Aphis gossypii*.

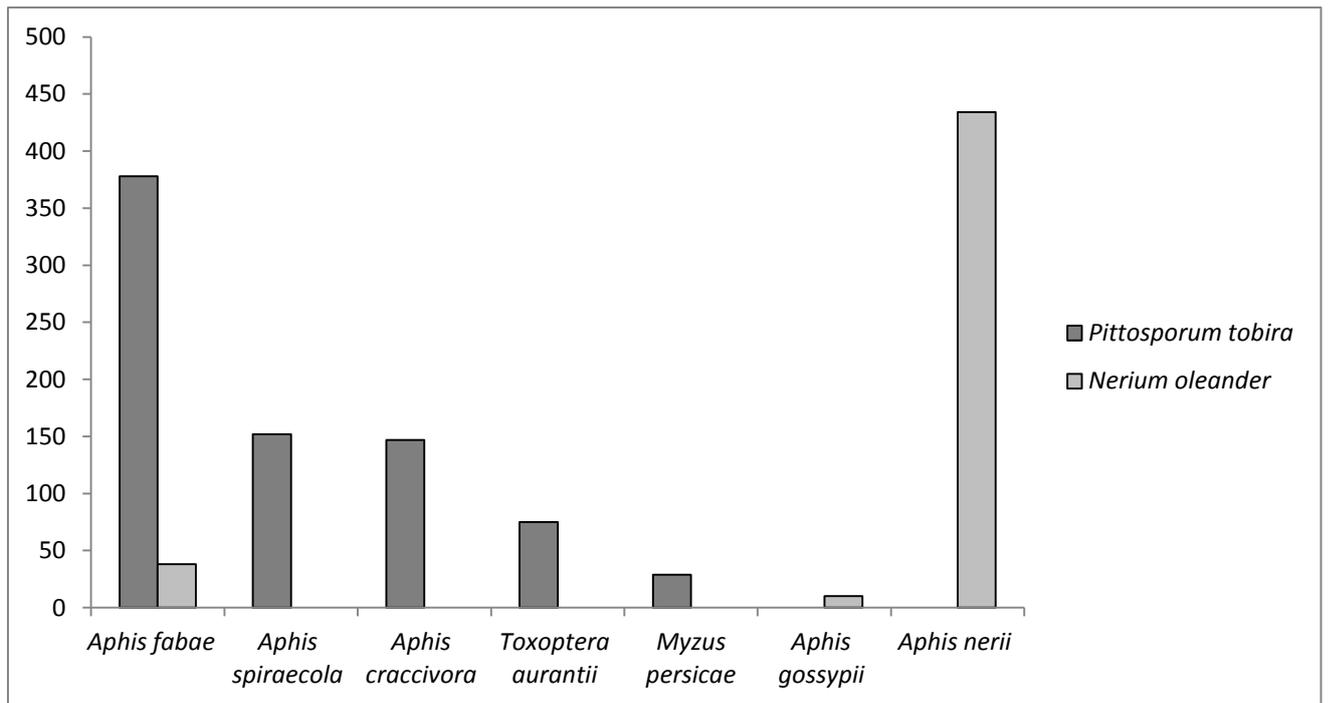


Fig.38a - Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur feuilles du Pittospore et de Laurier du 09/03/2017 au 19/12/2017

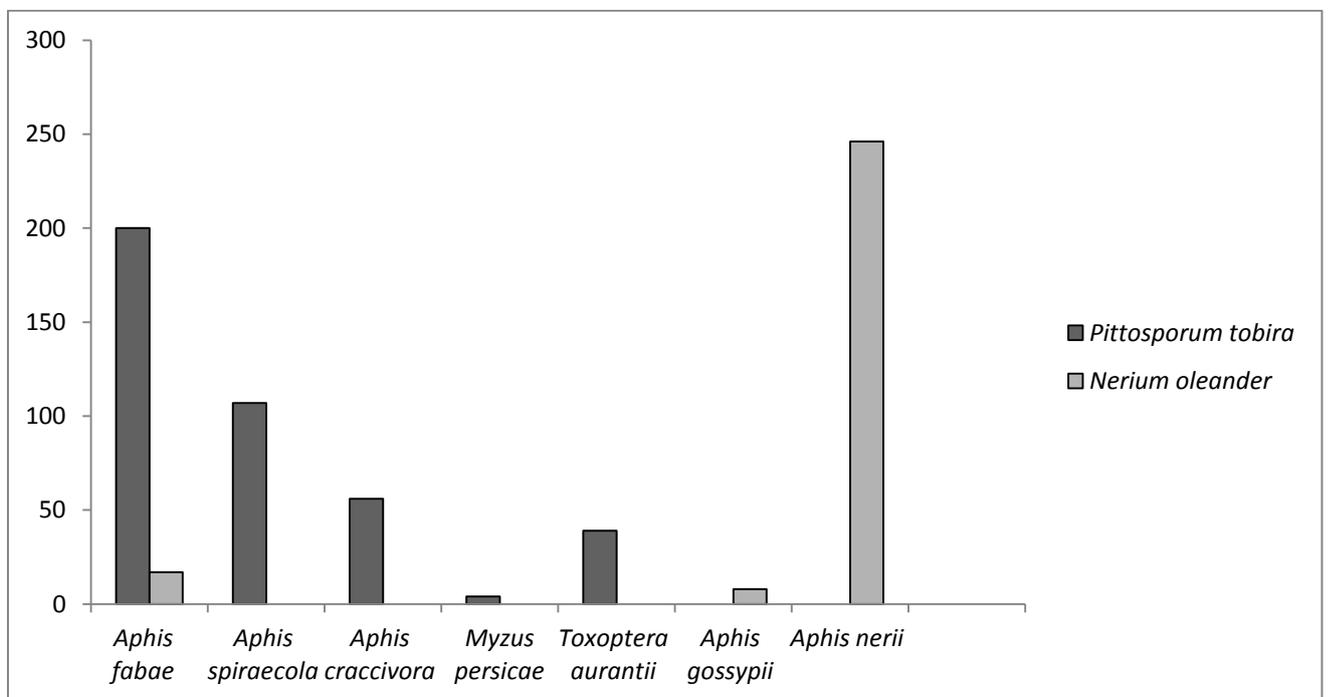


Fig.38b - Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur feuilles du Pittospore et de Laurier du 13/03/2018 au 30/06/2018

3.3.5.3. Evolution temporelle des populations des pucerons aptères sur les haies du Pittospore et sur laurier rose dans la station de l'ENSA

Le tableau 11 Nous donne les résultats du dénombrement des espèces aphidiennes sur les feuilles. Ces résultats sont représentés par les figures 39 a et 39 b.

Tableau 11 – Dénombrement des pucerons sur les feuilles de Pittospore et laurier rose

Pucerons	Cult	Année 2017										Année 2018			
		Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	sep	oct	nov	Dec	Mars	Avril	Mai	Juin
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	P	12	51	52	0	0	0	0	16	0	21	19	37	46	5
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis craccivora</i> Koch ,1854	P	9	29	48	32	0	0	0	6	9	14	5	11	35	5
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	P	17	124	118	54	5	0	0	13	0	47	13	78	91	21
	L	0	14	22	0	0	0	0	0	0	2	0	5	12	0
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0
<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841	P	13	22	17	8	0	0	0	4	2	9	0	13	17	9
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphis nerii</i> Boyer de Fonscolombe, 1841	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L	0	76	168	120	33	0	0	15	22	0	3	38	110	95
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	P	7	4	13	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P: *Pittosporum tobira* L: *Nerium oleander* Cult: Culture.

Les résultats obtenus lors des prélèvements effectués au cours de la période expérimentale, montrent durant laquelle l'apparition de deux périodes d'infestation, la première au printemps des deux années 2017, 2018, 5 espèces sont installées sur les feuilles du Pittospore, ce sont par ordre de prédominance : *Aphis fabae* qui présente les colonies les plus dense (124 en avril 2017, et 91 en mai 2018) suivi par *Aphis spiraeicola*, *Aphis craccivora*, *Toxoptera aurantii* et *Myzus persicae*. Durant cette période d'infestation, presque la moitié des feuilles de Laurier rose sont infestées par *Aphis nerii*, quant aux autres espèces *Aphis gossypii* et *Aphis fabae* sont installés sous formes de petites colonies.

La deuxième période s'étale de la mi-octobre à décembre 2017, les pucerons se développent en petites colonies sur les deux plantes, le nombre et la taille des colonies ainsi que le taux d'attaque des pousses ont moins importants par rapport à la première période d'infestation ceci est en relation avec l'alimentation c'est-à-dire l'état des parois végétales et la sève, et les conditions climatiques, surtout la température qui offre les meilleurs conditions de vie aux aphides.

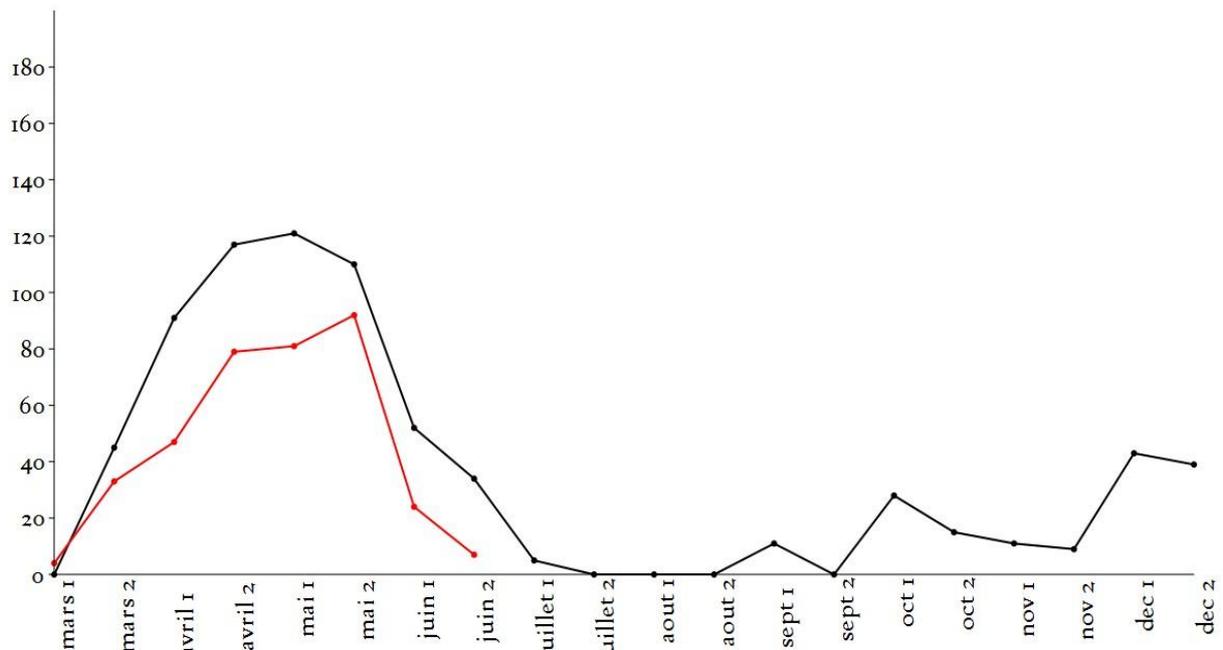


Figure -39a Évolution de la population global des aptères installée sur les feuilles de *Pittosporum tobira* durant les années 2017, 2018.

L'analyse des résultats (Tab11, Fig.39a) obtenus durant l'année 2017 montre une forte présence des pucerons qui s'étale sur trois périodes différentes :

La première période [début mars- fin juin], c'est la période d'infestation la plus intense qui coïncide avec l'apparition des jeunes pousses (fleurs, boutons floraux, jeunes feuilles) et l'élévation des températures, le développement des populations est par conséquent très rapide. Le nombre des colonies augmente pour atteindre le maximum vers la mi-mai avec un pic de 121 individus.

La deuxième période s'étale du début juillet 2017 à la fin septembre 2017, nous assistons à une chute brutale des populations des aptères pour atteindre un minimum de 00 individus vers le 10 juillet 2017. Cette disparition des colonies survient après l'intervention des prédateurs naturels, mais aussi les fortes températures et l'état des arbres qui sont affaiblies.

Les pullulations reprendront en octobre avec un accroissement des effectifs, c'est la troisième période durant laquelle nous enregistrerons un pic de 43 au début décembre sans dépasser le seuil de 121 individus. Cette période se caractérise par la douceur des températures.

Durant l'année 2018, Le suivi des infestations des populations aptères, a permis de connaître l'évolution de la population durant quatre mois (mars 2018 à juin 2018) à El Harrach. Les résultats montrent un développement rapide et progressive des aptères jusqu'à l'obtention d'un pic de 92 individus à la fin mai. Ce pic est tardif et moins intense par rapport à celui de 2017. La régression des populations au mois de juin peut être expliquée par les fortes températures et l'action des prédateurs naturels.

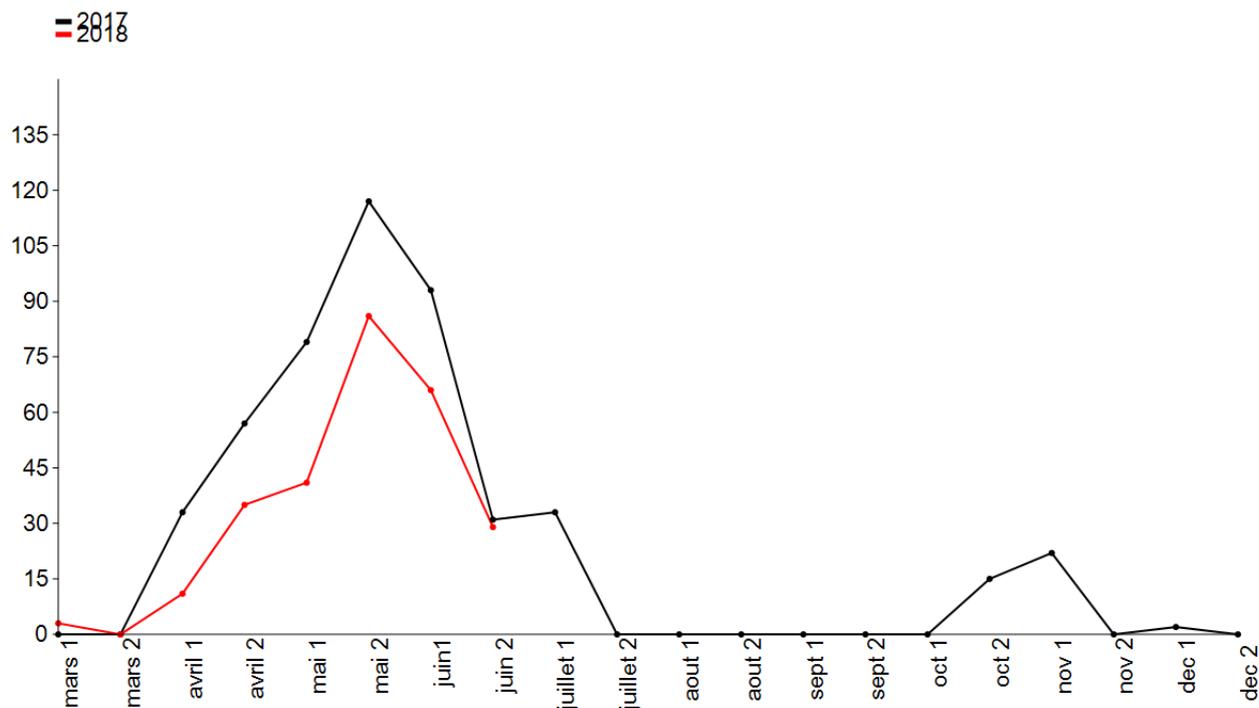


Figure- 39b - Évolution de la population global des aptères installée sur les feuilles de *Nerium oleander* durant les années 2017,2018

L'évolution globale des pucerons étudié par le suivi des aptères en 2017, montre leur forte présence durant la période qui s'étale de la mi-mars à la fin du mois de Juillet, avec un pic de 117 individus en fin mai. Deux semaines après, et avec les fortes températures, le nombre des pucerons commence à chuter, pour atteindre un minimum de zéro en juillet, cette situation persiste jusqu'au mois d'octobre. En automne, l'apparition des jeunes pousses favorise l'installation des colonies de pucerons ou nous enregistrons un pic de 22 au début novembre.

Les résultats de l'évolution de la population durant la période qui s'étale sur 16 semaines à partir de mars de l'année 2018, montrent que les aphides présentent une courbe d'activité unimodale, On observe quelques colonies de puceron tôt en début de mars puisque les conditions sont bonnes. Le nombre des colonies augmente progressivement pour atteindre un maximum de 86 individus vers la fin mai (19/05/2018), à partir de cette date le nombre commence à régresser surtout avec l'élévation des températures et l'activité un peu tardive des prédateurs naturels.

3.4. Etude et analyse qualitative des prédateurs naturels

Nous nous sommes intéressés aux prédateurs naturels des pucerons et plus particulièrement aux coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) qui présentent deux sortes de nourritures ; essentielle et alternative. Ce sont principalement des insectes utiles, leurs larves et leurs adultes se nourrissant de parasites, en particulier d'insectes et de pucerons (HOSEK et al. 2012, GIORGI et al. 2009). La végétation cultivée dans les villes abrite souvent un nombre énorme de Coccinellidae (GARDINER et al, 2013), souvent plus que sur des plantes similaires dans un paysage rural (LATIBARI et al, 2016). Dans le tableau suivant, ne sont mentionnées que les prédateurs naturels et certaines espèces de coccinelles liées plus au moins spécifiquement aux pucerons.

Tableau 12 - Liste des prédateurs naturels présents à la station de l'ENSA d'El Harrach.

Familles	Espèces	Habitat						
		a	b	c	d	e	f	g
Coccinellidae	<i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)							*
	<i>Rhyzobius chrysoloides</i> (Herbst, 1793)	*	*					
	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)				*			
	<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777		*				*	
	<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)			**	**	**		
	<i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant, 1846)	*						
	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	*		*				
	<i>Hyperaspis duvergeri</i> Fürsch, 1985							*
	<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	*						
	<i>Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)				*			
	<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)	*	*					
	<i>Scymnus suffrianioides</i> Sahlberg, 1913	*						
<i>Stethorus pusillus</i> (Herbst, 1797)	*	*						
Syrphidae	<i>Syrphus luniger</i>	*		*				
	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	*					*	
Chrysopidae	<i>Chrysoperla</i> sp	*	*				*	

a: *Pittosporum tobira*

b: *Nerium oleander*

c: *Salpichroa organifolia*

d: *Ficus retusa*

e: *Quercus ilex*

f : *Triticum durum*

g: Conifères

* espèces présentes

** **premier signalement en Algérie**

L'examen du tableau 12 montre la présence de 3 familles prédatrice des aphides, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidae, et les Chrysopidae. La première famille est prédominante avec 13 espèces, au sein de la famille des Coccinellidae, le groupe aphidiphages constitue le groupe le plus important (63,64%). La deuxième est représentée uniquement par deux espèces

qui sont *Syrphus luniger* et *Eristalis tenax* qui montrent une apparition précoce. Ils sont importants pour les humains agissant en tant que pollinisateurs (MARIN-ARMIJOS et al 2017). Leur activité est en fonction de la disponibilité des ressources florales. Les névroptères prédateurs, quant à eux, sont représentés par *Chrysoperla* sp. Ce prédateur possède une préférence pour les pucerons peu mobiles, cette espèce est présente dans la région d'El Harrach d'Avril à septembre. L'examen minutieux des feuilles révèle la présence d'œuf de Chrysopes.

La coccinelle *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) est enregistrée pour la première fois en Algérie (LAKHAL et al, 2018) avec une répartition géographique limitée qui comprend seulement deux localités à El Harrach. La présence de *Psyllobora vigintiduopunctata* est en relation avec la présence d'un champignon : l'oïdium sur lequel elle s'alimente. Les individus de l'espèce *Rodolia cardinalis* s'alimentent sur les diaspines inféodées aux *Pittosporum tobira*. Une nourriture alternative observée qui est constituée d'acariens est à l'origine de la présence de *Stethorus pusillus*

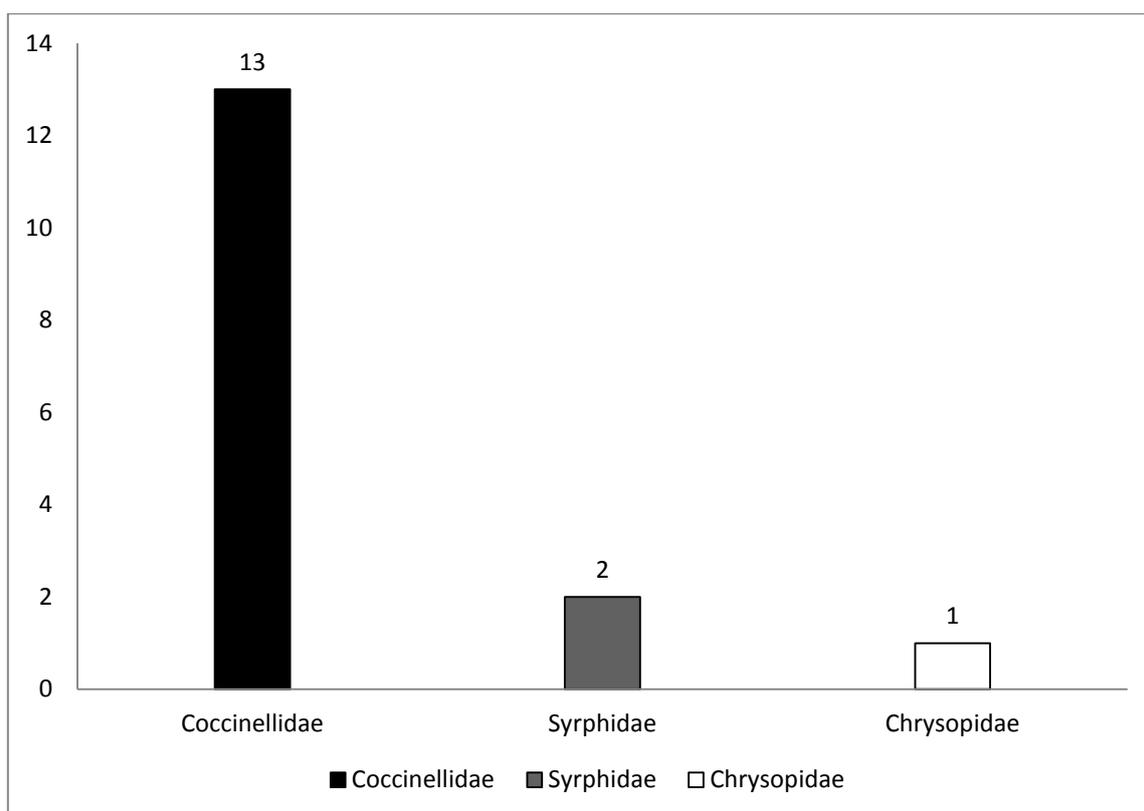


Figure 40 - La richesse spécifique des familles des prédateurs échantillonnées dans la région d'El Harrach.

3.4.1. Contribution potentielle des haies de bordure à la conservation des prédateurs naturels

Les haies de bordures des chemins de l'ENSA constituent d'importants lieux de refuge pour nombreuses espèces utiles de la faune prédatrice, plus de 15 espèces d'ennemis naturels de pucerons sont présentes (en dehors des Hyménoptères parasitoïdes!), les coccinelles hivernent dans les cavités des tiges sèches. Les haies jouent souvent un rôle de tampon entre des surfaces proches de l'état naturel et d'autres fortement exploitées par l'homme (ASPO, 2003). Le cycle de vie des prédateurs d'aphides est favorisé ce qui aidera à augmenter leur effectifs donc favoriser la lutte contre les pucerons (VILLENAVE & RAT-MORRIS, 2008).

Il est dès lors très important de conserver ces structures, en évitant de les faucher d'une manière sévère ou sporadique lors de l'entretien qui ne doit pas être excessive pour favoriser la dynamique et l'activité des prédateurs auxiliaires surtout ceux des aphides qui sont naturellement présent afin d'établir des relations et des interactions complexes entre les plantes-hôtes, les pucerons et leurs prédateurs naturels.

3.4.2. Relations tri-trophiques (plantes- pucerons - prédateurs)

Dans cette partie, nous allons déceler la préférence ou la tendance des espèces de coccinelles observées dans la station de l'ENSA vis-à-vis des plantes et des pucerons inventoriées, afin d'établir cette relation tri-trophique. Les résultats de la présente investigation sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau 13 - Différentes relations tritrophiques (plantes- pucerons - prédateurs) notées dans la station de l'ENSA d'El Harrach (Alger)

Prédateurs	Pucerons	Plantes
<i>Rhyzobius chrysomeloides</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Pittosporum tobira</i>
	<i>Aphis craccivora</i>	
	<i>Aphis fabae</i>	<i>Nerium oleander</i>
<i>Hippodamia variegata</i>	<i>Aphis nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>
<i>Oenopia conglobata</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Salpichroa organifolia</i>
<i>Oenopia dublieri</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Pittosporum tobira</i>
<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Nerium oleander</i>

Durant ce travail on a pu seulement noter un total de 7 associations tritrophiques établies par 5 espèces de coccinelles sur 13 trouvées dans la station de l'ENSA (Tableau 13). Le plus grand nombre d'associations a été enregistré chez *Rhyzobius chrysomeloides* (3 associations). Les relations proies - prédateurs sont difficilement identifiables, puisqu'elles nécessitent des observations directes de consommation de la proie qui sont rarement possibles en conditions

naturelles (NAVASSE, 2016). Surtout pour les coccinelles de petite taille (du genre *Scymnus*). La taille des coccinelles qui sont des spécialistes et des généralistes de l'alimentation par rapport à la taille des pucerons. La taille des spécialistes correspondra étroitement à celle de leurs proies, tandis que les généralistes, qui se nourrissent de proies de tailles diverses, seront de taille moyenne. Par conséquent, les spécialistes devraient afficher une plus grande diversité de tailles que les généralistes (HODEK et al., 2012). Pour les autres prédateurs, tel que les syrphes et les chrysopes, lorsqu'ils sont en vol, on ne peut que deviner le puceron exact utilisé.

3.4.3. Systématique des Coccinellidae

Les résultats des espèces de Coccinellidae prédatrices de pucerons dans la station de l'ENSA durant toute la période d'échantillonnage sont reportés dans le tableau 27 et assignés en 7 tribus dans le sens de SEAGO et al. (2011). La taxonomie des espèces et la synonymie suivent KOVAR (2007) et NEDVED (2015).

13 espèces ont pu être observées (Tab.14). Ainsi, de nombreuses larves, pupes et imagos ont été observés. Ces stades étant plus facilement détectables et identifiables pour les grands individus. Historiquement, les auteurs (SAHARAoui et GOURREAU 2000, SAHARAoui et HEMPTINNE, MAGRO 2014) ont mentionné seulement la présence des individus des Coccinellinae cela peut expliquer leur très forte représentation malgré une attention supposée équivalente portée aux deux sous familles (Fig. 41).

Tableau 14 – Liste des Coccinellidae prédatrices de pucerons dans la station de l'ENSA

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces
Coccinellinae	Chilocorini Mulsant, 1846	<i>Exochomus</i>	<i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Coccidulini Mulsant, 1846	<i>Rhyzobius</i>	<i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (Herbst, 1793)
	Coccinellini Latreille, 1807	<i>Adalia</i>	<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)
	Coccinellini Latreille, 1807	<i>Hippodamia</i>	<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777
	Coccinellini Latreille, 1807	<i>Oenopia</i>	<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)
	Coccinellini Latreille, 1807	<i>Oenopia</i>	<i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant, 1846)
	Coccinellini Latreille, 1807	<i>Psyllobora</i>	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)
	Hyperaspidini Mulsant, 1846	<i>Hyperaspis</i>	<i>Hyperaspis duvergeri</i> Fürsch, 1985
	Noviini Mulsant, 1846	<i>Rodolia</i>	<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)
	Scymnini Mulsant, 1846	<i>Nephus</i>	<i>Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)
	Scymnini Mulsant, 1846	<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)
	Scymnini Mulsant, 1846	<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus suffrianioides</i> Sahlberg, 1913
	Stethorini Dobzhansky, 1924	<i>Stethorus</i>	<i>Stethorus pussilus</i> (Herbst, 1797)

Les résultats du tableau 14 montrent que toutes les espèces appartiennent à la sous-famille des Coccinellinae, et révèlent l'existence de 13 espèces réparties en 7 tribus. La tribu des Coccinellini est représentée par 4 genres et 5 espèces, tandis que les Scymnini sont formés par 3 espèces, il s'agit de *Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi*, *Scymnus (Pullus) subvillosus*, et *Scymnus suffrianioides*. Le reste des tribus est représenté par un seul genre et une seule espèce.

3.4.4. Phénologie des Coccinellidae

Sous-famille des Coccinellinae

En se basant sur les individus capturés et nos prospections, nous avons pu établir les périodes d'observations des espèces de coccinelles dans la station de l'ENSA d'el Harrach. Dans cette région, certaines espèces apparaissent sur trois saisons différentes le printemps, l'été et l'automne comme *Hippodamia variegata*, *Stethorus pumilus*, *Psyllobora vigintiduopunctata*, *Scymnus (Pullus) subvillosus* et *Rodolia cardinalis* alors que d'autres ont une période d'observation très courte ne dépassant pas deux mois, telles que *Rhyzobius chrysomeloides*, *Oenopia doublieri* et *Scymnus suffrianioides*. Enfin, certaines espèces qui ont été signalées uniquement durant un seul mois tel est le cas pour *Exochomus quadripustulatus*, *Hyperaspis duvergeri* et *Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi*.

***Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus, 1758)** : observation le 20/10/2018 à l'ENSA El Harrach.

***Rhyzobius chrysomeloides* (Herbst, 1793)** : contactée d'avril à juin, mais n'est notée que par un très faible nombre d'observations (3 occurrences)

***Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)** : Probablement assez commune, mais nous l'avons observée une seule fois le 24/04/2017 dans le cadre de cette étude, et plus précisément sur *Ficus* près de l'ENSA. Les spécimens trouvés présentent une mixture de caractères entre *Adalia decempunctata* et *Adalia conglomerata* (voir tableau 3 de l'article : LAKHAL et al, 2018).

***Hippodamia variegata* Goeze, 1777** : connue sous différents morphes. Elle a été observée d'Avril jusqu'au mois de Juin à l'ENSA, les adultes de cette espèce sont très actifs sur *Nerium oleander* souvent infestés de pucerons où elle peut alors être abondante. Elle s'observe également au niveau de la strate herbacée (Blé et pelouses).

***Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758)** : Elle a été trouvée de Mars à Avril mais la majorité des observations se rapportent au mois d'avril. L'espèce est à rechercher dans d'autres zones.

***Oenopia doublieri* (Mulsant, 1846)** : Cette espèce a été trouvée la plupart du temps sur *Pittosporum tobira*. Mars avril

***Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus, 1758)** : Observée de Mars à Mai. D'autres observations pré hivernales faites au mois d'octobre et novembre. Elle est rencontrée sur les parties végétales de *Salpichroa origanifolia* et *Pittosporum tobira* qui sont touchés par l'oïdium dont elle se nourrit.

***Hyperaspis duvergeri* Fürsch, 1985** : l'unique observation est faite le 09/03/2017 sur conifère

***Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850)** : prédateur spécifique de *Icerya purchasi* elle a été observée trois fois, en Mai, Juin, Octobre et février sur le Pittospore de chine.

***Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi* (Sicard, 1923)** : La seule observation de ce *Nephus* probablement rare est faite au mois de mai sur *Ficus retusa*.

***Scymnus (Pullus) subvillosus* (Goeze, 1777)** : petite coccinelle velue, contactée d'avril à Juin, Ce *Scymnus* été observé en octobre sur Laurier rose.

***Scymnus suffrianioides* Sahlberg, 1913** : Les observations sont étalées d'avril à début Juin.

***Stethorus pussilus* (Herbst, 1797)** : très petite de taille, sa détection est difficile, s'observe en avril-Mai parfois en octobre.

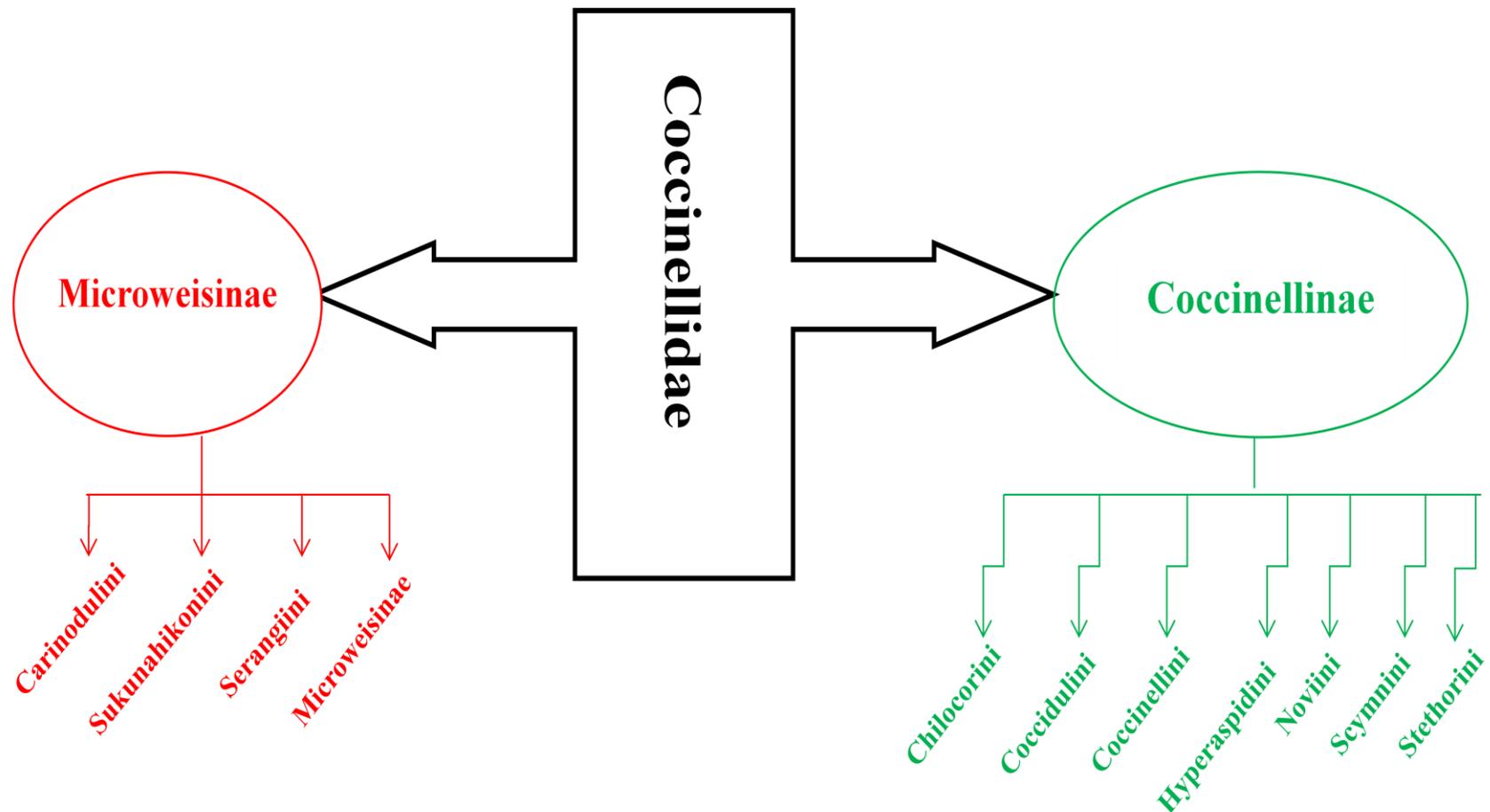
Dans le tableau 16, nous avons présenté l’inventaire des Coccinellidae observés durant cette étude, en face du nom d’espèce, la phénologie respective :

Tableau 16 – période d’apparition des coccinelles dans la station de l’ENSA d’El Harrach.

espèces	Mar	Avr	Mai	Ju	Jul	At	sep	oct	Nov	Dec
<i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)										
<i>Rhyzobius chrysoloides</i> (Herbst, 1793)		==	==	==	==	==				
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)		—								
<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777			██████████						█	
<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)		====								
<i>Oenopia doublieri</i> (Mulsant, 1846)		====								
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)		██████████						██████████		
<i>Hyperaspis duvergeri</i> Fürsch, 1985									
<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)				██████████				██████████		
<i>Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)									
<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)		====						==		
<i>Scymnus suffrianioides</i> Sahlberg, 1913		==	==	==	==	==				
<i>Stethorus pusillus</i> (Herbst, 1797)		==	==	==	==			==	==	

D’une manière générale il semble que la période idéale pour les Coccinellidae s’étend sur le printemps et l’été. Les premiers individus de coccinelles sont observés à partir du début mars.

Remarque : La surface des rectangles est proportionnelle à l’importance de ces espèces.



Remarque :

La famille des Coccinellidae est divisée en deux sous familles: Microweisinae Leng 1920, et Coccinellinae Latreille, 1807, durant notre étude tous les individus de coccinelles trouvés appartiennent à la deuxième sous famille. La famille des Microweisinae et ses quatre tribus n'existent pas en Algérie.

Figure 41 - Dendrogramme présentant les tribus des Coccinellidae prédatrices trouvées à la station de l'ENSA (originale)

3.4.5. Proportion des différentes tribus de la famille des Coccinellidae

Les résultats reportés dans le tableau 15 montrent une prédominance de la tribu des Coccinellini (38,5%) avec 5 espèces différentes (Tab.15). Ces derniers sont représentés beaucoup plus par le genre *Oenopia* avec 2 espèces. Ensuite viennent les *Scymnini* qui sont représentées par 3 espèces (23,1%). Enfin, le reste des tribus sont représentées par une seule espèce.

Tableau 15– Abondance relative (AR %) des différentes tribus des Coccinellidae **trouvés**

Tribus	N	AR%
Chilocorini	1	7,69
Coccidulini	1	7,69
Coccinellini	5	38,5
Hyperaspidini	1	7,69
Noviini	1	7,69
Scymnini	3	23,1
Stethorini	1	7,69
Total	13	100

N : nombre d'espèces recensées

AR% : abondance relative

3.4.5.1. Comparaison des résultats de Coccinellidae obtenus à la station de l'ENSA avec ceux obtenus à la cité universitaire de Bouraoui Ammar CUBA

Dans cette partie, on va comparer la faune des coccinelles dans deux stations adjacentes situées dans la région d'El Harrach et révéler les similarités par l'utilisation de l'indice de SORENSEN. Les résultats sont mentionnés dans les tableaux 17 et 18.

Tableau 17– Tableau comparatif des coccinelles entre les deux stations d'El Harrach.

Espèces	ENSA	CUBA
<i>Exochomus quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
<i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (Herbst, 1793)	+	-
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	-	+
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) **	-	+
<i>Hippodamia variegata</i> Goeze, 1777	+	+
<i>Myrrha octodecimguttata</i>	-	+
<i>Hyperaspis Duvergeri</i> Fürsch, 1985	+	-
<i>Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)	+	-
<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-
<i>Oenopia dublieri</i> (Mulsant, 1846)	+	+

<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
<i>Novius cruentatus</i>	-	+
<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	+	+
<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> (Goeze, 1777)	+	+
<i>Scymnus suffrianioides</i> Sahlberg, 1913	+	-
<i>Stethorus pussilus</i> (Herbst, 1797)	+	+

+ : présence - : Absence ** premier signalement en Algérie

Durant cette étude, nous notons la présence de 13 espèces de coccinelles à l'ENSA, et 11 à CUBA. Cette petite différence est peut-être dû au nombre de plantes hôtes pouvant abriter les proies préférentiels de ces coccinelles (composition floristique des deux stations), donc le nombre des espèces dépend du nombre de proies, rajouter à cela la différence des micro climats ce qui explique leur répartition en fonction de l'espèce végétale. La coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* est totalement absente au cours des relevés effectués à l'ENSA (Tab.17), sa présence à la deuxième station (CUBA) est peut être en relation avec les conditions qui sont plus idéales en présence d'une diversité des plantes herbacées qui constituent un habitat préférentiel, mais son observation est en décroissance par rapport aux années précédentes, ce phénomène est peut être le résultat de l'activité humaine, leur effet sur les communautés de coccinelles est susceptible d'être vaste à long terme. Selon HONEK A et al ,2017 la proportion composée de grandes espèces aphidophages diminuent et celle des espèces aphidophages de taille moyenne augmente avec une latitude décroissante. En plus, en zones méditerranée les espèces aphidophages sont largement remplacées par de petites espèces de Scymnini coccidophages (SOARES et al ,2017) (LAMI et al ,2016). Cette diminution de la proportion de grandes espèces de Coccinellidae, peut être due à plusieurs facteurs.

La lecture du tableau 17 montre que les espèces *Coccinella septempunctata*, *Myrrha octodecimguttata*, *Novius cruentatus* et *Harmonia axyridis* sont présentes seulement dans la station CUBA, la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* est enregistrée pour la première dans la station d'El Harrach (station CUBA) et en Algérie (LAKHAL et al, 2018) par contre elle n'a pas été encore arrivée à la station de l'ENSA malgré leur situation géographique adjacente. Un groupe de coccinelles composé des espèces : *Rhyzobius chrysoloides*, *Oenopia conglobata*, *Hyperaspis Duvergeri*, *Exochomus quadripustulatus*, et *Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi* est seulement observé à la station de l'ENSA, les prédateurs des Pseudococcines sont représentés par les espèces *Exochomus quadripustulatus*, et *Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi*. Le nombre des espèces communes entre les deux stations est de 7

espèces, dont *Stethorus pussilus* est la seule espèce prédatrice d'acariens trouvée vu la disponibilité de sa proie préférentielle (acarien phytophages) dans les deux stations.

3.4.5.2. L'indice de similarité de Sorensen

L'indice de similarité de Sorensen est utilisé pour comparer les résultats de Coccinellidae obtenus durant cette étude entre deux stations appartenant à la même région d'El Harrach. Les résultats reportés dans le tableau 18, montrent l'existence de 7 espèces qui sont communes aux deux stations. De ce fait l'indice de Sorensen indique une similarité égale à 0,58 ou 58 % (Tab.18). Les espèces communes aux deux stations correspondent à 58 %.

Tableau 18 – Résultat de l'indice de Sorensen

Stations	ENSA	CUBA
Richesse	13	11
C	7	
ENSA	1	0,58
CUBA	0,58	1

C : espèces en commun

Ce taux exprime une importante similarité entre les espèces de coccinelles recensées dans les deux stations, et indique une perturbation de certaines espèces qui ne trouvent pas les conditions microclimatiques idéales pour se maintenir.

Pour résumer, comme nous avons pu le voir, les coccinelles sont largement majoritaires, les résultats obtenus mettent en évidence le caractère dominant des coccinelles aphidiphages, en l'absence de pucerons, les Coccinelles se nourrissent de pollens et sont donc présentes pour accueillir les premiers pucerons. Par ailleurs, la diversité de Syrphidae est particulièrement moyenne mais avec abondance importante, Quant aux Chrysopidae, *Chrysoperla* sp représente la totalité des captures.

De nouvelles espèces sont apparues, c'est le cas des coccinelles: *Harmonia axyridis* et *Oenopia conglobata*, tandis que d'autres ont disparues comme *Adalia bipunctata* sous l'effet des changements climatiques et l'anthropisation (Fig.42).

Les plantes ornementales et spécialement les haies peuvent fournir un abri aux auxiliaires face à des conditions climatiques et anthropiques défavorables ainsi qu'une source d'alimentation plus variée (hôtes et proies de substitution, nectar et miellat). (TAILLADE ,2015)

Plusieurs espèces ornementales ont été choisies au cours de cette étude, principalement les haies composites qui peuvent servir de sites d'alimentation aux prédateurs, grâce à la présence des pucerons. Les différentes strates choisies permettent de multiplier les microclimats et les ressources trophiques et donc les niches écologiques, en plus Certains prédateurs naturels des pucerons passent une partie de leur cycle dans des structures végétales non productives, (BOREAU DE ROINCE, 2012). La végétation cultivée dans les villes abrite souvent un nombre énorme de Coccinellidae (GARDINER *et al*, 2013)

3.5. Cas de la région de Mouzaia, Blida

A / Etude des Pucerons

Les milieux agricoles choisis sont représentés par 3 cultures, un verger de poirier, et un verger de pêcher (station arboricole) et une parcelle de blé dur (grande culture)

3.5.1. Résultats de l'inventaire global des pucerons trouvés dans la région de Mouzaia (Blida)

Les résultats de l'inventaire des pucerons effectué dans la région Blida sont dressés dans le tableau 19. Le travail est mené durant deux périodes, soit au printemps, été et en automne de 2017 à 2018.

Tableau 19 – Liste des espèces de pucerons recensées dans la région de **Mouzaia** (Blida)

Sous familles	Tribus	Genres	Espèces	2017			2018	
				P	E	A	P	E
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>Aphis craccivora</i> Koch ,1854	+	-	+	-	-
			<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	+	+	+	+	-
			<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	-	+	+	+	-
			<i>Aphis nerii</i> Boyer de fonscolombe, 1841	-	+	+	+	+
			<i>Aphis umbrella</i> (Börner, 1950)	-	-	-	+	+
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	+
	Macrosiphini	<i>Brachycaudus</i>	<i>Brachycaudus</i> sp Van der Goot, 1913	+	+	-	-	-
		<i>Dysaphis</i>	<i>Dysaphis pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	+	+	-	+	+
		<i>Myzus</i>	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	+	+	+	+	-
		<i>Hyperomyzus</i>	<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	-

P : printemps ; E : été ; A : automne + : presence de puceron ; - : absence de puceron

Les résultats des espèces aphidiennes de la région de Blida (Mouzaia) sont reportés dans le tableau 16 font apparaitre 10 espèces de pucerons, ils sont recensées selon les tribus et genres. Nous avons 6 genres et 3 tribus, dont la tribu des Aphidini est la plus représentées en espèces (6) avec deux genres différents. La tribu des Macrosiphini est la plus représentée en genres (4), et quatre espèces (Tab.19).

3.5.1.1. Résultats comparatif de l'inventaire des pucerons ailés trouvés dans les trois cultures

La comparaison entre les différentes parcelles d'études concernant les, est faite à partir des résultats enregistrés dans le tableau 20.

Tableau 20 – Comparatif de l'inventaire des pucerons ailés trouvés dans trois cultures différentes à Blida.

Espèces	parcelles d'étude			adventices
	Poirier	pêcher	blé	Mal.par
<i>Aphis craccivora</i> Koch ,1854	+	+	-	-
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	+	+	+	-
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	-	+	-	-
<i>Aphis nerii</i> Boyer de fonscolombe, 1841	-	-	-	+
<i>Aphis umbrella</i> (Börner, 1950)	-	-	-	+
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-
<i>Brachycaudus</i> sp Van der Goot, 1913	-	+	-	-
<i>Dysaphis pyri</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841)	+	+	-	-
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	+	+	-	-
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-	-

- : absence d'individus ; + : présence d'individus ; Mal.par : *Malva parviflora* : mauve a petites fleurs

L'analyse du tableau montre une prédominance des espèces aphidiennes dans la parcelle de pêcher, avec 7 espèces recensées devant 5 espèces pour le verger de poirier, et 2 espèces pour la parcelle de blé. Nous notons également la présence des deux espèces *Aphis umbrella*, et *Aphis nerii* sur l'espèce adventice végétale *Malva parviflora*. L'espèce commune entre ces trois cultures est *Aphis fabae* sur lesquelles elle forme des colonies compactes de plusieurs centaines d'individus. Parmi les 5 espèces de pucerons recensées dans le verger de poirier, une seule est propre à ce dernier, il s'agit de *Dysaphis pyri*. Le puceron *Myzus persicae* est l'espèce ravageuse majeure du pêcher. Ce dernier provoque généralement le flétrissement des feuilles et une nécrose des tissus. *Rhopalosiphum padi* est une espèce caractéristique des céréales. Les espèces *Aphis craccivora*, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, se retrouvent à la fois dans les deux vergers (poirier et pêcher) qui sont adjacents, le passage et la dispersion de ces pucerons se fait par le vent, c'est pucerons ont donc une affinité aux milieux arboricoles riches en végétation.

3.5.1.2. Fluctuations des espèces de pucerons ailés capturés par les pièges jaunes dans la région de Mouzaia, BLIDA

Les vols des aphides capturés par les pièges jaunes dans les trois cultures étudiées de la région de Mouzaia sont représentés en 2017, et en 2018 par les courbes d'activités saisonnières de vol.

3.5.1.2.1. Courbes de vol de pucerons de la station arboricole :

- **Courbes de vol des pucerons du verger de pêcher**

Les vols des aphides sont représentés en verger de pêcher en 2017, et 2018 par ceux des espèces : *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Brachycaudus* sp, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae* et *Hyperomyzus lactucae*. (Voir Fig.43 A, B, C, D, E, F, G)

- **Courbes de vol des pucerons du verger de poirier**

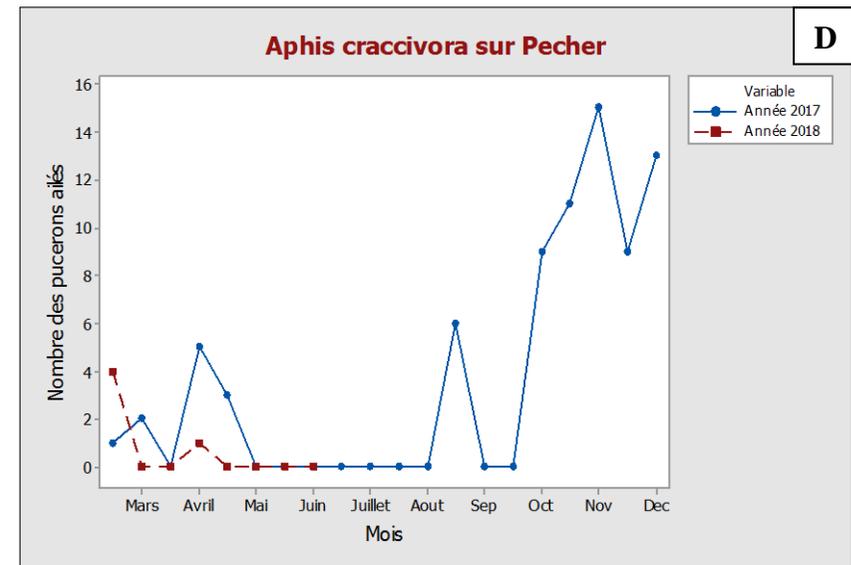
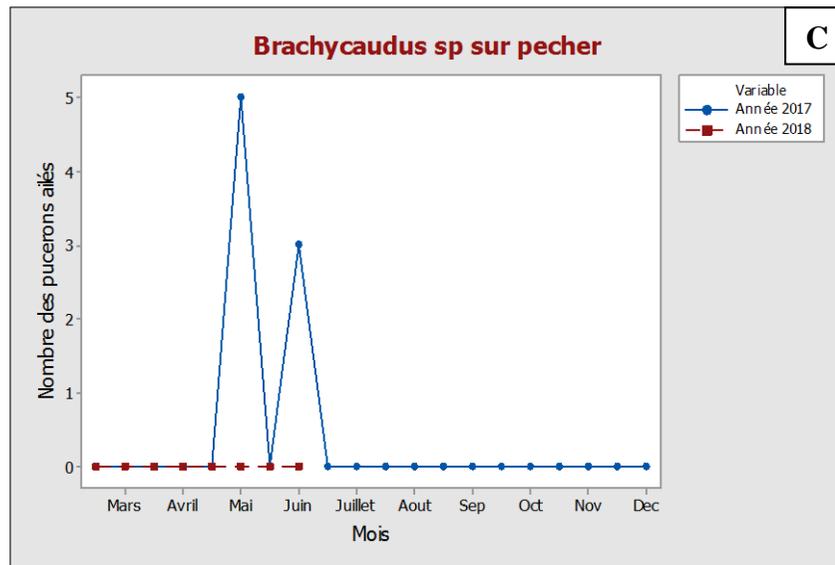
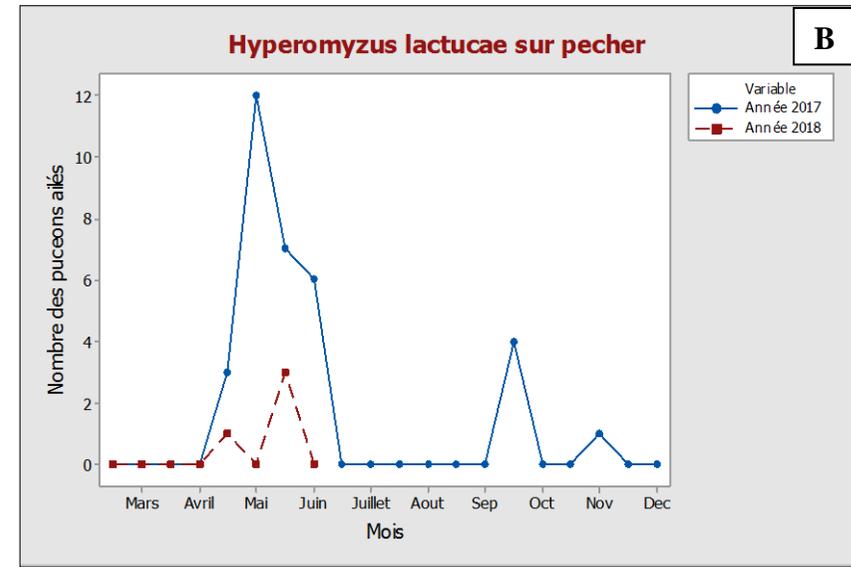
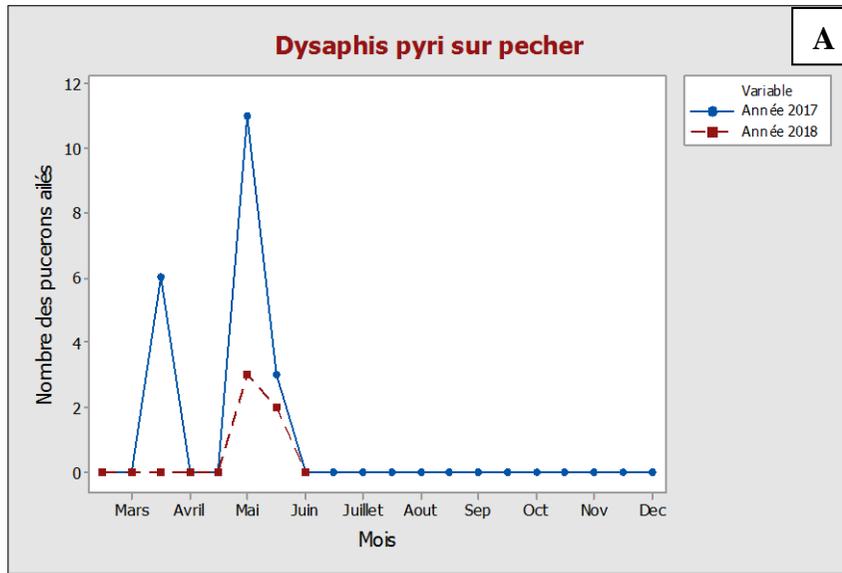
Les vols des aphides sont représentés en verger de poirier en 2017, et 2018 par ceux des espèces : *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae* et *Hyperomyzus lactucae*. (Voir Fig.43 H, I, J, K, L)

3.5.1.2.2. Courbes de vol de pucerons de la station de grande culture :

- **Courbes de vol des pucerons de blé dur**

Les vols des aphides sont représentés sur la parcelle de blé en 2017, et 2018 par ceux des espèces : *Aphis fabae*, et *Rhopalosiphum padi*. (Voir Fig.43 M, N)

L'analyse des résultats des captures des différentes espèces de pucerons durant les deux années 2017 et 2018 dans la région de Blida, montre que la majorité des espèces présentent des courbes de type bimodale. Quant à l'espèce *Dysaphis pyri* présente une courbe de vol de type monomodale (Fig. 43H).



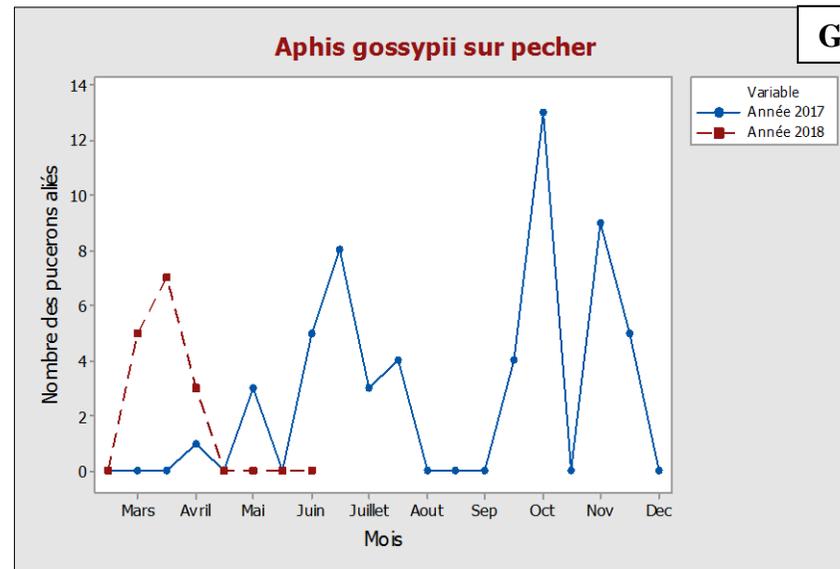
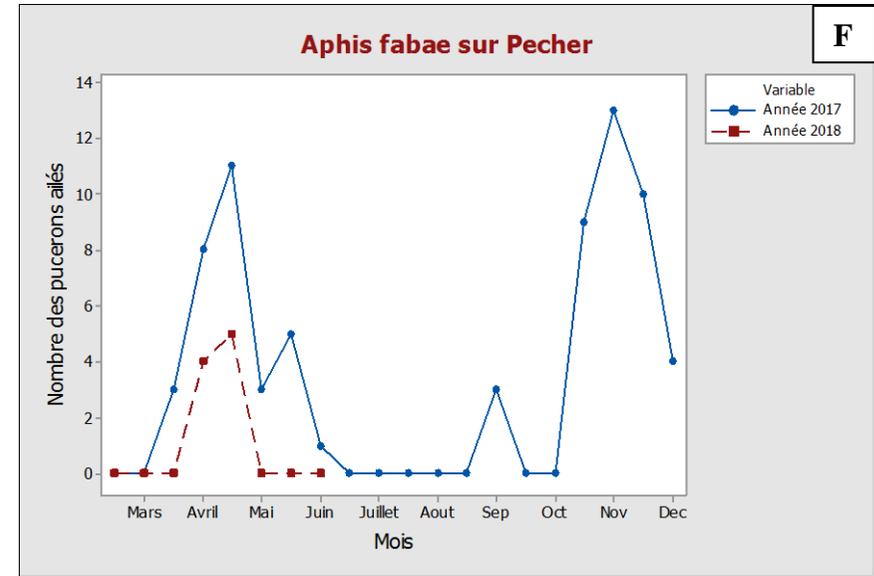
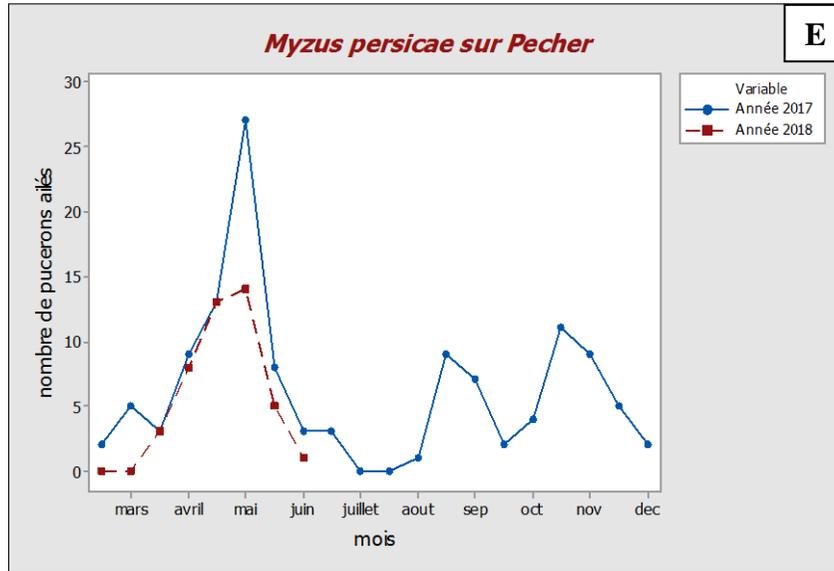
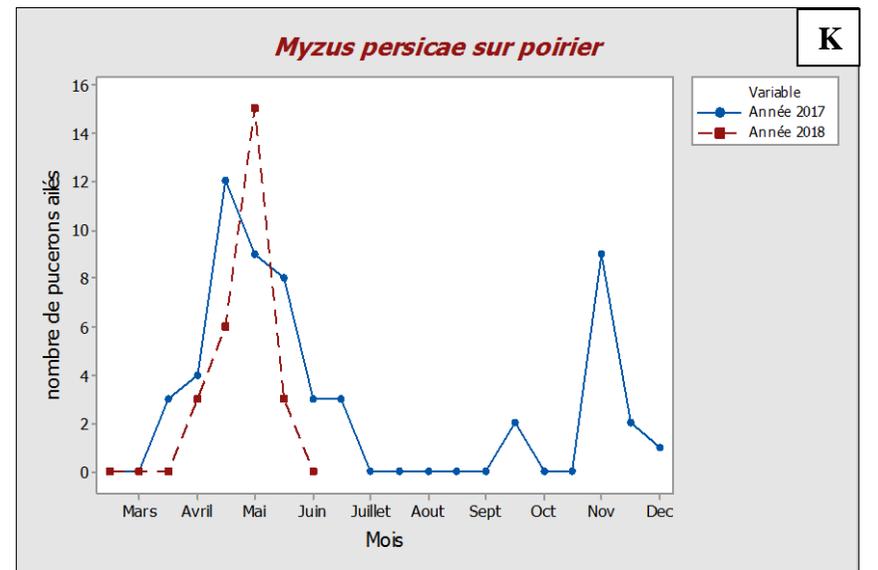
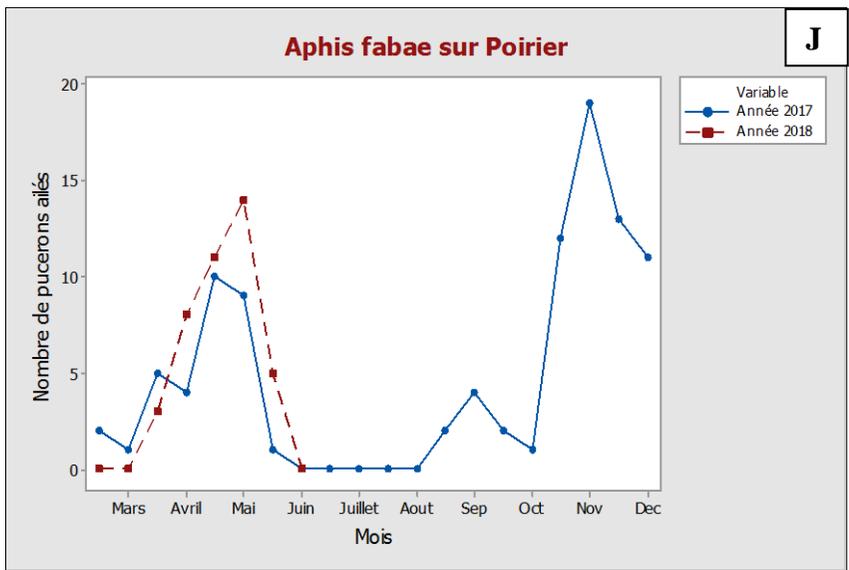
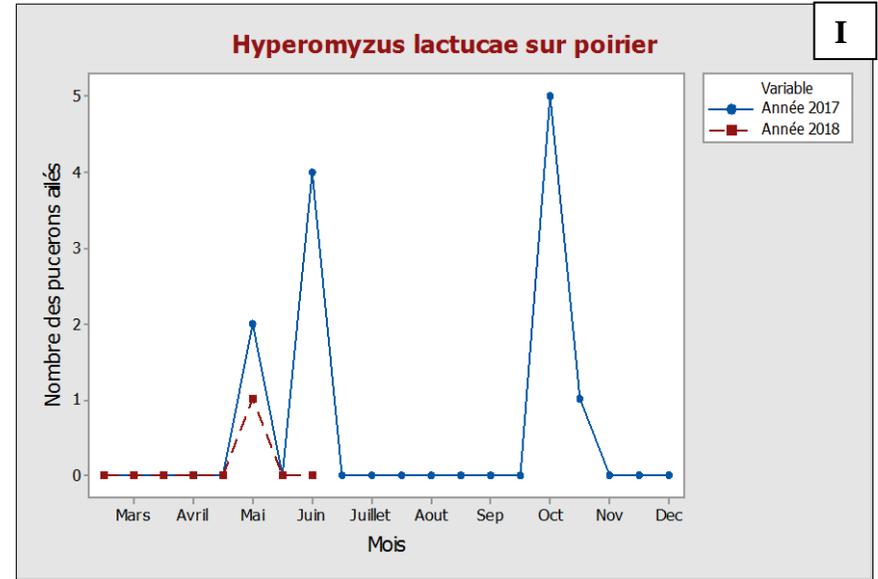
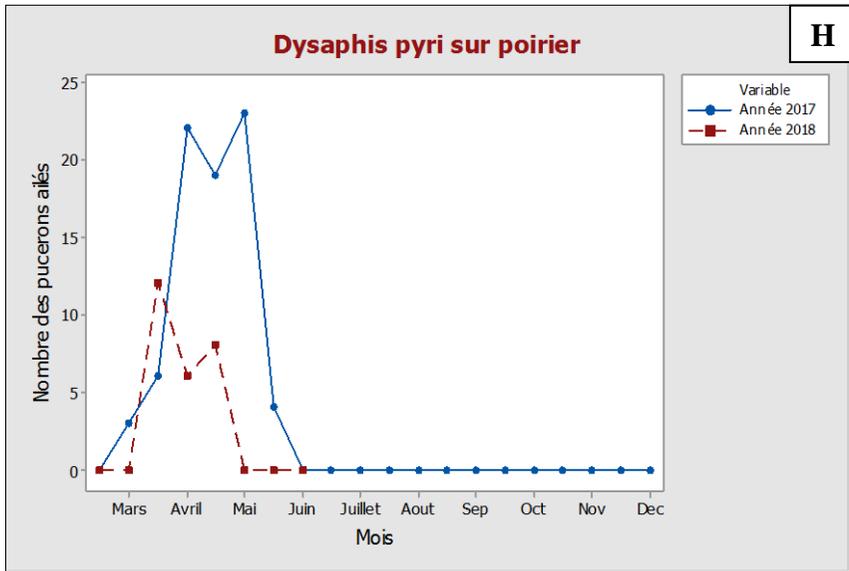


Figure 43 – (A) (B) (C) (D) (E) (F) (G) Courbes de vol des pucerons du verger de pêcher



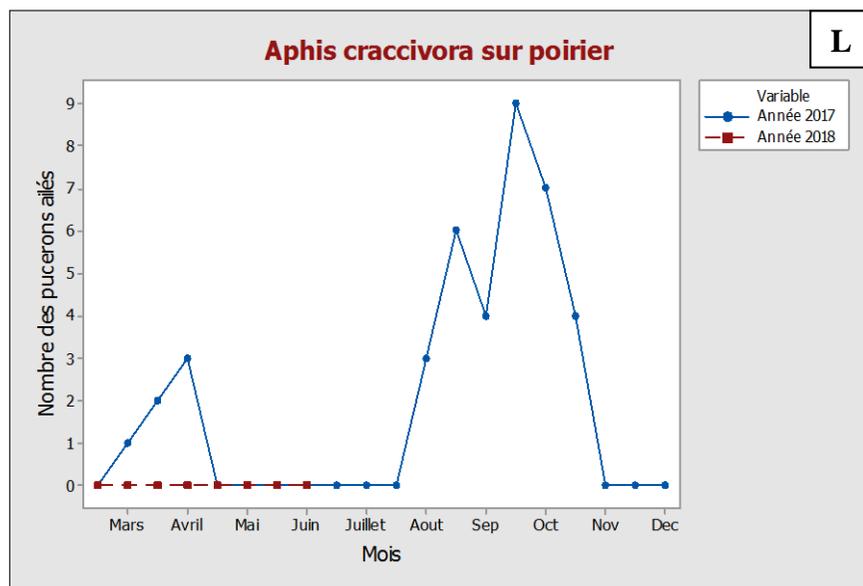


Figure 43 – (H) (I) (J) (K) (L) Courbes de vol des pucerons du verger de poirier

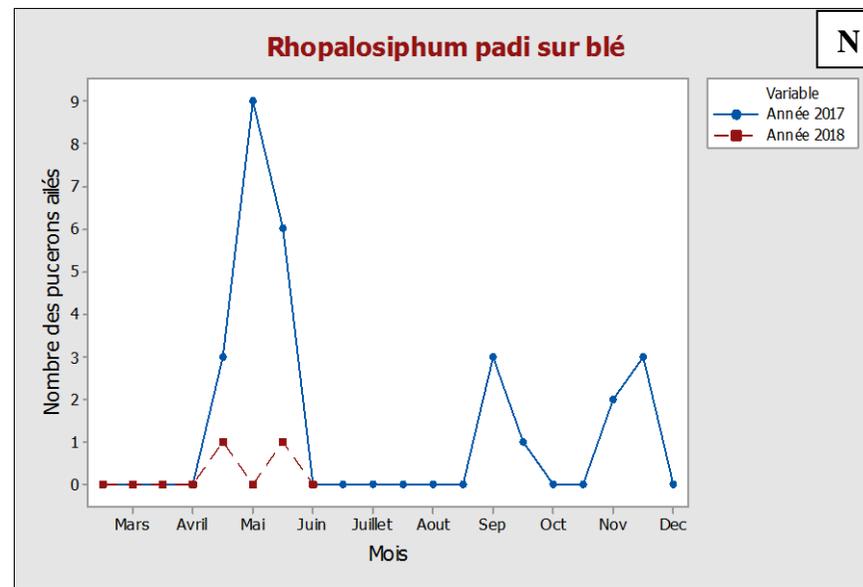
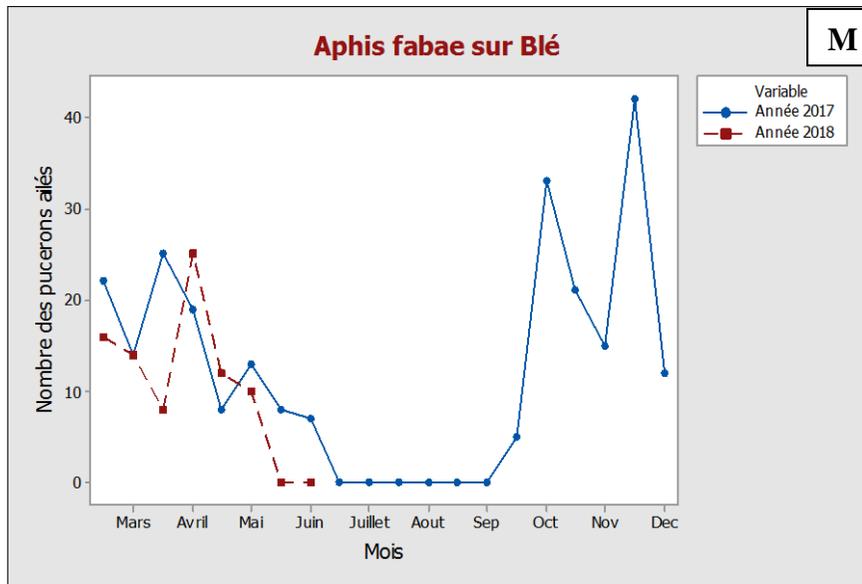


Figure 43 – (M) (N) Courbes de vol des pucerons de blé dur

Figure 43 – Courbes de vol des pucerons capturés par les pièges jaunes dans la région de Mouzaia, BLIDA

3.5.2. Exploitation des résultats des aphides ailés par des indices écologiques de composition

Les espèces piégées dans les pièges jaunes dans la station Mouzaia (Blida) sont exploitées par les richesses totales (S) et moyennes (s) et par l'abondance relative (A.R. %).

3.5.2.1. Abondances relatives (A.R. %)

Les effectifs et les abondances relatives des espèces piégées sont présentées dans le tableau 21.

Tableau 21 – Abondances relatives des espèces de pucerons dans la station Mouzaia en 2017-2018

Cultures	Poirier				pêcher				Blé			
	2017		2018		2017		2018		2017		2018	
Années	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Paramètres</i>	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Aphis craccivora</i> Koch ,1854	39	13,98	0	0	74	19,4	5	6,1	-	-	-	-
<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763	96	34,41	50	50	70	18,4	9	11	244	90,04	85	97,7
<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	-	-	-	-	55	14,4	15	18,3	-	-	-	-
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	27	9,963	2	2,3
<i>Brachycaudus</i> sp Van der Goot, 1913	-	-	-	-	8	2,1	0	0	-	-	-	-
<i>Dysaphis pyri</i> (Boyer de Fonscolombe)	77	27,6	26	23,03	20	5,25	5	6,1	-	-	-	-
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	55	19,71	27	26,21	121	31,8	44	53,7	-	-	-	-
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus, 1758)	12	4,301	0	0	33	8,66	4	4,88	-	-	-	-
Total	279	100	103	100	381	100	82	100	271	100	87	100

Ni : effectifs AR% : abondances relatives des espèces

L'examen du tableau fait sortir les différents effectifs et fréquences trouvés pour chaque espèce d'Aphididae dans les trois parcelles d'étude de la région de Mouzaia. En ce qui concerne le nombre total d'individus par espèce et par parcelle, nous remarquons que durant les années 2017, 2018 l'espèce *Aphis fabae* présente l'effectif le plus élevé au niveau des deux parcelles avec un maximum de 244 (AR% = 90,04 %) individus enregistrés en 2017 dans la parcelle de blé dur, et 96 individus dans le verger de poirier (AR% = 34,41 %) (Tab. 21). Tandis qu'au niveau du verger de pêcher c'est le puceron *Myzus persicae* qui domine avec 121 individus (AR % = 31,8%) en 2017, et avec 44 individus (AR% = 53,7%) en 2018. Dans le verger de poirier et de pêcher, la seconde place en 2017 est occupée par *Dysaphis pyri* et *Aphis craccivora* avec respectivement un taux de 27,6% et 19,4%, en 2018 c'est *Myzus persicae* qui vient en deuxième place dans le verger de poirier avec 26,21% et *Aphis gossypii* avec 18,3% dans le verger de pêcher. Loin derrière on trouve des espèces telles que : *Rhopalosiphum padi*, *Brachycaudus* sp, et *Hyperomyzus lactucae*.

3.5.2.2. Richesse totale (S)

Les valeurs des richesses totales et moyennes des Aphides capturés à l'aide des pièges jaunes sur les trois cultures de la période allant de mois de mars 2017 jusqu'en juin 2018 sont rassemblées dans le tableau 22.

Tableau 22 – Richesses totales mois par mois comptées dans la station de Mouzaia 2017-2018

Année	2017										2018			
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III	IV	V	VI
Pêcher	2	5	7	6	2	2	3	3	5	5	2	4	4	3
Poirier	4	4	4	4	1	1	2	4	3	2	0	3	4	2
Blé	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1

Les richesses totales des pucerons échantillonnés dans la station de Mouzaia varient en fonction des mois et des années. En effet, dans le verger de pêcher, elle varie entre 2 et 7 espèces durant l'année 2017 et de 2 à 4 en 2018. Dans le verger de poirier, elle varie entre 1 et 4 espèces en 2017, puis de 0 à 4 espèces en 2018. Dans la parcelle de blé dur, Les richesses mensuelles varient entre 0 et 2 durant la période d'étude (2017/2018).

Les mois les plus pauvres en espèces durant l'année 2017 sont juillet, et aout avec 3 espèces, et les plus riches sont mai et juin avec 12 et 11 espèces respectivement. Durant l'année 2018, c'est le mois de mars qui est le moins riche en espèce (3 espèces), avec un maximum en mai (10 espèces).

3.5.2.3. Richesses moyennes

Les richesses moyennes calculées dans la station de Mouzaia durant l'année 2017 sont les suivantes, soit pour le verger de pêcher 4 espèces et pour le verger de poirier 0,9 espèces. La station de blé dur avec 0,6 espèces. En 2018, les richesses moyennes sont égales à 3,3 espèces pour le verger de pêcher, 2,3 espèces au niveau de verger de poirier, et 1,3 espèces dans la parcelle de blé dur.

3.5.3. Résultats de l'inventaire global des pucerons aptères trouvés sur feuilles dans la région de Mouzaia, BLIDA

Les résultats de dénombrement des colonies de pucerons aptères installés sur les feuilles des trois cultures étudiées sont consignés sur les tableaux 1, 2, 3,4 en annexes, et représentés par la figure 44.

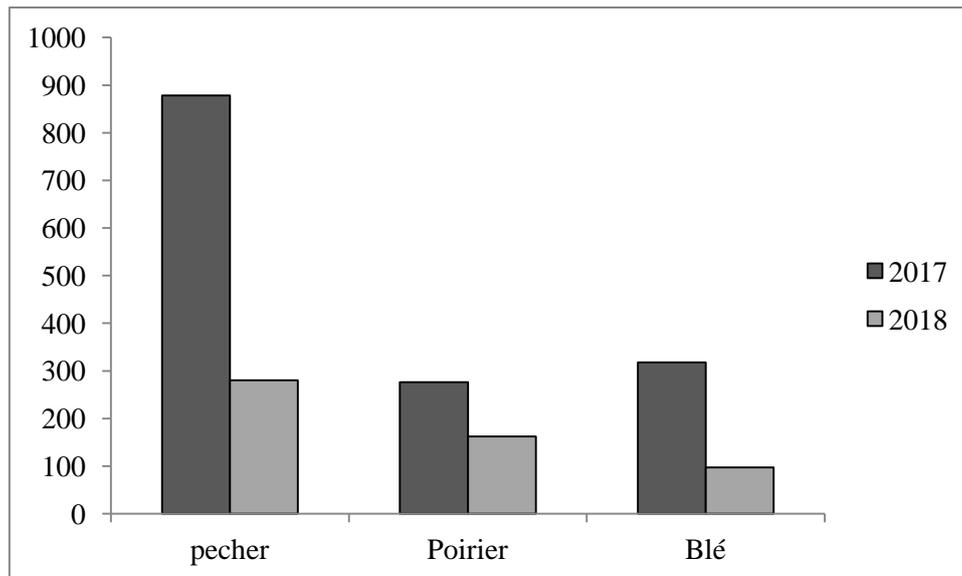


Figure 44 - Evolution du nombre d'individus de pucerons aptères recensés au niveau des cultures étudiées en 2017-2018

D'après la figure 44, nous remarquons que le nombre des colonies de pucerons au niveau du verger de pêcher pendant les deux années 2017 et 2018 est relativement élevé, les femelles ont probablement trouvé le site d'alimentation le plus favorables à leurs développement et reproduction. Ils ont une préférence pour certains végétaux (types botaniques). Une grande différence entre le nombre d'individus des aptères au cours deux années d'étude 2017 (mars-décembre), 2018 (mars-juin), car la période d'échantillonnage a été différente durant les deux années, elle est limitée à cinq 5 mois en 2018. La plupart des espèces aphidiennes recensées présentent deux période d'infestation (fig.43), alors que *Aphis craccivora* présente une activité très courte avec des effectifs faibles. L'espèce *Brachycaudus* sp a été recensées seulement au niveau du verger de pêcher.

B / Etude et analyse quantitative des prédateurs naturels

Une prospection a été menée pour évaluer la diversité des prédateurs naturels des aphides sur différentes cultures. Leur rôle dans la régulation naturelle des populations aphidiennes et l'implication potentielle des espèces échantillonnées dans les stratégies de gestion de lutte contre les ravageurs sont discutées.

3.5.4. Etude des principales familles d'insectes prédateurs de pucerons trouvés

Les résultats des populations d'insectes aphidophages échantillonnées dans zone de production agricole, à Mouzaia, Blida sont mentionnées dans le tableau 23.

Tableau 23 – Principales espèces prédatrices de pucerons recensés dans la région de Blida

Familles	espèces	Pêcher	Poirier	Blé
Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-
	<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	+	+	+
	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773) **	+	-	-
	<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	+	+	+
	<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	+	-	-
Syrphidae	<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+
	<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	-
	<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	+	+	+
	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	+	-	+
Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	+	+	+

+ : présence - : Absence ** **premier signalement en Algérie**

Au total, 11 espèces ont été répertoriées dans la région de Blida. Le verger de pêcher abrite un nombre plus élevé d'espèces comparé au verger de poirier et à la parcelle de blé dur avec la présence de 10 espèces sur 11 : *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis* (nouvelle pour l'Algérie), *Hyperaspis marmottani*, *Melanostoma mellinum*, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, et *Chrysoperla carnea* (Tab.23)

Notons que la liste de cet inventaire rassemble les espèces qui ont été récoltées dans les trois cultures étudiées : pêcher, poirier et blé dur.

Le peuplement global est constitué de 3 familles inégalement réparties : Coccinellidae (5espèces), Syrphidae (5espèces), et Chrysopidae (01 espèce).

3.5.4.1. Association des coccinelles avec les cultures agricoles dans la région de Blida (Mouzaia)

Différents types de cultures agricoles ont été étudiés lors des visites sur le terrain, à savoir le poirier, pêcher, et blé dur. Les résultats sont consignés dans le tableau 24.

Tableau 24- L'association des espèces de coccinelles avec les cultures agricoles.

Coccinelles	cultures associées	Nombre de cultures associées
<i>Adalia bipunctata</i>	Pêcher, poirier	2
<i>Coccinella septempunctata</i>	pêcher, poirier, blé dur	3
<i>Harmonia axyridis</i>	pêcher	1
<i>Hippodamia variegata</i>	pêcher, poirier, blé dur	3
<i>Hyperaspis marmottani</i>	Pêcher	1

Les espèces *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata* sont associées à un nombre maximum de cultures (3), on en déduit que ces espèces sont des agents de lutte biologique important des ravageurs des cultures.

L'abondance de la coccinelle dans les champs est associée à la maturité de la culture. Le nombre d'espèces sur une jeune culture est supérieur à celui de la culture mature, car la population de ravageurs sur les jeunes plantes est davantage due à leur forte teneur en sève. Lorsque la culture arrive à maturité et qu'elle commence à sécher, le nombre d'espèces de coccinelles sur la culture diminue.

Le verger de pêcher, est associé au plus grand nombre d'espèces de coccinelles. Cela peut être dû au fait que cette culture est très cultivée dans la zone étudiée.

3.5.5. Exploitation des résultats des aphides ailés par des indices écologiques de composition

3.5.5.1. Abondances relatives (AR %) :

Les abondances absolue et relative des différentes espèces de prédateurs inventoriées au niveau des trois parcelles étudiées dans la station de Mouzaia (Blida) durant les années 2017 et 2018 sont représentées dans les tableaux 25 et 26

Tableau 25 – Abondances relatives des espèces de prédateurs dans la station Mouzaia en 2017

	pêcher	poirier	Blé dur	Total	AR%
Coccinellidae	139	55	55	249	
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	2	1	0	3	1,20
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	94	43	19	156	62,65
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	8	0	0	8	3,21
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	29	11	32	72	28,92
<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	5	0	0	5	2,01
Syrphidae	31	38	83	152	
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	17	17	11,18
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	6	22	0	28	18,42
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	3	7	15	25	16,45
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	13	9	22	44	28,95
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	9	0	29	38	25,00
Chrysopidae	16	8	2	26	
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	16	8	2	26	100

AR% : abondances relatives des espèces

La faune prédatrice de pucerons dans la station de Mouzaia en 2017, se répartit entre 3 familles. Les familles des Coccinellidae et Syrphidae apparaissent les plus importantes en nombre d'espèces avec 5 espèces chacune, suivi par les Chrysopidae avec 1 espèce. En termes d'individus la famille des Coccinellidae fournit l'effectif le plus important avec 249 individus (A.R. % = 58,31%) suivi par celle des Syrphidae avec 152 individus (A.R. % = 35,59 %). Les Chrysopidae viennent en troisième position avec 26 individus (A.R. % = 6,08%).

L'espèce *Coccinella septempunctata* se montre la plus abondante (A.R. % = 62,65%) suivi par l'espèce *Hippodamia variegata* (A.R. % = 28,92%) (Fig.45a). Pour les Syrphidae c'est les espèces : *Eristalis tenax* et *Episyrphus balteatus* qui dominent avec respectivement 28,95% et 25%. dans le verger de poirier *Scaeva pyrastris* domine avec 22 individus (Fig.45b). L'espèce *Chrysoperla carnea* est la seule présentatrice des Chrysopidae.

Tableau 26 – Abondances relatives des espèces de prédateurs dans la station Mouzaia en 2018

	pêcher	poirier	Blé dur	Total	AR%
Coccinellidae	102	26	38	166	
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	1	0,60
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	90	17	13	120	72,29
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	0	0	0	0	0,00
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	9	9	25	43	25,90
<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	2	0	0	2	1,20
Syrphidae	29	19	30	78	
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	4	4	5,13
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	12	13	1	26	33,33
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	7	4	6	17	21,79
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	7	2	12	21	26,92
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	3	0	7	10	12,82
Chrysopidae	8	7	2	17	
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	8	7	2	17	100

AR% : abondances relatives des espèces

La faune prédatrice de pucerons dans la station de Mouzaia en 2018, se répartit entre 3 familles. Les familles des Coccinellidae et Syrphidae apparaissent les plus importantes en nombre d'espèces avec 5 espèces chacune, suivi par les Chrysopidae avec 1 espèce. En termes d'individus la famille des Coccinellidae fournit l'effectif le plus important avec 166 individus (A.R. % = 63,60 %) suivi par celle des Syrphidae avec 78 individus (A.R. % = 29,88 %). Les Chrysopidae viennent en troisième position avec 17 individus (A.R. % = 6,51%).

L'espèce *Coccinella septempunctata* se montre la plus abondante (A.R. % = 72,29%) suivi par l'espèce *Hippodamia variegata* (A.R. % = 25,90%) (Fig.45a). Pour les Syrphidae c'est les espèces : *Scaeva pyrastris* et *Eristalis tenax* qui dominent avec respectivement 33,33% et 26,92% (Fig.45b). L'espèce *Chrysoperla carnea* est la seule présentatrice des Chrysopidae.

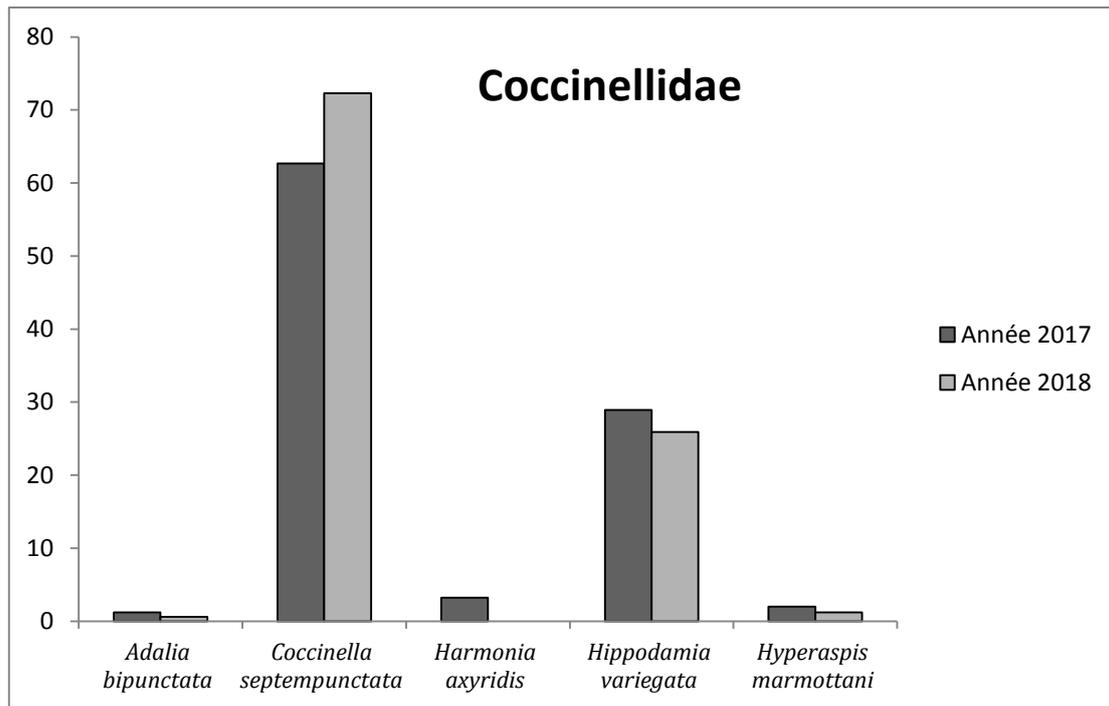


Fig.45a- L'abondance relative de différentes coccinelles prédatrices prélevées dans différentes cultures a Mouzaia en 2017 et 2018

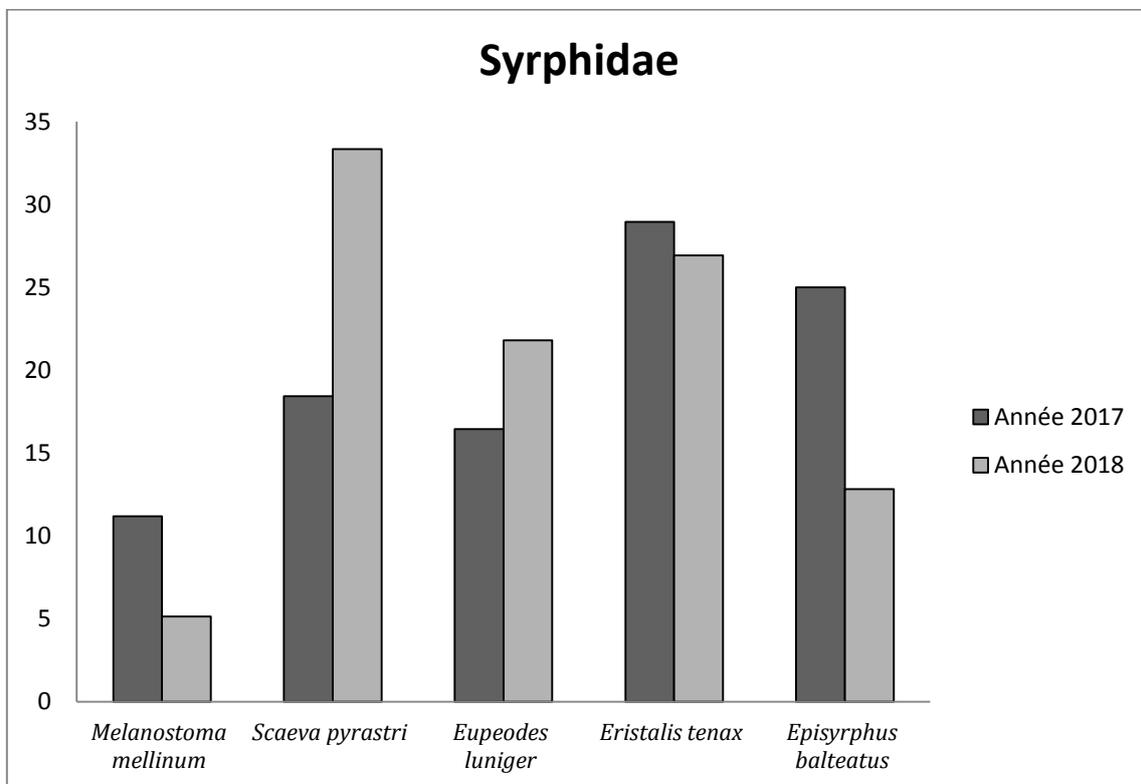


Fig.45b- L'abondance relative des espèces de Syrphes prélevées dans différentes cultures a Mouzaia en 2017 et 2018

3.5.5. Traitement des espèces des prédateurs naturels capturées dans les trois cultures par des indices écologiques de structure

3.5.5.1. L'indice de diversité de Shannon

Les indices écologiques de structure utilisés sont l'indice de diversité de Shannon et de l'équitépartition. Les valeurs de l'indice de Shannon (H'), de la diversité maximale ($H' \text{ max.}$) et de l'équitabilité (E), pour les parcelles de la station étudiée sont signalées sur le tableau 27

Tableau 27 – Indice de diversité de Shannon (H'), diversité maximale ($H' \text{ max.}$) et équitabilité (E) des Insectes capturés dans la station de Mouzaia durant les années 2017 et 2018

Cultures	Pêcher		Poirier		Blé dur	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
N	185	139	101	52	136	70
S	10	9	7	6	7	8
H'(Bits)	2,37	1,9	2,29	2,32	2,6	2,52
H'Max	3,32	3,17	2,81	2,58	2,81	3
E	0,71	0,60	0,82	0,90	0,93	0,84

N: Nombres d'individus; S: Richesses totales; H' : Indice de diversité de Shannon exprimé en bits; E :équitabilité

En ce qui concerne l'année 2017, les valeurs de l'indice de Shannon (H') fluctuent d'une culture à l'autre. Dans le verger de pêcher, H' a enregistré une valeur de 2,37. La valeur de 2,29 bits est enregistrée dans le verger de poirier. Un maximum de 2,6 bits est obtenu dans la parcelle de blé. Les valeurs de l'équitabilité calculée pour les espèces au niveau du verger de pêcher, de poirier et pour le champ de blé dur sont respectivement : 0,71 ; 0,82 ; et 0,93. Ces valeurs tendent vers 1 et fait apparaître la forte tendance d'équilibre entre les effectifs des espèces.

L'indice de Shannon durant l'année 2018 a enregistré le maximum (2,52 bits) dans la parcelle de blé dur, suivi par 2,32 bits dans le verger de poirier et 1,9 bits dans le verger de pêcher.

Pour l'équitabilité, elle est égale 0,84 dans la parcelle de blé dur, 0,90 dans le verger de poirier et 0,60 dans le verger de pêcher. Ce qui explique que les effectifs des différentes espèces sont en équilibre entre eux durant cette année.

Les valeurs les plus importantes de diversité sont obtenues sur la parcelle de blé dur au cours des deux années 2017 et 2018.

Ces valeurs correspondent à des niveaux de diversité importante des prédateurs naturels des pucerons échantillonnés.

3.5.6. Exploitation des résultats par des méthodes statistiques

La méthode statistique employée pour le traitement des résultats est l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) et l'analyse de la variance (ANOVA)

3.5.6.1. Exploitation par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.)

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances relative à la dispersion des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2017 dans la région de Mouzaia (Blida)

➤ **Contribution des axes 1 et 2 :**

La contribution à l'inertie totale des insectes prédateurs capturés est égale à 65,84 % pour la construction de l'axe 1 et à 34,16 % pour la formation de l'axe 2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %. En conséquence, le plan formé par les axes 1 et 2 contient toute l'information et il suffit pour exploiter les résultats.

➤ **Contribution des cultures à la formation des axes :**

Pour la formation de l'axe 1, la culture de blé dur contribue avec 68,8 % Suivi de pêcher avec 27,3%. La culture de poirier ne contribue qu'avec 2,73%.

Pour l'axe 2, les vergers de pêcher et poirier contribuent respectivement avec 31% et 66,7%.

La culture de blé contribue avec uniquement 2,3%.

a - Interprétation des plans factoriels 1 et 2 des saisons

La Figure (46) donne une représentation de la projection des types de cultures dans le plan factoriel 1 et 2 pour l'année 2017. En fonction des axes 1 et 2, il y a 3 subdivisions de nuages de points :

- La première, située sur la partie positive de l'axe 1, est constituée par la culture de blé.
- La deuxième, quant à elle, se situe sur la partie positive de l'axe 2 contenant la culture de pêches
- La troisième est représentée par la culture des poiriers qui se localise sur la partie négative de l'axe 2.

b - Interprétations de l'axe 1 et 2 des espèces.

En fonction des axes 1 et 2, il y a 5 groupes désignés par des lettres allant de A à E :

Le groupement A renferme deux espèces omniprésentes et communes à toutes les cultures agricoles en 2017. C'est *Coccinella septempunctata* (002), *Hippodamia variegata* (004), *Eupeodes luniger* (008), *Eristalis tenax* (009), et *Chrysoperla carnea* (011).

Cette présence montre son aptitude et adaptation quant aux types de cultures, et d'alimentation ou bien au grand nombre de génération qu'elles donnent.

Le nuage de points B regroupe les espèces observées seulement dur pêcher, telles que la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* (003) et *Hyperaspis marmottani* (005)

Le groupement C on retrouve *Melanostoma mellinum* (006) qui inféodés uniquement au blé dur. Les autres groupements D et E représentent les espèces communes entre les différentes cultures agricoles. Entre blé et pêcher (E) on trouve l'espèce *Episyrphus balteatus* (010). Entre poirier et pêcher on a *Adalia bipunctata* (001) et *Scaeva pyrastris* (007).

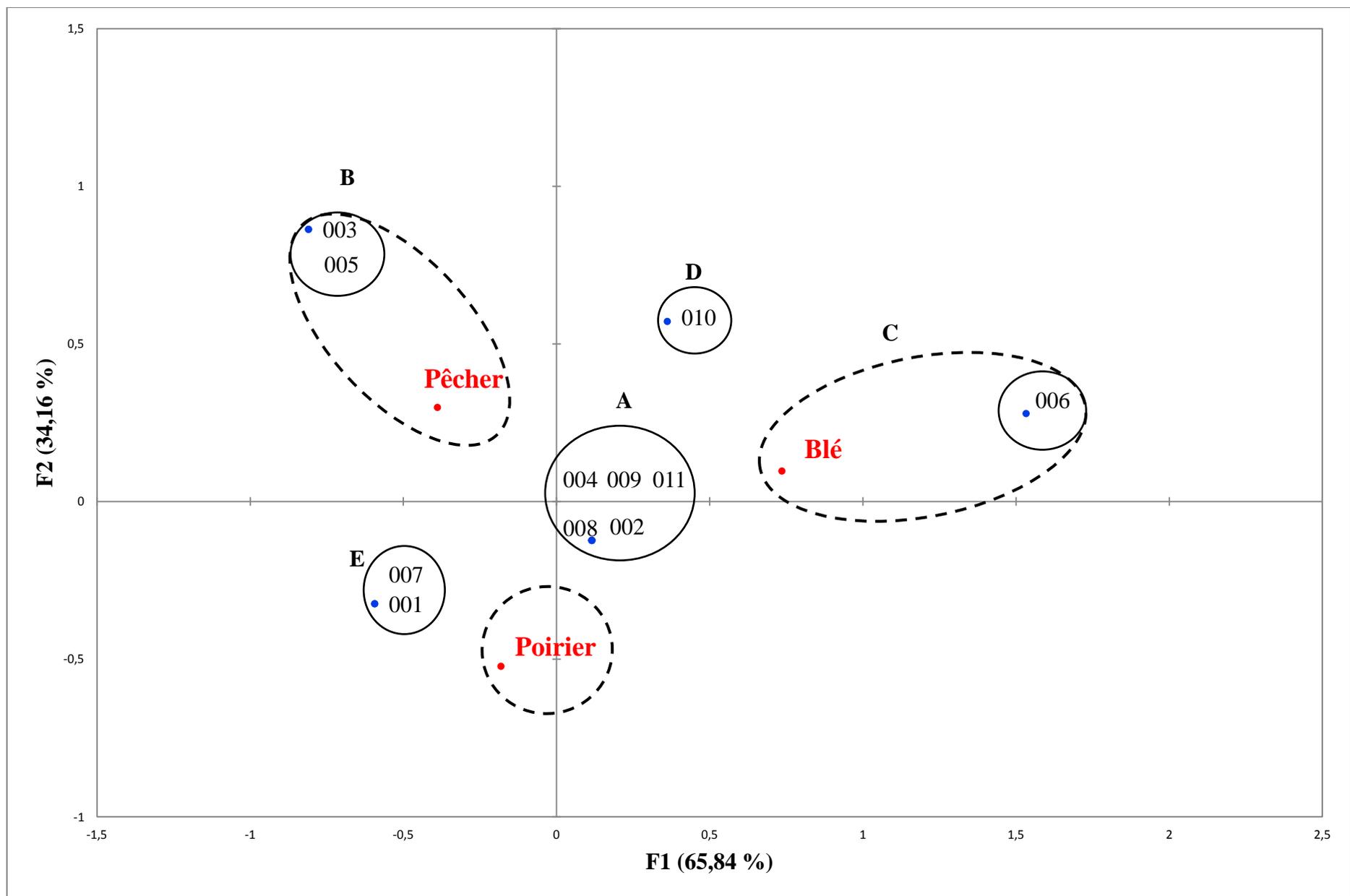


Figure 46 - Carte factorielle avec axe 1-2 des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2017 dans la région de Mouzaia (Blida)

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances relative à la dispersion des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2018 dans la région de Mouzaia (Blida)

➤ **Contribution des axes 1 et 2 :**

La contribution à l'inertie totale des insectes prédateurs capturés est égale à 67,06 % pour la construction de l'axe 1 et à 32,94 % pour la formation de l'axe 2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %. En conséquence, le plan formé par les axes 1 et 2 contient toute l'information et il suffit pour exploiter les résultats.

➤ **Contribution des cultures à la formation des axes :**

Pour la formation de l'axe 1, la culture des pêchers contribue avec 58,9 % Suivi de blé dur avec 34,1%. La culture de poirier ne contribue qu'avec 7,1%.

Pour l'axe 2, la culture de poirier et blé dur contribuent respectivement avec 66,9% et 31,1%. La culture de pêchers contribue avec uniquement 2%.

a - Interprétation des plans factoriels 1 et 2 des saisons

La Figure (47) donne une représentation de la projection des types de cultures dans le plan factoriel 1 et 2 pour l'année 2018. En fonction des axes 1 et 2, il y a 3 subdivisions de nuages de points :

- La première, située sur la partie positive de l'axe 1, est constituée par la culture de pêcher.
- La deuxième, quant à elle, se situe sur la partie positive de l'axe 2 contenant la culture de blé
- La troisième est représentée par la culture des poiriers qui se localise sur la partie négative de l'axe 2.

b - Interprétations de l'axe 1 et 2 des espèces.

En fonction des axes 1 et 2, il y a 4 groupes désignés par des lettres allant de A à D :

Le groupement A renferme deux espèces omniprésentes et communes à toutes les cultures agricoles en 2017. C'est *Coccinella septempunctata* (002), *Hippodamia variegata* (003), *Scaeva pyrastris* (006), *Eupeodes luniger* (007), *Eristalis tenax* (008), et *Chrysoperla carnea* (011).

Cette présence montre son aptitude et adaptation quant aux types de cultures, et d'alimentation ou bien au grand nombre de génération qu'elles donnent.

Le nuage de points B regroupe les espèces observées seulement dur pêcher, telles que *Adalia bipunctata* (001) et *Hyperaspis marmottani* (004)

Le groupement C on retrouve *Melanostoma mellinum* (006) qui inféodés uniquement au blé.

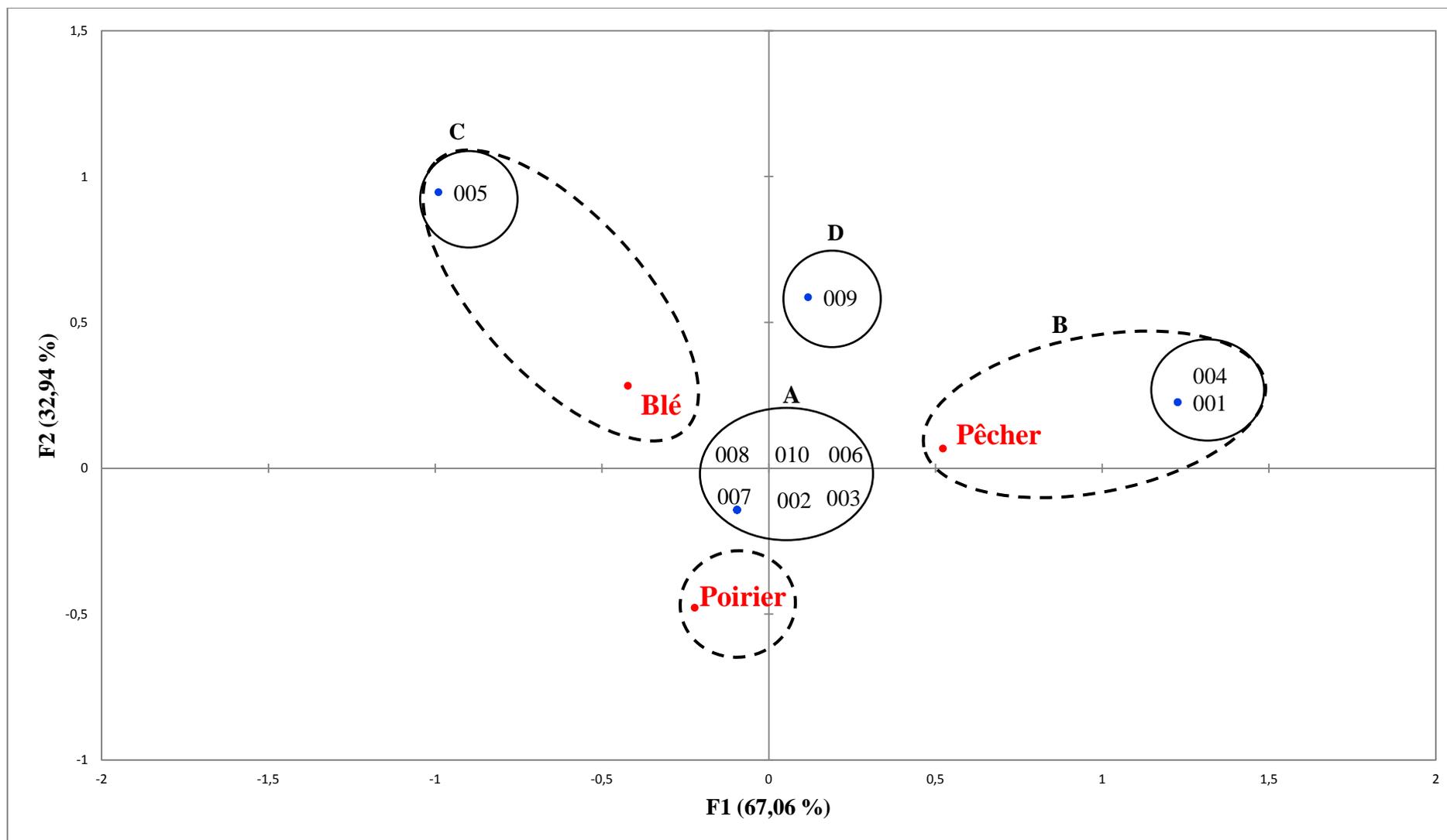


Figure 47 - Carte factorielle avec axe 1-2 des espèces prédatrices d'aphides capturées en 2018 dans la région de Mouzaia (Blida)

3.5.6.2. Evolution selon les familles des moyennes des captures par cultures

La Figure 48 présente l'évolution des captures en fonction des cultures et des familles des prédateurs.

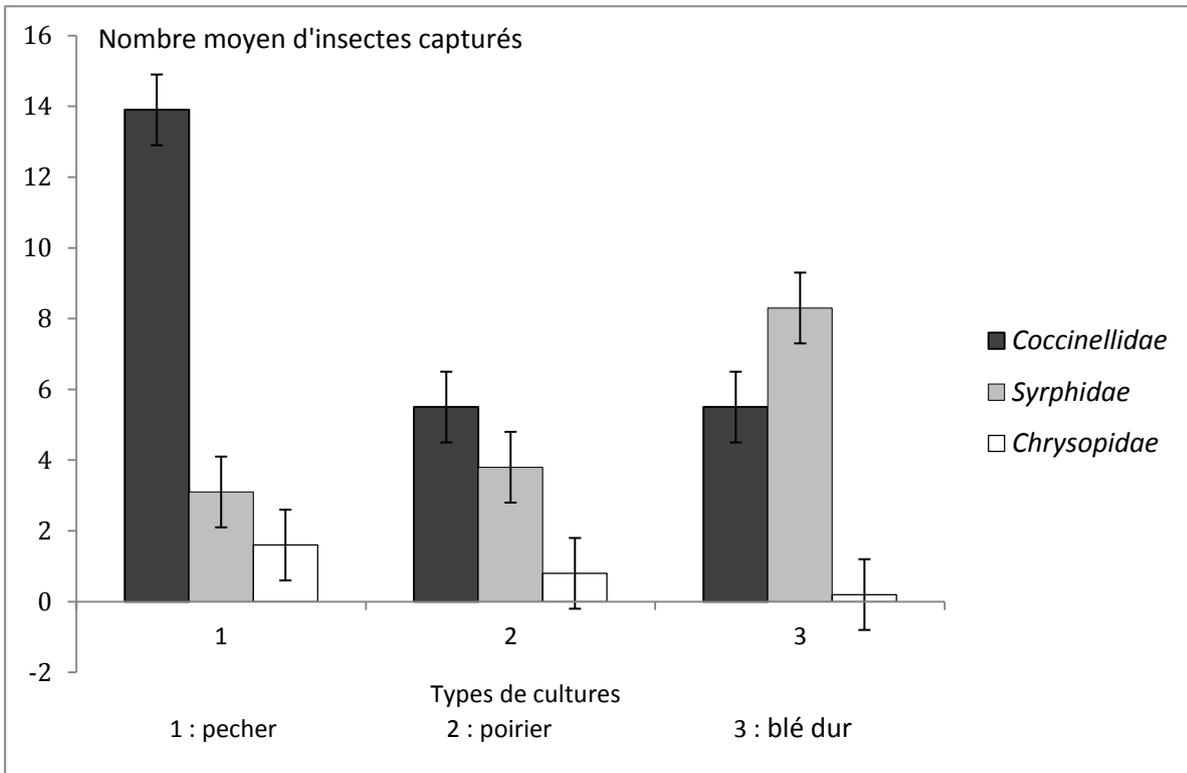


Figure 48 – Répartition des captures moyennes sur les cultures par rapport aux familles des prédateurs.

Pour les Coccinellidae, la moyenne des captures la plus élevée est obtenue dans le verger de pêcher (13,9) et les plus faibles dans le verger de poirier et la parcelle de blé dur (5,5).

La moyenne des captures a plus élevée des Syrphidae est obtenue dans la parcelle de blé dur (8,3) et la plus faible dans le verger de pêcher (3,1). Les Chrysopidae présentent la moyenne des captures la plus élevée dans le verger de pêcher (1,6) et la plus faible au niveau de la parcelle de blé dur (0,2).

Une variabilité des captures est observée entre les cultures et des trois familles des prédateurs. Cependant, l'analyse statistique montre qu'il n'existe pas d'interaction significative au seuil de 5% entre les captures de cultures par rapport aux familles des prédateurs (p value =0,119346). (Tableau 9 Annexe)

3.6 – La Coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) arrive en Algérie : Etude biologique et éthologique.

La liste mise à jour des espèces de Coccinellidae d'Algérie comprend maintenant les 75 espèces suivantes réparties en dix tribus au sens de SEAGO et *al* (2011). La taxonomie et la synonymie des espèces suivent KOVAR (2007) et NEDVED (2015) :

3.6.1. Liste actualisée des espèces de Coccinellidae d'Algérie

La liste des espèces de coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) est actualisée et corrigée

Chilocorini

Chilocorus bipustulatus (Linnaeus, 1758) (not *C. bipunctatus* as misspelled by SAHARAOUÏ and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ *et al.*, 2014).

Exochomus ericae Crotch, 1874 (syn. *E. anchorifer* Bedel, 1885; syn. *Parexochomus anchorifer* (Allard, 1870) used by SAHARAOUÏ and GOURREAU 2000 and SAHARAOUÏ *et al.*, 2014; KOVAR, 2007).

Exochomus quadripustulatus (Linnaeus, 1758) (source: SAHARAOUÏ and GOURREAU 2000; missing in KOVAR, 2007; syn. *Brumus quadripustulatus* used by SAHARAOUÏ *et al.*, 2014).

Parexochomus nigripennis (Erichson, 1843) (syn. *Exochomus nigripennis* used by SAHARAOUÏ⁴ and GOURREAU 2000 and SAHARAOUÏ *et al.* 2014; KOVAR2007)

Parexochomus pubescens (Küster, 1848) (syn. *Exochomus pubescens* used by SAHARAOUÏ⁴ and GOURREAU 2000 and SAHARAOUÏ *et al.* 2014; KOVAR2007)

Coccidulini

Rhyzobius chrysomeloides (Herbst, 1793) (source: SAHARAOUÏ⁴ and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ *et al.* 2014)

Rhyzobius litura (Fabricius, 1787) (KOVAR2007)

Rhyzobius lophantae (Blaisdell, 1892) (source: SAHARAOUÏ⁴ and GOURREAU 2000; occurrence confirmed by Kherbouche *et al.* 2015; KOVAR2007; SAHARAOUÏ *et al.* 2014)

Tetrabrachys cordicollis (Guérin-Méneville, 1844) (KOVAR2007)

Tetrabrachys cribratellus (Fairmaire, 1876) (KOVAR2007)

Tetrabrachys volkonskyi (Peyerimhoff, 1943) (KOVAR2007)

Coccinellini

Adalia bipunctata (Linnaeus, 1758) (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Adalia decempunctata (Linnaeus, 1758) (not *A. decimpunctata* as misspelled by SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR 2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Bulaea lividula Mulsant, 1850 (KOVAR2007)

Calvia quatuordecimguttata (Linnaeus, 1758) (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Ceratomegilla notata (Laicharting, 1781) (syn. *Semiadalia notata* used by Frah et al. 2009; missing in KOVAR2007)

Ceratomegilla undecimnotata (Schneider, 1792) (syn. *Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata* used by SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Cheilomenes propinqua (Mulsant, 1850) (KOVAR2007)

Coccinella septempunctata Linnaeus, 1758 (syn. *C. algerica* KOVAR1977 used by SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; occurrence confirmed by FRAH et al. 2009; SAHARAOUI et al. 2014)

Coccinella undecimpunctata Linnaeus, 1758 (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Harmonia quadripunctata (Pontoppidan, 1763) (KOVAR2007)

Hippodamia tredecimpunctata (Linnaeus, 1758) (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Hippodamia variegata (Goeze, 1777) (as *H. (Adonia) variegata* by SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; occurrence confirmed by Frah et al. 2009; SAHARAOUI et al. 2014)

Myrrha octodecimguttata (not *M. octodecimpunctata* as misspelled by SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000 and SAHARAOUI et al. 2014; KOVAR2007)

Myrrha thuriferae (Sicard, 1923) (KOVAR2007)

***Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (new record) ***

Oenopia doublieri (Mulsant, 1846) (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Oenopia lyncea (Olivier, 1808) (source: SAHARAOUI[‘] and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Propylea quatuordecimpunctata (Linnaeus, 1758) (not *P. quatuordecimpunctata* as misspelled by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Psyllobora vigintiduopunctata (Linnaeus, 1758) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Tytthaspis phalerata (Costa, 1849) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Epilachnini

Chnootriba elaterii (Rossi, 1794) (syn. *Henosepilachna elaterii* used by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Henosepilachna angusticollis (Reiche, 1862) (KOVAR2007)

Henosepilachna argus (Geoffroy, 1785) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Hyperaspidini

Hyperaspis algerica Crotch, 1874 (not *H. algerica* as misspelled by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Hyperaspis duvergeri Fürsch, 1985 (KOVAR2007)

Hyperaspis guttulata Fairmaire, 1870 (KOVAR2007)

Hyperaspis marmottani (Fairmaire, 1868) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Hyperaspis pseudopustulata Mulsant, 1853 (KOVAR2007)

Hyperaspis teinturieri Mulsant & Godart, 1869 (KOVAR2007)

Noviini

Novius cruentatus Mulsant, 1846 (KOVAR2007)

Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Harmonia axyridis (Pallas, 1773) (new record) *

Platynaspidini

Platynaspis luteorubra (Goeze, 1777) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)

Scymnini

- Clitostethus arcuatus* (Rossi, 1794) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Diomus rubidus* (Motschulsky, 1837) (KOVAR2007)
- Nephus (Bipunctatus) bicinctus* (Mulsant & Godart, 1870) (KOVAR2007)
- Nephus (Bipunctatus) bipunctatus* (Kugelann, 1794) (SAHARAOUI et al. 2014; missing in KOVAR2007)
- Nephus (Bipunctatus) conjunctus* (Wollaston, 1870) (KOVAR2007)
- Nephus (Sidis) hiekei* (Fürsch, 1965) (KOVAR2007)
- Nephus (Sidis) levaillanti* (Mulsant, 1850) (syn. *Scymnus levaillanti* used by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007)
- Nephus (Nephus) ludyi* (Weise, 1879) (KOVAR2007)
- Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi* (Sicard, 1923) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Nephus (Nephus) quadrimaculatus* (Herbst, 1783) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Nephus (Nephus) redtenbacheri* (Mulsant, 1846) (KOVAR2007)
- Scymniscus splendidulus* (Stenius, 1952) (KOVAR2007)
- Scymnus (Scymnus) apetzii* Mulsant, 1846 (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; missing in KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Scymnus (Scymnus) bivulnerus* Baudi di Selve, 1894 (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Scymnus (Mimopullus) fulvicollis* Mulsant, 1846 (syn. *Pullus fulvicollis* used by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Scymnus (Scymnus) interruptus* (Goeze, 1777) (source: SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Scymnus (Scymnus) laetificus* Weise, 1879 (KOVAR2007)
- Scymnus (Scymnus) marginalis* (Rossi, 1794) (KOVAR2007)
- Scymnus (Mimopullus) marinus* (Mulsant, 1850) (syn. *Mimopullus mediterraneus* Iablokoff-Khnzorian, 1972 used by SAHARAOUI' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUI et al. 2014)
- Scymnus (Scymnus) nubilus* (Mulsant, 1850) (SAHARAOUI et al. 2014; missing in KOVAR2007)
- Scymnus (Scymnus) pavesii* Canepari, 1983 (KOVAR 2007)

Scymnus (Scymnus) rufipes (Fabricius, 1798) (source: SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Scymnus (Pullus) subvillosus (Goeze, 1777) (syn *Pullus subvillosus* used by SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR2007 SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Scymnus (Scymnus) suffrianioides Sahlberg, 1913 (syn. *S. pallipediformis* Günther, 1958 used by SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000 and SAHARAOUÏ' et al. 2014; missing in KOVAR2007)

Scymnus (Pullus) suturalis Thunberg, 1795 (syn. *Pullus suturalis* used by SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR, 2007; SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Stethorini

Stethorus pussilus (Herbst, 1797) (syn. *S. punctillum* (Weise, 1891) used by SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000 and SAHARAOUÏ' et al. 2014; occurrence confirmed by Idder and Pintureau 2008; missing in KOVAR2007)

Sticholotidini

Coelopterus salinus Mulsant & Rey, 1852 (KOVAR2007)

Pharoscymnus numidicus (Pic, 1900) (not *P. numidicus* as misspelled by SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Pharoscymnus ovoideus Sicard, 1929 (source: SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Pharoscymnus setulosus (Chevrolat, 1861) (source: SAHARAOUÏ' and GOURREAU 2000; KOVAR2007; SAHARAOUÏ' et al. 2014)

Pharoscymnus sexguttatus (Pic, 1926) (KOVAR 2007)

3.6.2. Etude biologique et éthologique de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis*

3.6.2.1. Effet de la température sur développement et la survie de *Harmonia axyridis* en période automnale

La coccinelle asiatique multicolore, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera : Coccinellidae), a été introduite en Europe occidentale à la fin des années 1990. Depuis la fin des années 2000, cette espèce est généralement considérée comme l'un des prédateurs de pucerons les plus abondants dans la plupart des pays d'Europe occidentale. Malgré le grand nombre de recherches sur *Harmonia axyridis*, les informations concernant son abondance relative dans les agroécosystèmes font défaut.

L'utilisation des agents biologiques exotiques nécessite une acclimatation avec modification de l'écosystème ou de la biocénose pour arriver à l'adaptation, en effet, l'arrivée accidentelle de la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* en Algérie (LAKHAL et al 2018) exige l'établissement de relations nouvelles entre cette coccinelle et les différentes espèces de la nouvelle région d'accueil.

En automne, certaines espèces plurivoltines développent une dernière génération mais de faible importance (SAHARAOUÏ 2000)

Une population bien visible de coccinelle asiatique en début d'automne, est apparue. Des larves L1. L4 ont effectivement pu être observées au mois d'octobre sur *Pittosporum tobira* et *Lantana camara*. L'observation de cette génération de *Harmonia axyridis* en mois d'octobre nous a poussé à envisager une étude biologique et comportementale afin de mieux connaître cette coccinelle dans sa nouvelle aire d'introduction (bio-invasions), et observer son développement sous les conditions abiotiques extérieures (T°, H%, photopériodisme circadien) de la région d'El Harrach.

3.6.2.2. Méthodologie

Des adultes et des larves de *Harmonia axyridis* ont été collectés sur *Pittosporum tobira* et *Lantana camara* en 19 octobre 2018 à El Harrach, Alger et élevés dans une boîte en plastique de 500 mL (Fig.49). Les coccinelles étaient alimentées quotidiennement avec abondance par des pucerons d'*Aphis spiraecola* et de psylles mais selon leur disponibilité en saison automnale, d'autres pucerons supplémentaires ont été ajoutés pour maintenir la population et éviter le cannibalisme des œufs. Les adultes ont ensuite été groupés en 10 couples (10 ♂ et 10 ♀) en se basant sur la forme du 5ème sternite abdominale (Fig.53), afin de pouvoir les suivre individuellement, et placés sous abri dans les conditions extérieures (T°, H%, photopériodisme circadien) de la région d'El Harrach. Les œufs ont été transférés dans les boîtes de Pétri avec papier filtre humidifié pour les études biologiques (nombre d'œufs, durée d'incubation, mortalité, éclosion...). Après l'éclosion des œufs, les larves ont été placées individuellement dans des boîtes de Pétri. Tous les stades issus des 10 couples sont soumis aux mêmes conditions climatiques extérieures. Les mesures de la température et les différentes observations ont été effectuées tous les 24 heures (Fig.49).

3.6.2.3. Ponte et fécondité de *Harmonia axyridis* en conditions climatiques extérieures

Les résultats de la ponte, ainsi que la fécondité et la survie des œufs de *Harmonia axyridis* sont représentés par les graphes 50 et 51 et mentionnés dans les tableaux 28, 29.



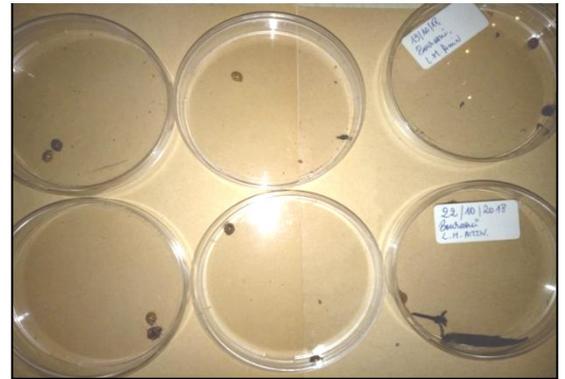
Harmonia axyridis sur les feuilles de *Lantana camara*



Larve d'*Harmonia axyridis* sur une feuille de *Pittosporum tobira*



Séparation des adultes (boîte en plastique 500 mL).



Couples de *Harmonia axyridis*



Mise en place des adultes dans les conditions extérieures



Récupération des œufs



Œufs dans les conditions extérieures



Récupération des larves

Figure 49 - Différentes survie des œufs jusqu'à l'adulte de *Harmonia axyridis* en conditions climatiques extérieures de la région d'El Harrach (originale).

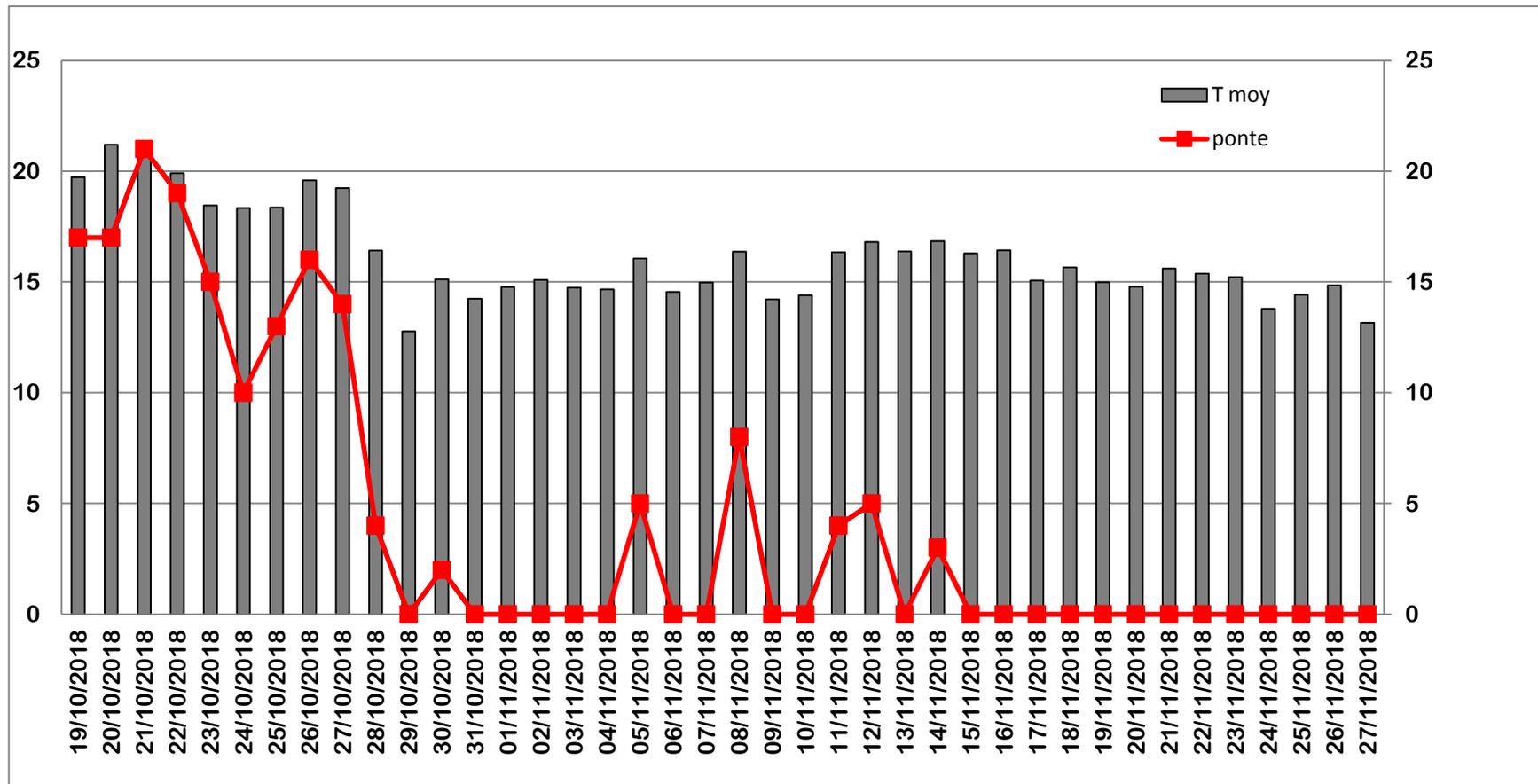


Figure 50 – Evolution des pontes de *Harmonia axyridis* en fonction des températures moyennes journalières dans la région d’El Harrach.

Le suivi a montré que les premières pontes de *Harmonia axyridis* commenceront dès le premier jour de l'expérimentation (17 œufs à 19,72 C °) (Fig.50). Les pontes augmentent conjointement avec les températures moyennes journalières pour atteindre un maximum le 21/10/2018 (21 œuf ; T = 21C°). Ensuite, le nombre d'œufs pondus diminue presque de moitié avec la baisse des températures (10 œufs ; 18,33 C °). La température augmente légèrement ce qui a permis aux femelles d'augmenter leur ponte (16 œufs ; 19,59 C °).

Le nombre de pontes diminue pour atteindre un zéro le 29/10/2019 et reste perturbé jusqu'à ce que les femelles arrêtent de pondre le 15/11/2018. Ces observations peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, tout d'abord, par le nombre des espèces de pucerons en saison automnale, qui diminue surtout avec les conditions de pluviométrie mais également par la baisse des températures moyennes journalières enregistrées, dont le seuil inférieur de ponte noté est de 15 C°. De plus, les températures maximales observées sur les stations sont régulièrement inférieures à 20°C dès le 28 octobre 2018, peuvent influencer la durée d'exposition des coccinelles. La ponte de cette coccinelle dépend non seulement de sa capacité à résister aux diminutions de la température, mais également de la disponibilité, la qualité nutritionnelle et l'apport énergétique de ces proies. Le nombre d'œufs dans peut varier considérablement en raison des conditions trophiques et du substrat (HODEK et HONEK, 1996). L'ensemble de ces perturbations ont ralenti l'activité de ponte de *Harmonia axyridis* durant la période 28 octobre jusqu'au 27 novembre 2018.

Tableau 28 – Fertilité et fécondité des femelles *Harmonia axyridis*

Paramètres	(Moyenne ± Ecart-type)
fécondité	17,3 ± 2,75
fertilité	29,48 ± 2,68
œufs/jrs	4,02 ± 6,53

La fécondité : est le nombre total d'œufs pondus par une femelle. **La fertilité** : est le nombre (ou pourcentage) d'œufs qui éclosent en larves.

Quatre-vingt-dix pour cent des femelles examinées ont pondu plus de 15 œufs. Le nombre d'œufs pondu par jour est de 4,02 ± 6,53 avec des valeurs extrêmes de 21 et 0. Les valeurs obtenues pour la fécondité et la fertilité ont montré une grande capacité de reproduction de cette coccinelle dans les conditions climatiques qui sont nettement moins propices à son développement.

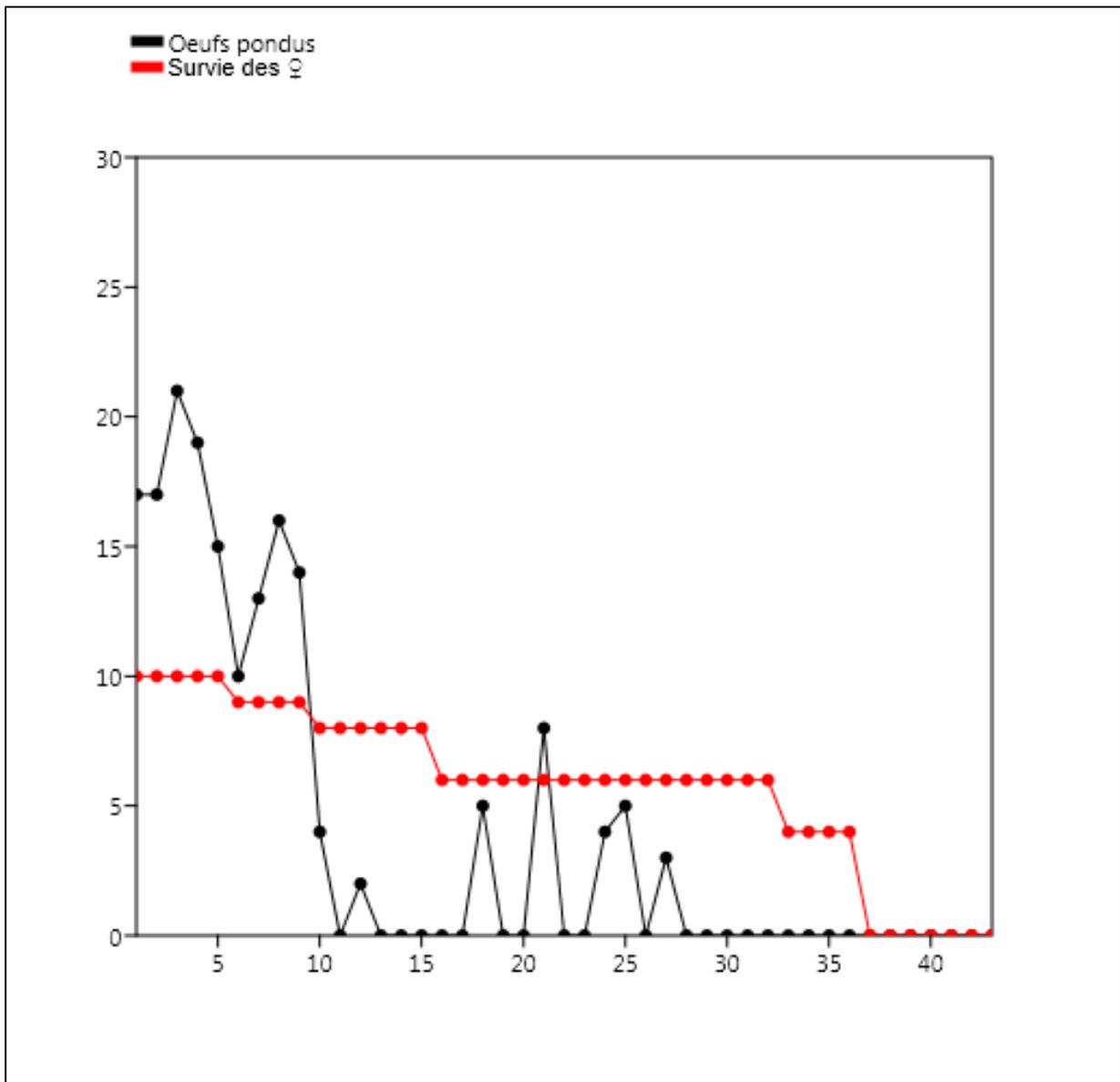


Figure 51 - Fécondité et survie de 10 ♀ de *Harmonia axyridis*

Les valeurs de la fécondité quotidienne les plus élevées sont enregistrées au cours des deux premières semaines de l'expérience (Fig.51), La fécondité quotidienne maximale des femelles a fluctué entre 21 et 19 œufs et a été enregistrée entre les jours 1 et 5 du début . La plupart des femelles ont continué à pondre tout au long de leur vie, qui a duré $26,2 \pm 12,64$ jours, mais le nombre d'œufs diminue progressivement au cours de l'expérience. Au bout de la 28eme journée, les six femelles restantes ont cessé de pondre avant de mourir vers le 37 eme jour. La fécondité des femelles *Harmonia axyridis* variait de 13 à 22 œufs ($m \pm s : 17,3 \pm 2,75$) (Tab.28).

3.6.2.4. Développement de *Harmonia axyridis* dans les conditions climatiques extérieures

Le pourcentage de mortalité et de survie des différents stades de développement de *Harmonia axyridis* issus de l'élevage a été observé dans la présente étude comme l'indique le tableau 29.

Tableau 29 – Pourcentage de mortalité à différents stades de développement de *Harmonia axyridis* dans les conditions extérieures

Stades de développement	N	Mortalité	Mortalité %	Survie %
Œufs	173	122	70,52	29,48
L1	51	12	23,53	76,47
L2	39	11	28,21	71,79
L3	28	8	28,57	71,43
L4	20	4	20	80
Pupe	16	11	68,75	31,25
Adulte	5	/	/	/

N : effectifs

Les résultats ont révélé que le pourcentage maximal de mortalité de (n=122 ; 70,52%) a été observé chez les œufs, dont 29,48% seulement sont fertiles de l'ensemble de 173 œufs pondus. Tandis que le pourcentage minimal de mortalité (n=4 ; 20%) a été observé au 4ème stade larvaire. Le pourcentage maximal de survie de *Harmonia axyridis* a été observé au premier stade larvaire (76,47%).

La durée de développement observée est résumée dans le tableau 30.

Tableau 30 – Temps de développement en jour de *Harmonia axyridis* dans la région d'El Harrach.

Stade	Durée en jours
Œuf	4,32 ± 0,79
L1	3,06 ± 0,43
L2	4,36 ± 0,49
L3	9,04 ± 1,26
L4	11,1 ± 1,41
Nymphe	8,43 ± 0,76
Cycle	40,31 ± 1,6

Les données sur la durée du développement des différents stades larvaires, et l'étape nymphale ont montré que les durées moyennes augmentent en passant d'un stade larvaire à un autre, la plus courte est enregistrée pour le premier stade larvaire L1 : 3,06 ± 0,43 jours. Tandis que la

plus longue est celle du quatrième stade L4 : $11,1 \pm 1,41$ jours. La durée moyenne de développement de l'œuf est de $4,32 \pm 0,79$ jours. L'expérimentation est arrêtée le 30/11/2018 (43 ème jour), date durant laquelle émerge le dernier adulte. La mortalité des femelles atteint 100% le 24/11/2018 (37 ème jour) alors qu'elles sont déjà arrêtées de pondre 15/11/2018 (27 ème jour) .A ce moment, les larves du quatrième stade L4 ne trouvent plus de nourriture.

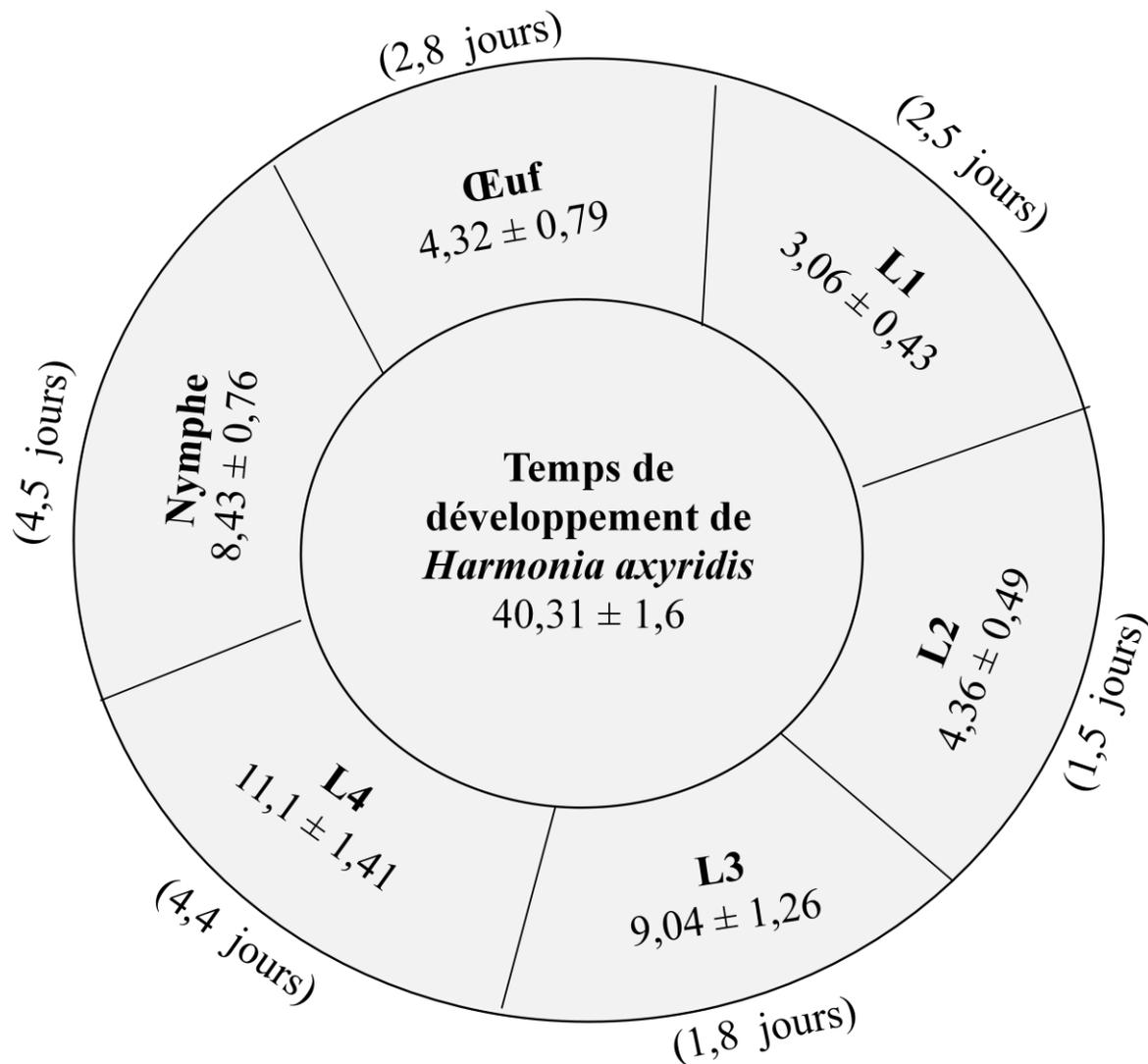


Figure 52 – Temps de développements de *Harmonia axyridis* en conditions climatiques extérieures dans la région d'El Harrach (Originale)

Remarque : Nos résultats sont comparés avec le temps de développement accéléré lorsque les individus sont bien nourris et maintenus à 26 °C (HODEK, 1973).

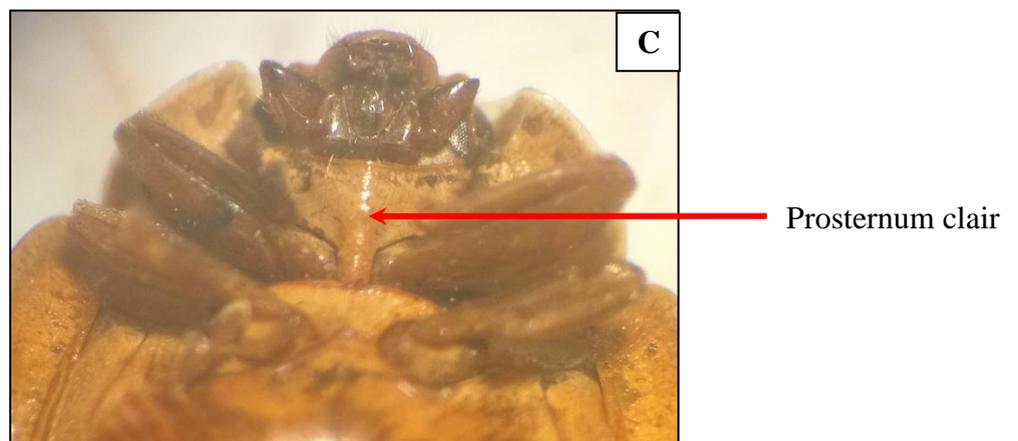
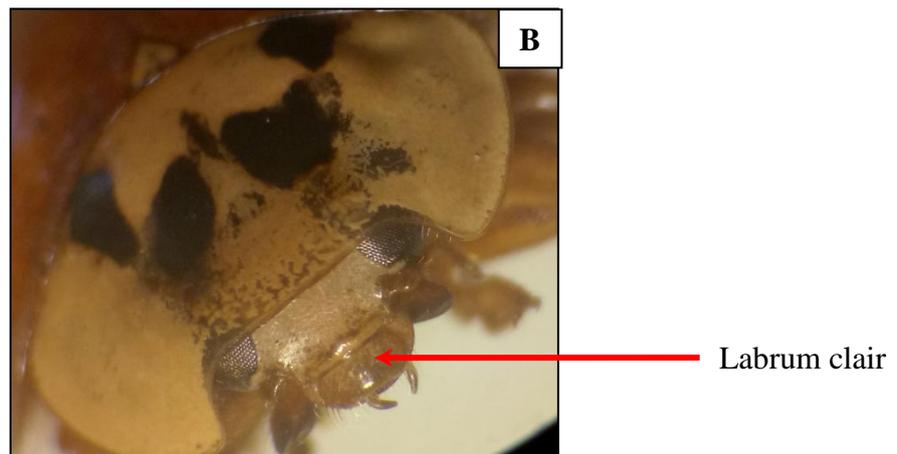
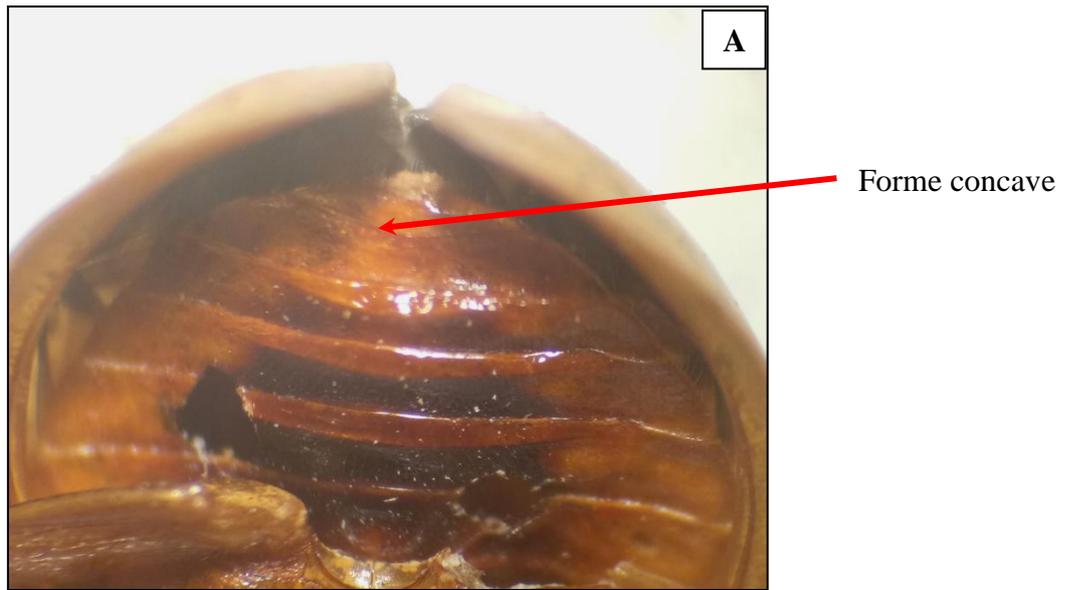


Figure 53 – Caractères morphologiques utilisés pour identifier le male de *Harmonia axyridis* (originale)
A : segments abdominales ; B : tête ; C : prosternum

➤ **Calendrier :**

La descendance des 10 couples est décrite stade par stade: les individus sont répertoriés selon leur stade de développement et la date à laquelle les œufs ont été pondus. (Tableau 10 Annexe)

3.6.2.5. Conclusion :

Nos propres observations ne contredisent pas le cycle annuel de *Harmonia axyridis*, nous précisons le cycle annuel de cette coccinelle après accumulation des données obtenus par nos observations, faites régulièrement sur les mêmes sites.

Chapitre IV

Discussion

Les pucerons sont d'importants ravageurs agricoles dans les régions tempérées. Ils causent à la fois des dommages directs aux cultures qui se nourrissent de phloème, et des pertes de rendement indirectes par la transmission d'agents pathogènes des plantes. L'analyse de la composition du peuplement de pucerons dans la station des plantes ornementales et florales situées dans la région d'El Harrach, relève l'existence de 8 espèces appartenant à une seule sous famille et à 2 tribus qui sont Aphidini et Macrosiphini. La tribu des Aphidini est représentée par trois genres : *Aphis* (le plus abondant en termes d'espèces : *Aphis spiraeicola*, *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* et *Aphis nerii*), *Toxoptera* et *Macrosiphum* chacun avec une seule espèce. Dans la même station, BENHAMACHA (2015) a signalé deux espèces : *Aphis spiraeicola* et *Aphis fabae* sur Pittosporaceae. HEMIDI et al. (2013) ont recensé 10 espèces de pucerons installées sur 15 plantes ornementales dans la région de Biskra.

La tribu des Macrosiphini est formée par 2 genres différents, ils sont représentés par une seule espèce chacun : *Macrosiphum rosae*, et *Myzus persicae*. Il ressort que *Aphis fabae* est l'espèce la plus fréquente, et la plus attirée qui exploite le plus grand nombre de plantes hôtes. C'est une espèce généraliste qui présente un réseau trophique multiple. La famille des Pittosporaceae est la plus représentée en espèces de pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* et *Toxoptera aurantii*). La famille des Apocynaceae renferme 3 espèces aphidiennes (*Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis nerii*).

AROUN (2015) dans son travail sur les aphides en milieux cultivés et forestiers d'Algérie signale seulement deux espèces qui sont *Aphis fabae* et *Aphis gossypii* sur Pittosporaceae, et il a inventorié 2 espèces de puceron sur la famille des Apocynaceae qui est représentée par *Nerium oleander*. Les colonies les plus denses sur *Nerium oleander* sont celles de *Aphis nerii*. La présence de sa plante hôte principale a permis de coloniser pratiquement toutes les inflorescences et les tiges.

Dans la même station d'El Harrach, Nos résultats montrent la présence de 3 familles prédatrices des aphides, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidae, et les Chrysopidae.

La famille des Coccinellidae est prédominante avec 13 espèces, au sein d'elle, le groupe aphidiphages constitue le groupe le plus important (63,64%). Nos résultats concordent avec ceux de BENOUELLA-KITOUS et al (2014) qui mentionnent également une prédominance des Coccinellidae. Ces derniers sont particulièrement efficaces lorsqu'il y a une

action antagoniste entre elles et les larves de syrphes ou de chrysopes (BALACHOWSKY et MESNIL, 1936).

La famille des Syrphidae est représentée uniquement par deux espèces qui sont *Syrphus luniger* et *Eristalis tenax* qui montrent une apparition précoce. Ils sont importants pour les humains agissant en tant que pollinisateurs (DIEGO MARIN-ARMIJOS et *al.*, 2017). Leur activité est en fonction de la disponibilité des ressources florales.

Les névroptères prédateurs, quant à eux, sont représentés par l'espèce *Chrysoperla* sp. Ce prédateur possède une préférence pour les pucerons peu mobiles, cette espèce est présente dans la région d'El Harrach d'Avril à septembre. L'espèce *Chrysoperla carnea* est parmi les ennemis naturels les plus présents dans cette région (AIT-KACI AHMED, 2016). L'examen minutieux des feuilles révèle également la présence d'œuf de Chrysopes. Les larves sont prédatrices, tandis que les adultes sont palynophages. En automne, la plupart des adultes de *Chrysoperla* consomment du miellat, fèces des pucerons présents sur les feuilles des plantes, d'arbres ou d'arbustes « tardifs », ayant encore leurs feuilles tard en automne (VILLENAVE, 2006).

Les plantes ornementales et spécialement les haies peuvent fournir un abri aux auxiliaires face à des conditions climatiques et anthropiques défavorables ainsi qu'une source d'alimentation plus variée (hôtes et proies de substitution, nectar et miellat) (TAILLADE, 2015).

Plusieurs espèces ornementales ont été choisies au cours de cette étude, principalement les haies composites qui peuvent servir de sites d'alimentation aux prédateurs, grâce à la présence des pucerons qui sont d'une diversité moins importante par rapport à la diversité des prédateurs dans la station ornementale choisie, en revanche la diversité des pucerons dépend du nombre d'espèces végétales qui forment la haie, mais le nombre des auxiliaires étant commun entre plusieurs pucerons. Par conséquent pour allonger le temps de présence de ces prédateurs naturels de pucerons, il ne faut pas chercher le maximum d'espèces ornementales mais chercher la diversité idéale (optimale).

Les différentes strates choisies permettent de multiplier les microclimats et les ressources trophiques et donc les niches écologiques. En plus certains prédateurs naturels des pucerons passent une partie de leur cycle dans des structures végétales non productives, (BOREAU DE ROINCE, 2012). La végétation cultivée dans les villes abrite souvent un nombre énorme de Coccinellidae (GARDINER et *al.*, 2013).

En ce qui concerne les espèces aphidiennes recensées dans la région de Mouzaia (Blida) sont au nombre de 10 espèces, ils sont recensées selon les tribus et genres. Nous avons 6 genres et 3 tribus, avec une prédominance dans la parcelle de pêcher, avec 7 espèces recensées, 5 espèces pour le verger de poirier, et 2 espèces pour la parcelle de blé. Sur pêcher et poirier, *Myzus persicae* et *Aphis fabae* sont les espèces dominantes et les plus redoutables. *Myzus persicae* un agent potentiel de transmission 120 maladies virales (LECLANT, 1981). Ces résultats vont dans le sens de ceux trouvés par AROUN en 2015 qui mentionne la présence de ces espèces dans la région de Blida mais avec 10 espèces de pucerons sur poirier et 7 espèces sur pêcher. Les travaux de BEN HALIMA-KAMEL et BEN HAMOUDA (2005) sur les pucerons des arbres fruitiers en Tunisie ont permis de montrer 4 espèces sur pêcher, quant au poirier seulement l'espèce *Aphis citricola*.

Les niveaux de captures de pucerons sont plus élevés dans les deux vergers comparés à ceux obtenus dans la parcelle de blé sont dus au fait que ces cultures sont présentes pendant toute l'année (arboriculture fruitière).

Ainsi, quelle que soit l'année, les captures qui sont plus élevées en printemps qu'en hiver, trouvent leur explication dans le fait qu'il y a une disponibilité et une diversité des plantes hôtes présentes dans la parcelle correspondant à leur réceptivité allant de mars à juin. En plus, les conditions climatiques sont plus propices au développement des pucerons dans la zone d'étude en cette période. Ces résultats concordent avec celui de BENOUFELLA-KITOUS (2005) à Tizi ouzou qui a montré que le vol d'immigration est favorisé par des températures moyennes de l'ordre de 21,5 C° au mois de mai. AROUN (2015) rajoutent que les conditions environnementales propices favorisent leur développement.

D'une manière générale, cinq familles d'insectes prédateurs de pucerons répertoriés par SZENTKIRALYI (2001). Ces cinq familles, Coccinellidae, Syrphidae, Cecidomyiidae, Chrysopidae et Hemerobiidae appartiennent à la guilde des aphidiphages tout comme certaines espèces d'araignées, d'acariens, d'amphibiens et d'oiseaux, prédateurs occasionnels de pucerons (FRAZER, 1988). Rajoutant à cela une autre famille de Névroptère a un intérêt en protection biologique (VILLENAVE, 2006), il s'agit des Coniopterygidae, insecte de petite taille et difficiles à piéger, qui ne sont pas traités dans cette étude. Au cours de notre inventaire des prédateurs naturels nous avons pu recensés 11 espèces appartenant à 3 familles.

La dispersion des espèces piégées fluctue d'une culture à une autre. Le verger de pêcher abrite un nombre plus élevé d'espèces comparé au verger de poirier et à la parcelle de Blé dur avec la présence de 10 espèces sur 11 : *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Harmonia axyridis* (nouvelle pour l'Algérie), *Hyperaspis marmottani*,

Melanostoma mellinum, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, et *Chrysoperla carnea*. Ces prédateurs sont attirés par une diversité assez variée de proie qui leur assure une disponibilité aphidienne favorable à la reproduction. Les activités de recherche de nourriture des prédateurs se poursuivent de la bordure des champs jusqu'à proximité du centre des champs (SAMARANAYAKE et COSTAMAGNA, 2019).

En effet les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') des prédateurs naturels de pucerons obtenues fluctuent d'une culture à l'autre durant les deux années d'étude. En ce qui concerne l'année 2017, dans le verger de pêcher, H' a enregistré une valeur de 2,37. La valeur de 2,29 bits est enregistrée dans le verger de poirier. Un maximum de 2,6 bits est obtenu dans la parcelle de Blé dur en 2017. L'indice de diversité de Shannon durant l'année 2018 a enregistré le maximum (2,52 bits) dans la parcelle de Blé dur, suivi par 2,32 bits dans le verger de poirier et 1,9 bits dans le verger de pêcher.

Les valeurs les plus importantes de l'indice de diversité de Shannon au cours des deux années 2017 et 2018 sont obtenues sur la parcelle de Blé dur. Ces valeurs mettent en évidence une diversité importante du peuplement échantillonné.

VANDEREYCKEN *et al.* (2013) trouvent que les valeurs de l'indice de Shannon fluctuent également d'une culture à une autre de 2009 à 2011. Le mouvement des prédateurs dans les cultures dépend à la fois de l'identité du prédateur et du type d'habitat adjacent. Il se trouve que les valeurs de diversité les plus importantes sont obtenues sur maïs en 2009 (1,6 bits). Sur Blé dur un maximum de 0,74 bits est enregistré en 2011.

En définitive, les pucerons ont leur rôle dans l'environnement. Ils peuvent être nuisibles aux plantes, servir d'aliments à d'autres insectes ou allier aux fourmis. Les éliminer totalement serait un pas pour l'agriculture ou un déséquilibre écologique ? Les insecticides utilisés de façon systématique détruisent aussi bien les pucerons que leurs ennemis naturels. Il est donc nécessaire d'adapter les méthodes de lutte.

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des ravageurs. Parmi cette faune, les Coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer un rôle important dans la réduction des populations de Pucerons et de Cochenilles (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998).

Dans la majorité des cas, les coccinelles (larves et adultes) se nourrissent essentiellement de pucerons. Cet apport de protéines est indispensable à leur croissance mais il peut varier en fonction des fluctuations des populations de pucerons. Ainsi, nombreuses sont les coccinelles qui ont recours à une nourriture alternative, d'origine végétale, surtout du pollen et du nectar, en cas de diminution de la ressource en pucerons. Mais cela ralentit leur

croissance et arrête les pontes. Certaines coccinelles sont ainsi devenues phytophages et même mycétophages (mangeuses de champignons) et deviennent parfois « nuisibles » à certaines plantations (COUTIN, 2007).

Selon SUTY en 2010, les relations proies-prédateurs sont à la base du fonctionnement des réseaux trophiques. Ils contribuent donc à maintenir l'équilibre des écosystèmes. De nombreux petits prédateurs sont des auxiliaires de l'agriculture car ils régulent des populations d'ennemis des cultures. C'est le cas de nombreux insectes, par exemple, la coccinelle, grande prédatrice des pucerons.

Les chrysopes sont des prédateurs généralistes ont une préférence pour la chasse aux pucerons et autres insectes peu mobiles (cochenilles, acariens, chenilles, larves diverses...) qu'ils consomment pendant toute leur vie, aux stades larvaire et adulte. Au cours de son développement, une larve peut consommer 400 pucerons, et jusqu'à 40 acariens phytophages par heure. Suivant les espèces, on peut observer 2 à 4 générations par an, ce qui en fait un auxiliaire des cultures très important. Leurs larves peuvent contrôler efficacement le développement des pucerons et les maintenir sous un seuil acceptable pour le jardinier amateur. Associées à d'autres auxiliaires (coccinelles par exemple), les chrysopes sont non seulement de bons prédateurs de contrôle, mais peuvent même participer au « nettoyage » complet des populations de ravageurs. D'après SALHI (1992), rapporte que l'activité de *C. carnea* intervient en mars où la proie est disponible. Parallèlement MIGNON *et al.* (2003), dans les agro systèmes la présence et la persistance des chrysopes dépendent de la disponibilité des proies et également de la composition végétale des habitats adjacentes des cultures.

Les larves des Syrphes sont des prédatrices spécialistes de différentes espèces de pucerons. Une larve de Syrphe en plein développement peut ainsi tuer plus de 100 insectes par jour. Cet appétit féroce en fait des alliés de choix dans la lutte biologique. La quantité de pucerons ingérée par les syrphes est la même que les coccinelles; sauf qu'on observe jusqu'à 7 générations de syrphes par an, rendant ces auxiliaires plus efficaces (FRANCIS *et al.*, 2003). Contrairement LEGEMBLE en 2008, montre que l'intervention des syrphes est précoce; sa présence est liée aux conditions climatiques telles que la température et l'humidité de l'air et la disponibilité de la nourriture.

Néanmoins, on doit souligner que l'activité des syrphes était très limitée durant toute la période de notre étude. Quantitativement les coccinelles sont les plus dominantes. En revanche, les syrphes et les chrysopes marquent une présence négligeable qui s'est limitée à des individus isolés au cours de cette étude.

Pour notre étude, nous confirmons que les risques de compétition interspécifique sont négligeables en raison de l'abondance de la nourriture dans les deux régions d'étude. De même une faible activité des chrysopes et des syrphes a été notée. Malgré la forte présence des coccinelles tous stades confondus, leur rôle dans la régulation des populations de pucerons a été insignifiante dans les deux régions d'étude choisie.

Les plantes peuvent également avoir un impact direct ou indirect sur les populations de phytophages par l'intermédiaire des ennemis naturels (WINTER et ROSTAS, 2010). Les relations tri-trophiques entre plantes, insectes phytophages et auxiliaires reposent essentiellement sur la présence de stimuli chimiques présents dans l'environnement. Le miellat induit de nombreuses interactions au niveau des relations tritrophiques (plante-hôte, ravageur, auxiliaire). L'utilisation d'un miellat artificiel pour la lutte biologique et plus particulièrement des sémio chimiques y étant associés, paraît toute indiquée pour augmenter la présence d'auxiliaires tout en stimulant leurs activités prédatrices ou parasitaires (LEROY et *al.*, 2009).

La prise en compte de la présence ou non d'auxiliaires est également un élément clé dans le raisonnement des interventions. Par exemple, en cas de fortes infestations de pucerons, la présence de coccinelles, de syrphes ou de chrysopes indique qu'une régulation naturelle est en cours, l'intervention chimique n'est pas nécessaire, il est important de suivre l'évolution de cette régulation.

L'étude du cycle biologique de *Harmonia axyridis* sous les conditions extérieures de la région d'El Harrach, en l'occurrence la température, l'humidité et le photopériodisme circadien, a fait ressortir une durée moyenne des stades de développements (œufs : $4,32 \pm 0,79$ jours ; L1 : $3,06 \pm 0,43$ jours ; L2 : $4,36 \pm 0,49$ jours ; L3 : $9,04 \pm 1,26$ jours ; L4 : $11,1 \pm 1,41$ jours; Nymphe : $8,43 \pm 0,76$ jours) avec un temps de développement total estimé à $40,31 \pm 1,6$ jours selon les conditions abiotiques du milieu. Le temps de développement est accéléré lorsque les individus sont bien nourris et maintenus à 26 °C (HODEK, 1973). Cette étude a permis aussi d'estimer la fécondité des femelles *H. axyridis* qui variait de 13 à 22 œufs ($m \pm s$: $17,3 \pm 2,75$).

De nouvelles espèces sont apparues, c'est le cas des coccinelles: *Harmonia axyridis* et *Oenopia globata* (LAKHAL et *al.*, 2018) tandis que d'autres ont disparues comme *Adalia bipunctata* sous l'effet des changements climatiques et l'anthropisation. FARVAL (2006) attire l'attention sur l'importance des genres *Adalia* et *Harmonia* à travers le monde.

La coccinelle *Chilocorus cacti* a été introduite en Algérie mais ne s'est probablement pas établi (Smirnoff, 1957). *Coccinella algerica* Kovář, 1977 a été décrite sur la base de

petites différences morphologiques de populations nord-africaines que l'on croyait initialement être *Coccinella septempunctata*. MARIN et al. (2010) ont démontré que ces deux espèces ne forment pas de lignées génétiquement distinctes et sont synonymes de *Coccinella algerica* et *Coccinella septempunctata*. *Adalia decempunctata* était auparavant connue en Algérie.

Les spécimens d'*Adalia decempunctata* trouvés lors de notre prospection portent un mélange de caractères d'*Adalia decempunctata* et d'*Adalia conglomerata*. Le premier vit sur une grande variété de plantes ligneuses, tandis qu'*Adalia conglomerata* est un spécialiste des conifères, principalement l'épicéa en Europe centrale. Les différences dans la forme des organes génitaux masculins sont généralement minimales à l'intérieur d'*Adalia* pour permettre une identification claire des espèces. La présence de l'espèce exotique envahissante *Harmonia axyridis* en Algérie confirme les prévisions de sa répartition potentielle faites par POUTSMA (2008) en utilisant un modèle CLIMEX. Bien qu'il ait été trouvé dans quelques pays au climat tropical humide (Kenya : NEDVED et al. 2011 ; Tanzanie : NEDVED et HAVA, 2016), et dans le désert tropical sec (BIRANVAND et al., sous presse) non prévu par le modèle, il ne s'y est probablement pas établi. Le climat et les plantes-hôtes présents dans le nord de l'Algérie et la présence d'espèces proies et d'autres coccinelles prédatrices trouvées au cours de notre étude suggèrent l'établissement et la dissémination future de *Harmonia axyridis* en Algérie. Le premier spécimen trouvé était un mâle, le second une femelle, tous deux avec une crête élytrale bien développée, appartenant à la forme *succinea*. L'établissement de l'espèce a été confirmé par la présence de nombreuses larves et nymphes en 2018 et 2019. Tous les adultes trouvés en 2018 étaient de forme *succinea*, qui est la forme de couleur la plus courante chez les Chinois indigènes ainsi que dans la plupart des populations envahissantes (ROY et al. 2016). *Harmonia axyridis* Préfère les journées courtes, les nuits fraîches, les rayonnements du soleil en l'absence du vent. La coccinelle asiatique a été signalée en Tunisie par BEN HALIMA-KAMEL et al. (2018) lors d'une étude sur la dynamique des populations des insectes ravageurs de *Pinus halepensis* dans la région de Chott Mariem.

Le spécimen d'*Oenopia conglobata* prélevé en Algérie a un fond élytrale jaune, alors qu'il est généralement rose ou beige en Algérie. Europe. En outre, les taches sont plutôt petites, alors que dans de nombreux individus européens, au moins certains points fusionnent (NEDVED, 2015).

Conclusion

Conclusion

A travers ce travail de thèse mené sur l'évaluation de la diversité des prédateurs naturels des aphides dans la région d'El Harrach (Alger) et Mouzaia (Blida), nous avons cherché à montrer :

- Quels sont les prédateurs de pucerons qui existent dans les agrosystèmes prospectés ?
- Les interactions trophiques entre ces organismes et les insectes prédateurs, autrement dit de déterminer « qui mange qui ? »
- Quelles sont les méthodes qui pourront allonger le temps de présence de ces prédateurs naturels de pucerons à l'intérieur de la culture ?

En ce qui concerne la station ornementale à l'ENSA d' El Harrach, nous avons pu recensés 8 espèces de pucerons sur, une diversité botanique des plantes ornementales est représentée par 7 familles, dont la famille des Pittosporaceae est la plus représentée en espèces de pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* et *Toxoptera aurantii*), avec une forte présence des pucerons qui s'étale sur trois périodes différente. Il ressort que *Aphis fabae* est l'espèce la plus fréquente, et la plus attirée qui exploite le plus grand nombre de plantes hôtes.

L'évolution globale des pucerons étudié par le suivi des aptères sur laurier rose *Nerium oleander* montre leur forte présence durant la période qui s'étale de la mi-mars à la fin du mois de Juillet. Les colonies les plus danses sur *Nerium oleander* sont ceux de *Aphis nerii* (AR% = 90% en 2017 et 2018)

Un total de 13 relations ditrophiques, établies entre les pucerons et leurs plantes hôtes. Les 8 espèces d'aphides ont pu s'installer sur 5 espèces végétales différentes. Ces dernières appartiennent à 5 familles botaniques, dont 14 Pittosporaceae, Apocynaceae, Solanaceae, Rosaceae, et Asparagaceae.

Plus de 15 espèces d'ennemis naturels de pucerons sont présentes repartis sur 3 familles, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidae, et les Chrysopidae. La première famille est prédominante avec 13 espèces, au sein de la famille des Coccinellidae, le groupe aphidiphages constitue le groupe le plus important (63,64%). La coccinelle *Oenopia conglobata* est enregistrée pour la première fois en Algérie.

Les résultats nous permettent de montrer que les haies de bordures des chemins de l'ENSA (spécialement le *Pittosporum tobira*) constituent d'importants lieux de refuge pour nombreuses espèces utiles de la faune prédatrice d'aphides.

Concernant les résultats obtenus dans la zone agricole de Mouzaia (Blida), on constate que sur dix (10) espèces aphidiennes, les espèces *Aphis craccivora*, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, se retrouvent à la fois dans les deux vergers (poirier et pêcher). L'espèce *Rhopalosiphum padi* est caractéristique des céréales. . La majorité des espèces présentent des courbes de type bimodal.

Pour ce qui est des prédateurs naturels, 11 espèces appartenant à 3 familles : *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Hyperaspis marmottani*, *Melanostoma mellinum*, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, et *Chrysoperla carnea*. Les valeurs les plus importantes de diversité de ces prédateurs sont obtenues sur la parcelle de blé au cours des deux années 2017 et 2018 avec respectivement 2,6 bits et 2,52 bits.

Nous avons trouvé que les espèces *Coccinella septempunctata* et *Hippodamia variegata* sont associées à un nombre maximum de cultures (pêcher, poirier et blé), on en déduit que ces espèces sont des agents de lutte biologique important des ravageurs des cultures.

La coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* est enregistrée pour la première fois en Algérie dans le verger de pêcher à Mouzaia, la présence d'une semoulerie industrielle d'une firme transnational au voisinage des parcelles étudiées, semble être à l'origine de cette espèce qui s'est ensuite propagée vers plusieurs wilaya.

Nous avons trouvé que la durée moyenne de développement de *Harmonia axyridis* en conditions climatiques extérieures dans la région d'El Harrach est $40,31 \pm 1,6$ jour, cette coccinelle préfère les journées courtes, les nuits fraîches, les rayonnements du soleil en l'absence du vent.

Une variabilité des captures des prédateurs naturels est observée entre les cultures et des trois familles des prédateurs. Cependant, l'analyse statistique montre qu'il n'existe pas d'interaction significative au seuil de 5% entre les captures de cultures par rapport aux familles des prédateurs ($p \text{ value} = 0,119346$).

La plantation des bandes fleuries est indispensable pour l'attirance et la conservation (le maintien) de ces prédateurs naturels dans les cultures, le Pittospore a été très bénéfique pour les coccinelles, et les syrphes car durant la période de sa floraison, il pourrait les conserver sur une durée plus longue.

De nombreux auxiliaires sont présents dans notre environnement. Mieux les connaître permet de prendre conscience du rôle qu'ils jouent au sein des parcelles agricoles. Leur présence est réellement un atout pour lutter contre les ravageurs des cultures. Avant toute intervention chimique, l'observation des populations d'auxiliaires présents est primordiale pour faire les meilleurs choix de gestion. L'aménagement de l'environnement parcellaire est important pour favoriser leur présence : connexion des différents habitats, maintien ou création de refuges sur le périmètre des parcelles.

Perspectives :

Cette thèse ouvre la voie vers de nouvelles pistes d'investigation sur la faune prédatrice des aphides, telle que l'établissement d'un récent inventaire, afin de cerner les changements plausibles d'affecter le peuplement des Coccinellidae.

La majorité des coccinelles aphidophages considérées comme importantes pour la lutte biologique sont des généralistes ; mais leur tendance à se déplacer entre les espèces proies et les habitats peut limiter leur utilité (SLOGGETT *et al.*, 2008). En particulier, l'introduction accidentelle de coccinelles exotiques dans de nouvelles régions géographiques ou pour la lutte contre les pucerons peut avoir entraîné un déclin des espèces indigènes, c'est la raison pour laquelle il faut identifier le prédateur naturel des pucerons le plus abondant dans les agro écosystèmes avant et après l'introduction de l'espèce invasive *Harmonia axyridis* en Algérie.

Il serait judicieux également d'élargir l'étude des communautés des Coccinellidae surtout dans certains sites faiblement échantillonnés, en particulier en altitude. Un approfondissement, dans les études systématiques focalisées sur les larves pourrait être d'un grand apport pour une meilleure identification de certaines espèces.

Une étude du comportement des Coccinellidae vis-à-vis des facteurs abiotiques tels que la température, l'humidité, le vent, la salinité etc. pourrait également s'ajouter à la liste des études concernant les Coccinellidae. Même sur le plan environnemental, une étude sur l'impact des pesticides et des polluants atmosphériques sur les coccinelles et les autres familles des prédateurs naturels des aphides permettrait de mettre à profit leur statut de prédateurs utiles.

Les études à venir devraient examiner comment la phénologie des cultures influencent le schéma de déplacement des prédateurs, notamment en raison de la fluctuation des proies et autres ressources.

Les agriculteurs, les décideurs politiques et les parties prenantes pourraient intégrer ces connaissances de déterminer une configuration idéale des champs de culture afin de renforcer la lutte biologique naturelle contre les ravageurs en augmentant le mouvement des ennemis naturels dans des cultures particulières à des moments critiques pendant la saison de croissance.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. AREFI N, V. S. and. LYLIEV LA., 1988 – Spatial distribution and determination of population density of coccinellids in soybean agroecosystems in Primorie . *In Rol nasekomykh v biocenozakh Dalnego Vostoka. Dalnevostokhnyj Otdel Akademii Nauk SSSR Vladivostok* :4 – 12 (In Russian).
2. AROUN M.F., 2015 – *le complexe aphides et ennemis naturels en milieux cultivé et forestier en Algérie*. Thèse doctorat, Ecole nati. sup. agro. El Harrach, 158 p.
3. BAKROUNE N. et SAHARAOUI L., 2014 – *Les prédateurs du puceron aptère Aphis gossypii Glover, 1877 sur piment conduit sous-serre dans la région de Biskra. Séminaire national biodiversité faunistique, 7-9 décembre 2014, Ecole nati. sup. agro. El Harrach, 24 p.*
4. BALACHOWSKY A., and MENSIL L. 1936 -*Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Leurs mœurs, Leur destruction. Traite d'entomologie agricole concernant la France, la Corse. L'Afrique du Nord et les regions limitrophe*, Vol. 2. Ministere de l'Agriculture, Paris.
5. BAYOUN, I M., PLAPP, F W Jr., GILSTRAP, F E. and MICHELS, G J Jr., 1995 – Toxicity of selected insecticides to *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies. *Journal of Economic Entomol.*, v.88, n.5, : 1177-1185.
6. BELL, J.R., MEAD, A., SKIRVIN, D.J., SUNDERLAND, K.D., FENLON, J.S. and SYMONDSON, W.O.C., 2008 – Do functional traits improve prediction of predation rates for a disparate group of aphid predators? *Bulletin of Entomological Research* 98, 587–597.
7. BEN HALIMA KAMEL M., MDELLEL L., ZOUZRI S. and ADOUANI R., 2018 – Occurrence of *Harmonia axyridis* in Tunisia. *Bull OEPP/EPPO Bull* 48:307–308 <https://doi.org/10.1111/epp.12473>
8. BEN HALIMA-KAMEL M., BEN HAMOUDA M.H., 2005 – A propos des pucerons des arbres fruitiers de Tunisie. *Notes fauniques de Gembloux.*, 58 11– 16.
9. BENHAMACHA M., GHEZALI D., CHEMALA A. & MARNICHE F. 2017 – Premier rapport de *Pauesia silana* Tremblay, 1969 (Hymenoptera: Aphidiidae), un ennemi naturel du puceron *Cinara pini* L., en Algérie. *Bulletin OEPP*, 47: 283–284. <https://doi.org/10.1111/epp.12387>

10. BENOUFFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI S. et HANCE T., 2014 – Inventaire des Aphides et leurs ennemis naturels dans un verger d'agrumes. 10ème Conférence internationale ravageurs agricult., 22-23 octobre 2014, Montpellier
11. BIENKOWSKI. A.O., 2018 – Key for identification of the ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of European Russia and the Russian Caucasus (native and alien species). *Zootaxa*, 4472 (2): 233-260.
12. BIRANVAND A., TOMASZEWSKA W., NEDVED O., ZARE KHORMIZI M., NICOLAS V., CANEPARI C., SHAKARAMI J., FEKRAT L. and FURSCH H., 2017 – Review of the tribe Hyperaspidini Mulsant (Coleoptera:Coccinellidae) from Iran. *Zootaxa*. 4236(2):311–326.
13. BLACKMAN R.-L, EASTOP V.F., 2017- *Aphids of the World's Plants: An Online Identification and Information Guide*. <http://www.aphidsonworldsplants.info> [Accessed 25.08. 2017]
14. BLACKMAN R.-L. and EASTOP V.F. 1994 - *Aphids on the world's trees: An identification and information guide*. Wallingford, CAB international, Wallingford, 986 p.
15. BLACKMAN R.-L. and EASTOP V.F. In VAN EMDEN, H. F. and HARRINGTON, R., eds., 2017 - *Aphids as crop pests*. 2nd edition. CABI Publishing, Wallingford, 714p.
16. BLACKMAN R.-L. and EASTOP V.-F., 2000 - *Aphids on the world's crops. An identification and information guide*. Ed. Wiley, Chichester, 466 p.
17. BLACKMAN, R.-L. & EASTOP V.F., 2006- *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*. Volume 1: host lists and keys. Volume 2: the aphids. Wiley. 1439 p
18. BLACKMAN, R.-L. and EASTOP, V.F., 2006 - *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*. Wiley ,Chichester, UK (2 vols) 1,439 pp. (Revised and updated online at www.aphidsonworldsplants.info (FAO, 2017)).
19. BLACKMAN, R.-L., 1974 - Life-cycle variation of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom., Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. *Bulletin of Entomological Research*, 63:595–607.
20. BOIVIN, G., HANCE, T. and BRODEUR, J., 2012 - Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92: 1–12.
21. BONNEMAISON L., 1951 – Contribution a l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphidinae. *Annales des Epiphytes* 2, 1–380.
22. BONNEMAISON L., 1962 – *Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts*. Ed. S.E.P., T. 1, Paris, 605 p.

23. BOREAU DE ROINCE C., 2012 - *Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers : Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs*. Thèse Doctorat, AgroParisTech. Paris, 192p.
24. BRAENDLE, C., DAVIS G.K., BRISSON J.A. and D.L. STERN., 2006 – Wing dimorphism in aphids. *Heredity*, 97: 192–199.
25. BRISSON, J.A., 2010 – Aphid wing dimorphisms: linking environmental and genetic control of trait variation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B, Biol. Sci.* 365: 605–616.
26. BRISSON, J.A., ISHIKAWA A. and MIURA, T., 2010 – Wing development genes of the pea aphid and differential gene expression between winged and unwinged morphs. *Insect Molecular Biology*, 19, 63–73.
27. COUTIN R., 2007 - Les coccinelles phytophages. *Insectes*, n°146(3) : 9-11.
28. DAJOZ R., 1971 - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 343 p.
29. DEDRYVER C.-A., 1982 – *Qu'est-ce qu'un puceron ? journ. info. etud.*, 9 - 20 p., in *Les pucerons des cultures*, 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Association coordin. techn. agri.(A.c.t.a), Paris, 350p.
30. DEWAR, A.M., HAYLOCK, L.A., CHAPMAN, J., DEVINE, G.J., HARLING, Z. and DEVONSHIRE, A.L., 1994 – Effect of triazamate on resistant *Myzus persicae* on sugarbeet under field cages. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases, November, 1*, 407–412. in ROGER L. BLACKMAN and VICTOR F.
31. DIXON A.F.G., 2000 - Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. *Cambridge University Press*, Cambridge, 268 p.
32. DIXON, A.F.G. and AGARWALA, B.K., 1999 – Ladybird induced life-history changes in aphids. *Proceedings of the Royal Society of London B* 266, 1549–1553.
33. DIXON, A.F.G. and GLEN, D.M., 1971 – Morph determination in the bird cherry–oat aphid, *Rhopalosiphum padi* L. *Annals of Applied Biology*, 68, 11–21.
34. DIXON, A.F.G., 1972 – Crowding and nutrition in the induction of macropterous alatae in *Drepanosiphum dixonii*. *Journal of Insect Physiology*, 18, 459–464.
35. DIXON, A.F.G., 1998 – *Aphid Ecology*. Chapman & Hall, London, U.K.
36. DIXON, A.F.G., AGARWALA, B., HEMPTINNE, J.-L., HONEK, A. and JAROSIK, V., 2011 – Fast–slow continuum in the life history parameters of ladybirds revisited. *European Journal of Environmental Sciences*, 1, 61–66.
37. DRIDI, B. ZEMMOURI., 2012 - Fonctions de pédotransfert Pour Les vertisols de la plaine de la Mitidja (Algérie): Recherche de paramètres les plus de Pour la rétention pertinents en eau (sol fonction pédotransfert pour les vertisols de la plaineMitidja

- (Algérie): Recherche des paramètres les plus appropriés pour la rétention d'eau), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16 (2)193 - 201
38. EASTOP. In VAN EMDEN, H. F. and HARRINGTON, R., eds., 2017 – Aphids as crop pests. 2nd edition. CABI Publishing, Wallingford, pp714
 39. EVANS, E.W., SOARES, A.O. and YASUDA, H., 2011 – Invasions by ladybugs, ladybirds, and other predatory beetles. *BioControl*, 56, 597–611.
 40. FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. et HEMPTINNE J. L., 2003 – *Ecologie. Approche scientifique et pratique*. Ed. Technique et Documentation (Tec. Doc.), Paris, 407 p.
 41. FAURIE C., FERRA Ch., MEDORI P., DEVAUX J., 1980 – *Ecologie – Approche scientifique et pratique*. Ed. J-B.Bailliere.Paris, 339 p.
 42. FAVRET, C., 2014 – Aphid species file. Available at: <http://aphid.speciesfile.org/HomePage/Aphid/HomePage.aspx> (accessed 25 November 2016).
 43. FERERES, A. & MORENO, A., 2009 – Behavioural aspects influencing plant virus transmission by homopteran insects. *Virus Research*, 141, 158–168.
 44. FRANCIS. F., COLIGNON. P., & HAUBRUG. E., 2003 – Evaluation de la présence des Syrphidae (Diptera) en cultures maraichères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica*, 59 : 127-139
 45. FRAVAL A., 2006 – Les pucerons – 1ère partie. *Insectes*, 141 (2): 3 - 8.
 46. FRAZER B.D., 1988 - Predators. Pp 217-230 in *Aphids : their Biology, Natural enemies and Control*. A.K. Minks & Harrewijn (Eds). Amsterdam. 335p.
 47. FRAZER B.D., 1988 - Predators. Pp 217-230 in *Aphids: their Biology, Natural enemies and Control*. MINKS A.K. & HARREWIJN (Eds). Amsterdam. 335p.
 48. FRAZER, B. D. and N. GILBERT., 1976 – Coccinellids and aphids: a quantitative study of the impact of adult lady - birds (Coleoptera: Coccinellidae) preying on field populations of pea aphids (Homoptera: Aphididae). *J. Entomology. Soc. B. C*, 73: 33 – 56.
 49. GARDINER MM, BURKMAN CE, PRAJZNER SP., 2013 – The Value of Urban Vacant Land to Support Arthropod Biodiversity and Ecosystem Services. *Environ Entomology*, 42: 1123–1136. <https://doi.org/10.1603/EN12275> PMID: 24468552
 50. GARNER, W.W. and ALLARD, H.A., 1920 – Effect of relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *Journal of Agricultural Research*, 18, 553–606.

51. GIORGI, J.A., VANDANBERG, N.J., McHugh, J.V., FORRESTER, J.A., SLIPINSKI, S.A., *et al.*, 2009 – The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control*, 51, 215–231
52. GOGGIN F.L. *et al.* in ROGER L. BLACKMAN and VICTOR F. EASTOP. In VAN EMDEN, H. F. and HARRINGTON, R., eds., 2017 – *Aphids as crop pests. 2nd edition.* CABI Publishing, Wallingford, pp714
53. GUERRIERI. E and DIGILIO. M.C., 2008 – Aphid-plant interactions: a review. *Journal of Plant Interactions* Vol. 3, No. 4, December 2008, 223_232
54. HARDIE, J., 2017 – life cycles and polyphenism. In: VAN EMDEN, H. F. and HARRINGTON, R., eds., 2017 – *Aphids as crop pests. 2e edition.* CABI Publishing, Wallingford, pp714.
55. HATANO, E., G. KUNERT, J. P. MICHAUD and W. W. WEISSER., 2009 – Chemical cues mediating aphid location by natural enemies. *Euro. J. Entomology*, 105 : 797 – 806
56. HATTORI, M., O. KISHIDA and IITINO T., 2013 – Soldiers with large weapons in predator-abundant midsummer reproductive plasticity in a eusocial aphid. *Evol. Ecol*, 27: 847–862.
57. HEMIDI W., LAAMARI M., TAHAR CHAOUICHE S. 2013 – *Les hyménoptères parasitoïdes des pucerons associés aux plantes ornementales de la ville de Biskra.* USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities “Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems” CIPCA4 TAGHIT (Bechar) – ALGERIA, 19-21 November, 2013
58. HEMPTINNE, J. L., GAUDIN M., DIXON A. F. G. and LOGNAY F., 2000 – Social feeding in ladybird beetles: adaptive significance and mechanism. *Chemoecology*, 10: 149– 152.
59. HODEK I. & HONEK A., 1996 – *Ecology of Coccinellidae.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 464 pp.
60. HODEK, I. and EVANS, E.W., 2012 – *Food relationships.* In: HODEK, I., VAN EMDEN, H.F. and HONEK, A. (Eds) *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae).* Wiley-Blackwell, Chichester, UK, pp. 141–274.
61. HODEK, I., 1973 - *Biology of Coccinellidae.* Prague, The Hague: Academia Publishing and W. Junk. 260 pp.+ 33 pls
62. HODEK, I., 1996 – Food relationships. In I. HODEK and A. HONEK (Eds). *Ecology of Coccinellidae.* Kluwer, Dordrecht. pp. 143 – 238.

63. HONEK, A., 1979 – Plant density and occurrence of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera, Coccinellidae) in cereals . *Acta Entomol. Bohemoslov*, 76, 308 – 312.
64. HONEK, A., 1982 – The distribution of overwintered *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) adults in agricultural crops. *Z. Angew. Entomol*, 94 : 311 – 31
65. HONEK, A., 2012 – Distribution and habitats. In I. HODEK, H. F. VAN EMDEN, & A. HONEK (Eds.), *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)* (pp. 54–109). Chichester, UK: Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118223208>
66. HULL, R., 2002 – *Matthews' Plant Virology*, 4th Ed. Academic Press, London, 1001 pp.
67. HULLE M., TURPEAU AIT-IGHIL E., ROBERT Y. et MONNET Y., 1999 – *Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activité de vol*. Ed. Inst. nati. rech.Agro. (I.n.r.a.), Paris, 136 p.
68. IABLOKOFF-KHNZORIAN SM., 1982 – *Les Coccinelles, Coléoptères-Coccinellidae, tribu Coccinellini des Régions Paléarctiques et Orientale*. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 568 pp.
69. 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 : 203 – 210 .
70. IVES, P. M., 1981 – Estimation of Coccinellids numbers and movement in the field. *Can. Entomol*, 113: 981 – 997.
71. JACKY F., BOUCHERY Y., 1982 – *Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons*. Institut National de la Recherche Agronomique, Colmar, 48p.
72. JANDRICIC, S.E., FILOTAS, M., SANDERSON, J.P. and WRAIGHT, S.P., 2014 – Pathogenicity of conidia-based preparations of entomopathogenic fungi against the greenhouse pest aphids *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, and *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Invertebrate Pathology* 118, 34–46.
73. JAOUANNET M, RODRIGUEZ PA, THROPE P, LENOIR CJG, MACLEOD R, ESCUDERO-MARTINEZ C, et al, 2014 - Plant immunity in plant–aphid interactions. *Front Plant Sci*, 5: 663. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00663> PMID: 25520727
74. KENNEDYET et al., 1962 - in. BLACKMAN, R.-L. and EASTOP. V.F. In VAN EMDEN, H. F. and HARRINGTON, R., eds., 2017 - Aphids as crop pests. 2nd edition. CABI Publishing, Wallingford, pp714

75. KHAN, S., GUO, H., SHI, H., MIJIT, M. and QIU, D., 2012 – Bioassay and enzymatic comparison of six entomopathogenic fungal isolates for virulence or toxicity against green peach aphids *Myzus persicae*. *African Journal of Biotechnology*, 11, 14193–14203.
76. KHERBOUCHE Y., SEKOUR M., GASMI D., CHAABNA A., CHAKALI G., LASSERRE-JOULIN F. and DOUMANDJI S., 2015 – Diversity and Distribution of arthropod community in the Lucerne fields in northern Sahara of Algeria. *Pakistan Journal of Zoology*, 47: 505–514.
77. LAKHAL MA., GHEZALI D., NEDVED O. and DOUMANDJI S., 2018 – Checklist of ladybirds of Algeria with two new recorded species (Coleoptera, Coccinellidae). *ZooKeys*, 774: 41–52. <https://doi.org/10.3897/zookeys.774.23895>
78. LAMI F., MASETTI, A., NERI, U., LENER, M., STAIANO, G., ARPAIA, S., BURGIO, G., 2016 - Diversity of Coccinellidae in ecological compensation areas of Italy and overlap with maize pollen shedding period. *Bulletin of Insectology*, 69 (1): 49-57
79. LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1969 - *Problèmes d'écologie, l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.
80. LATIBARI M.H., MORAVVEJ G., NAMAGHI H.S. & KHORMIZI M.Z. 2016 - Coccinellid biodiversity on the coniferous trees *Thuja orientalis* and *Pinus mugo* in urban landscape of Mashhad, Razavi Khorasan Province, Iran. *Egypt. J. Biol. Pest Control*, **26**: 419–421.
81. LECLANT F., 1999 – *Les pucerons des plantes cultivées : clef d'identification, II – cultures maraîchères*. Ed. Association coordin. techn. agri. (A.c.t.a.), Paris, 98 p.
82. LEES, A.D., 1960 – The role of photoperiod and temperature in the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton – II. The operation of the 'interval timer' in young clones. *Journal of Insect Physiology* 4, 154–175.
83. LEES, A.D., 1961 – Aphid clocks. *New Scientist*, 355, 148–150.
84. LEES, A.D., 1967 – The production of the apterous and alate forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. *Journal of Insect Physiology*, 13, 289–318.
85. LEES., 1964 in AROUN M.E.F., 1985 - *les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja*. Thèse Magister. agro., Inst.nati.agro., El Harrach, 125 p.
86. LEGEMBLE. J., 2008 - *Les syrphes*. Fiche Tech. Service Régional de la Protection des Végétaux de Haute-Normandie, France.3p.

87. LEROY P., CAPELLA Q. HAUBRUGE E., 2009 – L’impact du miellat du puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol.Agron.Soc.Environ*, 13(2), 325-334
88. MAGURRAN, A.E., 1988 – *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm, London, 178
89. MAJERUS M., 1994 – *Ladybirds*. Harper Collins, London. 367 pp.
90. MAJERUS M., KEARNS P., 1989 – *Ladybirds*. Richmond publishing Co.Ltd., Slough, 103pp
91. MAKETON, M., CHAKANYA, N., PREMUDOMKIT, K. and MAKETON, C., 2013 – Interaction between entomopathogenic fungi and some aphid species in Thailand. *Gesunde Pflanzen*, 65, 93–105.
92. MALCOLM, S.B., 1990 – Chemical defense in chewing and sucking insect herbivores: plant - derived cardenolides in the monarch butterfly and oleander aphid. *Chemoecology*, 1 : 12 – 21
93. MARCOVITCH, S., 1923 – Plant lice and light exposure. *Science, New York*, 58,537–538.
94. MARCOVITCH, S., 1924 – The migration of the Aphididae and the appearance of the sexual forms as affected by the relative length of daily light exposure. *Journal of Agricultural Research*, 27:513–533.
95. MARIN J., CROUAU-ROY B., HEMPTINNE JL., LECOMPTE E. and MAGRO A., 2010 – *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae): a species complex? *Zoologica Scripta*, 39: 591–602. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.2010.00450.x>
96. MARIN-ARMIJOS D., QUEZADA-RIOS N., SOTO-ARMIJOS C. and MENGUAL X., 2017 – Checklist of the flower flies of Ecuador (Diptera, Syrphidae). *Zookeys*., 691: 163–199. <https://doi.org/10.3897/zookeys.691.13328>
97. MATILE L., 1993 – *Les Diptères d’Europe occidentale*. Tome I. introduction, techniques d’études et morphologie. Nématocères, Brachycères Orthorraphes et Aschizes. Publié avec le concours du Centre National Des Lettres.
98. MICHELS GJ., 1987 – A checklist of the Coccinellidae (Coleoptera) of Wyoming. *The Coleopterist Bulletin*, 41: 249–255.
99. MIGNON. J., COLIGNON. P., HAUBRUGE. É. & FRANCIS. F., 2003 - Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) en cultures maraîchères. *Conférence internationale francophone d’entomologie*, Montréal. 84 : 121-128.

100. MINET H., 2018 – *Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines* : REGULEG Mémoire de stage. Agrocampus Ouest, centre de Rennes 56 p.
101. MORAN, N.A., 1992 – The evolution of aphid life cycles. *Annual Review of Entomology*, 37, 321–348.
102. MULLER, C.B., WILLIAMS, I.S. and HARDIE, J., 2001 – The role of nutrition, crowding and interspecific interactions in the development of winged aphids. *Ecological Entomology*, 26: 330–340.
103. MURATORI, F.B., GAGNE, R.J. and MESSING, R.H., 2009 – Ecological traits of a new aphid parasitoid, *Endaphis fugitiva* (Diptera: Cecidomyiidae), and its potential for biological control of the banana aphid, *Pentalonia nigronervosa* (Hemiptera: Aphididae). *Biological Control*, 50:185–193
104. NAULT, L.R., 1997 – Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Annals of the Entomological Society of America.*, 90, 521–541
105. NAVASSE Y., 2016 - *Spécialisation parasitaire chez les Aphidiinae : existe-t-il des parasitoïdes de pucerons généralistes ?* Thèse Doctorat, université de Rennes ,188 p.
106. NEDVED O, KOVAR I., 2012 – Phylogeny and classification. In: HODEK I, VAN EMDEN HF, HONEK A. (Eds) *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*. Blackwell Publishing Ltd., Chichester, UK, 1–12. doi: 10.1002/9781118223208.ch1
107. NEDVED O., 2015 – *Ladybird beetles (Coccinellidae) of Central Europe*. Academia, Praha, 304 pp.
108. NEDVED O., HAVA J. and KULIKOVA D., 2011 – Record of the invasive alien ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) from Kenya. *ZooKeys*, 106: 77–81. <https://doi.org/10.3897/zookeys.106.1242>
109. NEDVED O., HAVA J., 2016 –New record of the invasive lady beetle *Harmonia axyridis* in Afrotropical Region: Tanzania, Zanzibar. *African Entomology*, 24: 247–249. <https://doi.org/10.4001/003.024.0247>
110. NEDVED, O., & HONEK, A., 2012 – Life History and Development. HODEK I, VAN EMDEN HF, HONEK A. (Eds) *Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)*. (pp. 54– 109). Chichester, UK: Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118223208>
111. NIJHOUT, H.F., 2003 – Development and evolution of adaptive polyphenisms. *Evol. Dev.* 5: 9–18.

112. PAPANIKOLAOU, N.E., MILONAS, P.G., KONTODIMAS, D.C., DEMIRIS, N. and MATSINOS, Y.G., 2013 – Temperature dependent development, survival, longevity, and fecundity of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 106, 228–234.
113. POIRIE M., & COUSTAU C., 2011 - The evolutionary ecology of aphids immunity. *Bio.Int. Pla. Hea.* 8: 247-255.
114. POLIS, G.A., MYERS, C.A. & HOLT, R.D., 1989 - The ecology and evolution of intraguild predation: Potential competitors that eat each other. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 20, 297-330.
115. SAPORTA. G., 1990 - *Probabilités des Analyse des données et statistiques*, Ed Technip, 493p.
116. POUTSMA J., LOOMANS AJM., AUKEMA B. and HEIJERMAN., 2008 – Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model. *BioControl*, 53: 103–125. [https://https://doi.org/10.1007/s10526-007-9140-y](https://doi.org/10.1007/s10526-007-9140-y)
117. RAMADE F., 2008 – *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Ed. Dunod, Paris, 726 p.
118. RAMADE F., 2009 – *Éléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 689.
119. REMAUDIERE G., et REMAUDIERE M., 1997 – *Catalogue des Aphididae du monde*. Ed. Inst. nati. rech. agro. (I.n.r.a.), Paris, 473 p.
120. REMAUDIERE G., AUTRIQUE A., EASTOP V.-F., STARY P. et AYMONIN G., 1985 – *Contribution à l'écologie des aphides africains*. Ed. Food agri. org. (F.A.O.), Rome, 214 p.
121. ROY HE, BROWN PMJ, ADRIAENS T, BERKVENNS N, BORGES I, Clusella-Trullas S, Comont RF, De Clercq P, Eschen R, Estoup A, Evans EW, Facon B, Gardiner MM, Gil A, Grez AA, Guillemaud T, Haelewaters D, Herz A, Honek A, Howe AG, Hui C, Hutchison WD, Kenis M, Koch RL, Kulfan J, Handley LL, Lombaert E, Loomans A, Losey J, Lukashuk AO, Maes D, Magro A, Murray KM, Martin GS, Martinkova Z, Minnaar IA, Nedvěd O, Orlova- Bienkowskaja MJ, Osawa N, Rabitsch W, Ravn HP, Rondoni G, Rorke SL, Ryndevich SK, Saethre MG, Sloggett JJ, Soares AO, Stals R, Tinsley MC, Vandereycken A., 2016 – The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. *Biological Invasions.*, 18(4): 997–1044. [https://https://doi.org/10.1007/s10530-016-1077-6](https://doi.org/10.1007/s10530-016-1077-6)

122. SAHARAOU L., 2017- *Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae): analyse faunistique et structure des communautés*. Thèse de Doctorat .Ecologie, Biodiversité et Evolution, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier.185P.
123. SAHARAOU L., GOURREAU JM., 2000 - Les Coccinelles d'Algérie: inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique.*, 6: 1–27.
124. SAHARAOU L, HEMPTINNE JL, MAGRO A., 2014 - Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Entomologie Faunistique. Faunistic Entomology.*, 67: 147–164.
125. SAKURATANI, Y., IKEUCHI K. and IOKA T., 1991 - Seasonal changes in angle of pupation of *Coccinella septempunctata bruckii* in relation to solar altitude. In POLAGAR L., CHAMBERSR. J., DIXON A. F. G. and HODEK I., (Eds). *Behaviour and Impact of Aphidophaga* . SPB Academic Publishing, The Hague. pp. 259 – 264.
126. SALHI. N., 1992 – *Etude de quelques aspects de la bio-écologie de deux espèces d'homopteres aphididae : aphid citricola van der goot, 1912 et toxoptera aurantii boyer de fonscolombe, 1841 sur deux vergers de citrus sinensis dans la région de Tizi-Ouzou*. Thèse Magister inst. Bio., Univ. Tizi-Ouzou, 90p.
127. SAMARANAYAKE KGLI, COSTAMAGNA AC., 2019 - Adjacent habitat type affects the movement of predators suppressing soybean aphids. *PLoS ONE*, 14(6): e0218522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218522>
128. SAN MARTIN, G., 2004 – *Clé de détermination des Chrysopidae de Belgique*. Wavre, 42.
129. SIMPSON, K.L.S., JACKSON, G.E. & GRACE, J., 2012 – The response of aphids to plant water stress - the case of *Myzus persicae* and *Brassica oleracea* var. *capitata*. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 142, 191-202.
130. SLOGGETT, J.J., 2008 – Habitat and dietary specificity in aphidophagous ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): explaining specialization. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, 19, 95–113.
131. SNYDER, W.E. & IVES, A.R., 2003 – Interactions between specialist and generalist natural enemies: parasitoids, predators, and pea aphid biocontrol. *Ecology*, 84(1), 91–107.
132. SOARES AO., HONEK A., MARTINKOVA Z ., SKUHROVEC J ., CARDOSO P and BORGES I., 2017 – *Harmonia axyridis* failed to establish in the Azores: the role of species richness, intraguild interactions and resource availability. *BioControl*, DOI 10.1007/s10526-017-9794-z.

133. SPEIGHT, M.C.D. & SARTHOU, J.-P., 2014 – StN keys for the identification of the European species of various genera of Syrphidae (Diptera) 2014/Clés StN pour la détermination des espèces Européennes de plusieurs genres des Syrphidae (Diptères) 2014. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, Vol. 80, 125 pp, Syrph the Net publications, Dublin.
134. SPEIGHT, M.C.D., 2014 – Species accounts of European Syrphidae (Diptera), 2014. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, vol. 78, 321 pp., Syrph the Net publications, Dublin.
135. SUTY L., 2010 – *La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques*. Ed. Edugacri, Paris, 328p.
136. SZENTKIRÁLYI F., 2001 - Ecology and habitat relationships. Pp 82-115 in *Lacewings in the crop environment*. P.K. McEwen, T.R. New & A.E. Whittington (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge. 546 pp
137. TAGU D., CALEVRO F., COLELLA S., GABALDON T. & SUGIO A. (Accepted 2016). *Functional and evolutionary genomics in aphids*. In A. VILCINSKAS (Ed.), *Biology & Ecology of Aphids*: CRC Press 52-88.
138. TAILLADE A., 2015 – *Etude de la biodiversité fonctionnelle en verger cidricole : Cas de la régulation naturelle du puceron cendré *Dysaphis plantaginea**. Mémoire de stage. Rennes.83p
139. TURPEAU-AIT IGHIL E., DEDRYVER C.-A., CHAUBET B. et HULLE M., 2011 – *Les pucerons des grandes cultures, cycles biologiques et activités de vol*. Ed. Quae, Paris, 135p.
140. VAN DYKE, F., 2008 – La conservation de l'habitat et du paysage. Dans VAN DYKE F (Ed.), *Conservation Biology. Foundations, Concepts, Applications* (pp. 279-311, 2e Ed.). Berlin / Heidelberg: Springer Science and Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6891-1_10
141. VAN VEEN, F.J.F., MULLER, C.B., PELL, J.K. & GODFRAY, H.C.J., 2008 – Food web structure of three guilds of natural enemies: predators, parasitoids and pathogens of aphids. *Journal of Animal Ecology*, 77, 191-200.
142. VANDEREYCKEN A., DURIEUX D., JOIE E., JOHN J. SLOGGETT, HAUGRUGE E, VERHEGGEN F.J., 2013 - La coccinelle asiatique multicolore, *Harmonia axyridis*, est-elle l'ennemi naturel le plus abondant des pucerons dans les agroécosystèmes?, *Journal of Insect Science*, Volume 13, Numéro 1, 158, <https://doi.org/10.1673/031.013.15801>

143. VILAIN M., 1999 - *Méthodes expérimentales en agronomie pratique et analyse*. Ed. Technique de documentation, Paris, 337p.
144. VILCINSKAS, A., 2016 – *Biology and Ecology of Aphids*, CRC Press, UK
145. VILLENAVE J., & RAT-MORRIS E., 2007 – Comment attirer et maintenir les Chrysopes dans les agroécosystèmes ? Étude de leur bio-écologie. *Rev. sci. Bourgogne-Nature*, 5-2007, 113-116
146. VILLENAVE-CHASSET J. 2006 -*Etude de la Bio-écologie des Névroptères dans une perspective de lutte biologique par conservation*. Thèse de Doctorat. Institut National d'Horticulture Angers.
147. VILLENEUVE F. PICAULT S. TROTTIN-CAUDAL Y. DELPORTE M., 2017 – La maîtrise des bio-agresseurs dans un contexte de réduction des produits phytopharmaceutiques : focus sur l'utilisation des plantes de service. *Innovations Agronomiques*, 61, 5-24.
148. VOEGTLIN, D., VILLALOBOS. WILLIA. VINICIO SANCHEZ., MARCO. SABORIO-R., GUIDO; RIVERA, CARMEN., 2003 – A guide to the winged aphids (Homoptera) of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, vol. 51, núm. 2, pp. 1-22
149. VON DOHLEN, C.D. and MORAN, N.A., 1995 – Molecular phylogeny of the Homoptera: a paraphyletic taxon. *Journal of Molecular Evolution*, 41, 211–223.
150. VU, V.H., HONG, S.I. and KIM, K., 2007 – Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *Journal of Bioscience Bioengineering* 104, 498–505
151. WADLEY, F.M., 1923 – Factors affecting the proportion of alate and apterous forms of aphids. *Annals of the Entomological Society of America*, 16, 279–303.
152. WEESIE P. et BELEMSOBGO U., 1997 – Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso) : liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, Vol. 65 (3) : 263 – 278.
153. WEISSER, W.W., BRAENDLE, C. and MINORETTI, N, 1999 – Predator induced morphological shift in the pea aphid. *Proceedings of the Royal Society of London B* 266, 1175–1181.
154. WEST-EBERHARD, M.J., 2003 –*Developmental Plasticity and Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
155. WILL T. and VILCINSKAS A., 2015 – The structural sheath protein of aphids in required for phloem feeding. *Insect biochemistry molecular biology*, 577: 34 – 40.

156. WILLIAMS, I.S., DEWAR, A.M., DIXON, A.F.G. and THORNHILL, W.A., 2000 – Alate production of *Myzus persicae* on sugar beet – how likely is the evolution of sugar beet specific biotypes? *Journal of Applied Ecology*, 37, 40–51.
157. WINTER TR, ROSTAS M, 2010. Nitrogen deficiency affects Bottom-Up cascade without disrupting indirect plant defense. *Journal of Chemical Ecology* 36:642-651.
158. WU, X.-H., ZHOU, X.-R. and PANG, B.-P., 2010 – Influence of five host plants of *Aphis gossypii* Glover on some population parameters of *Hippodamia variegata* (Goeze). *Journal of Pest Science*, 83, 77–83.
159. WYSS, E., VILLIGER, M., HEMPTINNE, J.L. and MULLER-SCHARER, H., 1999 – Effects of augmentative releases of eggs and larvae of the ladybird beetle, *Adalia bipunctata*, on the abundance of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*, in organic apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90, 167–173.
160. YOUNES, M., SHOUKRY, I., METWALLY, S.A. and ABD-ALLAH, Y.N., 2013 – Efficiency of second instar larvae of *Chrysoperla carnea* to suppress some piercing sucking insects infesting cantaloupe under semi-field conditions. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 91, 169–179.

Sites Internet:

<https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html> (2017,2018)

www.aspofrance.org (2003)

www.fao.org

(<http://www.alaintruong.com/archives/2015/08/29/32550620.html>)

Checklist of ladybirds of Algeria with two new recorded species (Coleoptera, Coccinellidae)

Mohamed Amin Lakhal¹, Djelloul Ghezali¹,
Oldřich Nedvěd^{2,3}, Salaheddine Doumandji¹

1 Department of Agricultural and Forest Zoology, Agronomic National School Superior of El Harrach, Algeria Avenue Hassan Badi, 16200, El Harrach, Algeria **2** Faculty of Science, University of South Bohemia, Branišovská 1760, 370 05 České Budejovice, Czech Republic **3** Institute of Entomology, Biology Centre AS CR, Branišovská 31a, 370 05 České Budejovice, Czech Republic

Corresponding author: Mohamed A. Lakhal (lakhal.agro@yahoo.fr)

Academic editor: M. Thomas | Received 26 January 2018 | Accepted 1 June 2018 | Published 12 July 2018

<http://zoobank.org/53D8D928-4F07-451F-A641-E0643E11E61D>

Citation: Lakhal MA, Ghezali D, Nedvěd O, Doumandji S (2018) Checklist of ladybirds of Algeria with two new recorded species (Coleoptera, Coccinellidae). ZooKeys 774: 41–52. <https://doi.org/10.3897/zookeys.774.23895>

Abstract

An updated and corrected checklist of species of ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) known in Algeria now contains 75 species belonging in ten tribes. New country records include the European species *Oenopia conglobata* and the invasive Asian species *Harmonia axyridis*. Sampling data is provided for 14 species found during a faunistic survey performed mostly in agroecosystems, together with host plant and prey species.

Keywords

Africa, aphids, *Coccinelloidea*, distribution, ladybug, taxonomy

Introduction

Family Coccinellidae (ladybirds) is the most species-rich family in the recently recognized beetle superfamily Coccinelloidea (Robertson et al. 2015) with approximately 6000 species described worldwide (Vandenberg 2002). They are mostly beneficial in-

sects, their larvae and adults feeding on pests, especially on scale insects and aphids (Hodek et al. 2012, Giorgi et al. 2009).

Among beetle families, ladybird beetles (Coccinellidae) of individual countries are relatively well known, and the fauna of Algeria is also relatively well documented (Saharaoui and Gourreau 2000, Kovář 2007, Saharaoui et al. 2014). During a recent relatively limited survey, we found two species recorded for the first time in Algeria which need to be added to the list. In preparing the checklist, we also found many taxonomical errors in the previous species lists or old taxonomy that was recently changed mainly due to molecular phylogenetic studies. Thus, we provide an updated and corrected checklist of species of the family Coccinellidae in Algeria.

During the faunistic survey performed mostly in agroecosystems, we found 12 species reported before and therefore we provide details of their localities and dates of sampling as well as their host plants and prey species.

Materials and methods

Literature records were reviewed to set up up-to-date list of species of Coccinellidae recorded from Algeria. Our sampling was performed to confirm species occurrence and their host/food relationships as a part of study on the natural enemies of aphids. Survey has been carried out in agroecosystems in distant localities within the country – name of locality, geographic coordinates, date of sampling and host plant are given in Table 1. Beetles were sampled from plants using sweeping net (the most effective method for Coccinellidae found by Kherbouche et al. 2015) and the Japanese umbrella. We also sampled plant fragments infested with aphids for their identification. Besides adults, also larvae of the ladybirds were collected for identification. Samples were preserved in 70% ethanol, adult beetles were subsequently allowed to dry. Insects were photographed by digital camera Lumenera Infinity 2 mounted on stereomicroscope Nikon SMZ 1500, operated by QuickPHOTO CAMERA software. Series of images was stacked using Zerene Stacker 1.04. Species were identified using various available keys, such as Iablokoff-Khnzorian (1982), Nedvěd (2015). The specimens are deposited in Agronomic National School Superior of El Harrach, Algeria.

Results

The updated checklist of Coccinellidae species of Algeria now includes the following 75 species assigned in ten tribes in the sense of Seago et al. (2011). Species taxonomy and synonymy follow Kovář (2007) and Nedvěd (2015). Species collected by the authors are marked with asterisk (*). The details of sampling regimes are listed in Table 1. Presence of herbivorous insects that may serve as food for the ladybirds is indicated in Table 2.

Table 1. Original records of the species of Coccinellidae in Algeria. Developmental stages, host plants or habitat, region of sampling, date of sampling, and coordinates are provided. The two species in bold are new records for Algeria.

Species	Adult	Larva	Plant/habitat	Region	Date	Coordinates
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	peach orchard	Mouzaia, BLIDA	10/04/2017	36°32'49"N, 2°41'47"E
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	<i>Ficus retusa</i>	El Harrach, ALGER	29/04/2017	36°43'02"N, 3°09'16"E
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	+	–	pear orchard	Mouzaia, BLIDA	10 and 15/04/2017	36°32'51"N, 2°41'54"E
	+	–	peach orchard	Mouzaia, BLIDA	10 and 15/04/2017	36°32'49"N, 2°41'47"E
	+	+	wheat field	Mouzaia, BLIDA	01/05/2017	36°32'55"N, 2°41'32"E
	+	–	alphalpa	(university) OUARGLA	04/04/2017	31°56'28"N, 5°18'20"E
	+	–	wheat field	ITDAS OUARGLA	02/04/2017	32°0'13"N, 5°27'58"E
	+	–	<i>Aristida</i> sp	Oued en Nsa, OUARGLA	04/04/2017	32°36'46"N, 4°57'43"E
	+	+	<i>Nerium oleander</i>	Mouzaia, BLIDA	10/05/2017	36°28'13"N, 2°41'29"E
	+	–	<i>Malva parviflora</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
	+	–	<i>Anthemis</i> sp.	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	1	0	peach orchard	Mouzaia, BLIDA	10/04/2017	36°32'49"N, 2°41'46"E
	1	0	–	El Harrach, ALGER	05/12/2017	36°43'01"N, 3°09'16"E
	20	16	<i>Malva parviflora</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
	12	13	<i>Notobasis syriaca</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	+	+	alphalpa field	(university) OUARGLA	04/04/2017	31°56'28"N, 5°18'20"E
	+	+	wheat field	ITDAS OUARGLA	03/04/2017	32°0'13"N, 5°27'58"E
	+	+	wheat field	Mouzaia, BLIDA	01/05/2017	36°32'54"N, 2°41'32"E
	+	–	wheat field	El Harrach, ALGER	17/04/2017	36°43'11"N, 3°09'03"E
	+	–	<i>Nerium oleander</i>	El Harrach, ALGER	05/05/2017	36°43'16"N, 3°9'5"E
	+	+	<i>Nerium oleander</i>	Mouzaia, BLIDA	10/05/2017	36°28'13"N, 2°41'29"E
	+	–	<i>Nerium oleander</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
	+	–	<i>Malva parviflora</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
	+	–	<i>Anthemis</i> sp.	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E

Species	Adult	Larva	Plant/habitat	Region	Date	Coordinates
<i>Hyperaspis duvergeri</i> Fürsch, 1985	+	–	conifers	El Harrach, ALGER	09/03/2017	36°43'19"N, 3°08'58"E
<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	+	–	peach orchard	Mouzaia, BLIDA	10/04/2017	36°32'49"N, 2°41'47"E
<i>Nephus (Bipunctatus)</i> <i>peyerimhoffi</i> (Sicard, 1923)	+	–	<i>Ficus retusa</i>	El Harrach, ALGER	29/04/2017	36°43'02"N, 3°09'16"E
<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	<i>Quercus ilex</i>	El Harrach, ALGER	13/04/2017	36°43'14"N, 3°8'58"E
	1	0	<i>Salpichroa origanifolia</i>	El Harrach, ALGER	09/03/2017	36°43'13"N, 3°8'58"E
	1	0	<i>Malva parviflora</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'13"N, 2°41'29"E
	1	0	<i>Malva parviflora</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'26"E
	1	0	<i>Nerium oleander</i>	Mouzaia, BLIDA	08/05/2018	36°28'14"N, 2°41'29"E
<i>Oenopia doublieri</i> (Mulsant, 1846)	+	–	<i>Pittosporum tobira</i>	El Harrach, ALGER	16/03/2017	36°43'10"N, 3°09'00"E
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	<i>Salpichroa origanifolia</i>	El Harrach, ALGER	13/04/2017	36°43'14"N, 3°08'58"E
	+	–	<i>Pittosporum tobira</i>	El Harrach, ALGER	16/03/2017	36°43'10"N, 3°09'00"E
	+	–	<i>Citrus</i> sp.	Boufarik, Blida	18/03/2017	36°35'39"N, 2°55'8"E
<i>Rodolia cardinalis</i> (Mulsant, 1850)	+	+	<i>Pittosporum tobira</i>	El Harrach, ALGER	02/05/2017	36°43'05.2"N, 3°09'13"E
<i>Scymnus suffrianioides</i> Sahlberg, 1913	+	+	<i>Pittosporum tobira</i>	El Harrach, ALGER	17/04/2017	36°43'15"N, 3°8'59"E
<i>Stethorus pussilus</i> (Herbst, 1797)	+	–	<i>Pittosporum tobira</i>	El Harrach, ALGER	02/05/2017	36°43'05"N, 3°09'13"E

Table 2. Occurrence of aphid species on host plants that were visited by coccinellid predators.

Species	<i>Pyrus communis</i>	<i>Prunus persica</i>	<i>Triticum durum</i>	<i>Medicago sativa</i>	<i>Pittosporum tobira</i>	<i>Nerium oleander</i>	<i>Ficus retusa</i>	<i>Citrus</i> sp.	<i>Capsicum annuum</i>	<i>Malva parviflora</i>
<i>Acyrtosiphon pisum</i>				+						
<i>Aphididae</i> sp.							+			
<i>Aphis craccivora</i>				+						
<i>Aphis fabae</i>	+		+		+					
<i>Aphis gossypii</i>									+	
<i>Aphis nerii</i>						+				
<i>Aphis spiraeicola</i>					+			+		
<i>Aphis umbrella</i>										+
<i>Dysaphis pyri</i>	+									
<i>Myzus persicae</i>	+	+							+	
<i>Rhopalosiphum padi</i>			+							

Chilocorini

- Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758) (not *C. bipunctatus* as misspelled by Saharaoui¹ and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Exochomus ericae* Crotch, 1874 (syn. *E. anchorifer* Bedel, 1885; syn. *Parexochomus anchorifer* (Allard, 1870) used by Saharaoui¹ and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; Kovář 2007)
- Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus, 1758) (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; syn. *Brumus quadripustulatus* used by Saharaoui et al. 2014)
- Parexochomus nigripennis* (Erichson, 1843) (syn. *Exochomus nigripennis* used by Saharaoui¹ and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; Kovář 2007)
- Parexochomus pubescens* (Küster, 1848) (syn. *Exochomus pubescens* used by Saharaoui¹ and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; Kovář 2007)

Coccidulini

- Rhyzobius chrysomeloides* (Herbst, 1793) (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Rhyzobius litura* (Fabricius, 1787) (Kovář 2007)
- Rhyzobius lophantae* (Blaisdell, 1892) (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; occurrence confirmed by Kherbouche et al. 2015; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Tetrabrachys cordicollis* (Guérin-Méneville, 1844) (Kovář 2007)
- Tetrabrachys cribratellus* (Fairmaire, 1876) (Kovář 2007)
- Tetrabrachys volkonskyi* (Peyerimhoff, 1943) (Kovář 2007)

Coccinellini

- Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758) (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *
- Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758) (not *A. decimpunctata* as misspelled by Saharaoui¹ and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *
- Bulaea lividula* Mulsant, 1850 (Kovář 2007)
- Calvia quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758) (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Ceratomegilla notata* (Laicharting, 1781) (syn. *Semiadalia notata* used by Frah et al. 2009; missing in Kovář 2007)
- Ceratomegilla undecimnotata* (Schneider, 1792) (syn. *Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata* used by Saharaoui¹ and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Cheilomenes propinqua* (Mulsant, 1850) (Kovář 2007)
- Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 (syn. *C. algerica* Kovář 1977 used by Saharaoui¹ and Gourreau 2000; Kovář 2007; occurrence confirmed by Frah et al. 2009; Saharaoui et al. 2014) *
- Coccinella undecimpunctata* Linnaeus, 1758 (source: Saharaoui¹ and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)
- Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (**new record**) *

Harmonia quadripunctata (Pontoppidan, 1763) (Kovář 2007)

Hippodamia tredecimpunctata (Linnaeus, 1758) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Hippodamia variegata (Goeze, 1777) (as *H. (Adonia) variegata* by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; occurrence confirmed by Frah et al. 2009; Saharaoui et al. 2014) *

Myrrha octodecimpunctata (not *M. octodecimpunctata* as misspelled by Saharaoui' and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; Kovář 2007)

Myrrha thuriferae (Sicard, 1923) (Kovář 2007)

Oenopia conglobata (Linnaeus, 1758) (**new record**) *

Oenopia doublieri (Mulsant, 1846) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *

Oenopia lyncea (Olivier, 1808) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Propylea quatuordecimpunctata (Linnaeus, 1758) (not *P. quatuordecimpunctata* as misspelled by Saharaoui' and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Psyllobora vigintiduopunctata (Linnaeus, 1758) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *

Tytthaspis phalerata (Costa, 1849) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Epilachnini

Chnootriba elaterii (Rossi, 1794) (syn. *Henosepilachna elaterii* used by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Henosepilachna angusticollis (Reiche, 1862) (Kovář 2007)

Henosepilachna argus (Geoffroy, 1785) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Hyperaspidini

Hyperaspis algerica Crotch, 1874 (not *H. algerica* as misspelled by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Hyperaspis duvergeri Fürsch, 1985 (Kovář 2007) *

Hyperaspis guttulata Fairmaire, 1870 (Kovář 2007)

Hyperaspis marmottani (Fairmaire, 1868) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *

Hyperaspis pseudopustulata Mulsant, 1853 (Kovář 2007)

Hyperaspis teinturierii Mulsant & Godart, 1869 (Kovář 2007)

Noviini

Novius cruentatus Mulsant, 1846 (Kovář 2007)

Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *

Platynaspidini

Platynaspis luteorubra (Goeze, 1777) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnini

Clitostethus arcuatus (Rossi, 1794) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Diomus rubidus (Motschulsky, 1837) (Kovář 2007)

Nephus (Bipunctatus) bicinctus (Mulsant & Godart, 1870) (Kovář 2007)

Nephus (Bipunctatus) bipunctatus (Kugelann, 1794) (Saharaoui et al. 2014; missing in Kovář 2007)

Nephus (Bipunctatus) conjunctus (Wollaston, 1870) (Kovář 2007)

Nephus (Sidis) hiekei (Fürsch, 1965) (Kovář 2007)

Nephus (Sidis) levaillanti (Mulsant, 1850) (syn. *Scymnus levaillanti* used by Saharaoui' and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007)

Nephus (Nephus) ludyi (Weise, 1879) (Kovář 2007)

Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi (Sicard, 1923) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014) *

Nephus (Nephus) quadrimaculatus (Herbst, 1783) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Nephus (Nephus) redtenbacheri (Mulsant, 1846) (Kovář 2007)

Scymniscus splendidulus (Stenius, 1952) (Kovář 2007)

Scymnus (Scymnus) apetzi Mulsant, 1846 (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; missing in Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Scymnus) bivulnerus Baudi di Selve, 1894 (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Mimopullus) fulvicollis Mulsant, 1846 (syn. *Pullus fulvicollis* used by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Scymnus) interruptus (Goeze, 1777) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Scymnus) laetificus Weise, 1879 (Kovář 2007)

Scymnus (Scymnus) marginalis (Rossi, 1794) (Kovář 2007)

Scymnus (Mimopullus) marinus (Mulsant, 1850) (syn. *Mimopullus mediterraneus* Iablokoff-Khznorian, 1972 used by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Scymnus) nubilus (Mulsant, 1850) (Saharaoui et al. 2014; missing in Kovář 2007)

Scymnus (Scymnus) pavesii Canepari, 1983 (Kovář 2007)

Scymnus (Scymnus) rufipes (Fabricius, 1798) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (Pullus) subvillosus (Goeze, 1777) (syn. *Pullus subvillosus* used by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007 Saharaoui et al. 2014)

Scymnus (*Scymnus*) *suffrianioides* Sahlberg, 1913 (syn. *S. pallipediformis* Günther, 1958 used by Saharaoui' and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; missing in Kovář 2007) *
Scymnus (*Pullus*) *suturalis* Thunberg, 1795 (syn. *Pullus suturalis* used by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář, 2007; Saharaoui et al. 2014)

Stethorini

Stethorus pussilus (Herbst, 1797) (syn. *S. punctillum* (Weise, 1891) used by Saharaoui' and Gourreau 2000 and Saharaoui et al. 2014; occurrence confirmed by Idder and Pintureau 2008; missing in Kovář 2007) *

Sticholotidini

Coelopterus salinus Mulsant & Rey, 1852 (Kovář 2007)

Pharoscymnus numidicus (Pic, 1900) (not *P. numidicus* as misspelled by Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Pharoscymnus ovoideus Sicard, 1929 (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Pharoscymnus setulosus (Chevrolat, 1861) (source: Saharaoui' and Gourreau 2000; Kovář 2007; Saharaoui et al. 2014)

Pharoscymnus sexguttatus (Pic, 1926) (Kovář 2007)

Discussion

Chilocorus cacti was introduced in Algeria but probably did not establish itself (Smirnoff 1957). *Coccinella algerica* Kovář, 1977 was described based on small morphological differences of North African populations originally thought to be *C. septempunctata*. Marin et al. (2010) demonstrated that these two species do not form genetically distinct lineages and synonymized *C. algerica* with *C. septempunctata*.

Adalia decempunctata was previously known from Algeria. Specimens of *Adalia decempunctata* found during our survey bear a mixture of characters of *A. decempunctata* and *A. conglomerata* (see Table 3 and Fig. 1). The former lives on a wide variety

Table 3. Character states for *Adalia decempunctata*, *A. conglomerata*, and the specimens from El Harrach from 29 April 2017.

Character	<i>Adalia conglomerata</i>	<i>Adalia decempunctata</i>	Specimen 29/4/2017
Subapical elytral keel	absent	usually present	absent
Elytral background	yellow	variable	yellow
Shape of spots	deltoid	variable	deltoid
Length to width ratio	1.5	1.4	1.4
Tarsal claws	with tiny tooth	with large tooth	with large tooth
Body to scutellum ratio	25–30	15–18	25
Host plant	conifers	trees	<i>Ficus</i>



Figure 1. *Adalia decempunctata* found on *Ficus retusa* in El Harrach, Alger, 29 April 2017.



Figure 2. *Harmonia axyridis* found on *Prunus persica* (peach) in Mouzaia, Blida, 10 April 2017.

of woody plants, while *A. conglomerata* is a specialist on conifers, mainly spruce in Central Europe. Differences in the shape of male genitalia are generally small within *Adalia* to be used for clear species identification.

The occurrence of the invasive alien species *H. axyridis* in Algeria confirms predictions of its potential distribution made by Poutsma (2008) using a CLIMEX model. Although meanwhile it has been found in a few countries with wet tropical climate (Kenya: Nedvěd et al. 2011; Tanzania: Nedvěd and Háva 2016), and in dry tropical desert (Biranvand et al., in press) not predicted by the model, it probably did not establish itself there. The climate and host plants present in north Algeria and the occurrence of prey species and other predator ladybirds found during our study suggested establishment and future spread of *H. axyridis* in Algeria. The first specimen found was a male (Fig. 2), the second a female, both with well-developed elytral ridge, belonging to the form *succinea*. The establishment of the species was confirmed by occurrence of



Figure 3. *Oenopia conglobata* found on *Quercus ilex* in El Harrach, 13 April 2017.

many larvae and pupae in 2018. All adults found in 2018 were of form *succinea*, which is the most common colour form in the native Chinese as well as in most invasive populations (Roy et al. 2016).

Oenopia conglobata is a common tree inhabiting predatory ladybird living in most European countries and as a subspecies in large parts of Asia. The specimen collected in Algeria has yellow elytral background (Fig. 3), while it is usually pink or beige in Europe. Additionally, the spots are rather small, while in many European individuals, at least some spots fuse together (Nedved 2015).

Acknowledgments

The study was supported by grant GA JU 152/2016/P by University of South Bohemia to O. Nedvěď.

References

- Frah N, Khelil MA, Medjdoub-Bensaad F (2009) Circulating entomofauna in orchards of apple trees in the region of the Aures (Eastern – Algeria). *African Journal of Agricultural Research* 4: 178–186. http://www.academicjournals.org/article/article1380874487_Frah%20et%20al.pdf
- Giorgi JA, Vandenberg NJ, McHugh JV, Forrester JA, Ślipiński SA, Miller KB, Shapiro LR, Whiting MF (2009) The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control* 51: 215–31. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.019>
- Hodek I, van Emden HF, Honěk A (2012) Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). Wiley-Blackwell, Chichester, 604 pp. <https://doi.org/10.1002/9781118223208>

- Iablokoff-Khnzorian SM (1982) Les Coccinelles, Coléoptères-Coccinellidae, tribu Coccinellini des Régions Paléarctiques et Orientale. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris, 568 pp.
- Idder MA, Pintureau B (2008) Effectiveness of the ladybird *Stethorus punctillum* (Weise) as a predator of the mite *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) in the palm plantations of the area of Wargla in Algeria. *Fruits* 63: 85–92. <https://doi.org/10.1051/fruits:2007050>
- Kherbouche Y, Sekour M, Gasmi D, Chaabna A, Chakali G, Lasserre-Joulin F, Doumandji S (2015) Diversity and Distribution of arthropod community in the lucerne fields in northern Sahara of Algeria. *Pakistan Journal of Zoology* 47: 505–514. [https://www.zsp.com.pk/pdf47/505-514%20\(26\)%20PJZ-2103-14%2022-3-15%20Kherbouche%20MS.%20Arthropods%20diversity%20of%20Lucerne.pdf](https://www.zsp.com.pk/pdf47/505-514%20(26)%20PJZ-2103-14%2022-3-15%20Kherbouche%20MS.%20Arthropods%20diversity%20of%20Lucerne.pdf)
- Kovář I (2007) Coccinellidae. In: Löbl I, Smetana A (Eds) *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*, Vol. 4. Stenstrup: Apollo Books, 568–631.
- Marin J, Crouau-Roy B, Hemptinne JL, Lecompte E, Magro A (2010). *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae): a species complex? *Zoologica Scripta* 39: 591–602. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.2010.00450.x>
- Nedvěd O, Háva J (2016) New record of the invasive lady beetle *Harmonia axyridis* in Afro-tropical Region: Tanzania, Zanzibar. *African Entomology* 24: 247–249. <https://doi.org/10.4001/003.024.0247>
- Nedvěd O, Háva J, Kulíková D (2011) Record of the invasive alien ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) from Kenya. *ZooKeys* 106: 77–81. <https://doi.org/10.3897/zookeys.106.1242>
- Nedvěd O (2015) Ladybird beetles (Coccinellidae) of Central Europe. Academia, Praha, 304 pp.
- Poutsma J, Loomans AJM, Aukema B, Heijerman T (2008) Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model. *BioControl* 53: 103–125. <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9140-y>
- Robertson JA, Šlipiński A, Moulton M, Shockley FW, Giorgi A, Lord NP, McKenna DD, Tomaszewska W, Forrester J, Miller KB, Whiting MF, McHugh JV (2015) Phylogeny and classification of Cucujoidea and the recognition of a new superfamily Coccinelloidea (Coleoptera: Cucujiformia). *Systematic Entomology* 40: 745–78. <https://doi.org/10.1111/syen.12138>
- Roy HE, Brown PMJ, Adriaens T, Berkvens N, Borges I, Clusella-Trullas S, Comont RF, De Clercq P, Eschen R, Estoup A, Evans EW, Facon B, Gardiner MM, Gil A, Grez AA, Guillemaud T, Haelewaters D, Herz A, Honek A, Howe AG, Hui C, Hutchison WD, Kenis M, Koch RL, Kulfan J, Handley LL, Lombaert E, Loomans A, Losey J, Lukashuk AO, Maes D, Magro A, Murray KM, Martin GS, Martinkova Z, Minnaar IA, Nedvěd O, Orlova-Bienkowskaja MJ, Osawa N, Rabitsch W, Ravn HP, Rondoni G, Rorke SL, Ryndevich SK, Saethre MG, Sloggett JJ, Soares AO, Stals R, Tinsley MC, Vandereycken A (2016) The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology. *Biological Invasions* 18(4): 997–1044. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1077-6>
- Saharaoui L, Hemptinne JL, Magro A (2014) Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Entomologie Faunistique*. *Faunistic Entomology* 67: 147–164.

- Saharaoui L, Gourreau JM (2000) Les Coccinelles d'Algérie: inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique* 6: 1–27.
- Seago AE, Giorgi JA, Li JH, Ślipiński A (2011) Phylogeny, classification and evolution of ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) based on simultaneous analysis of molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*: 60: 137–151. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.03.015>
- Smirnoff W (1957) La cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ.) en Afrique du Nord, comportement, importance économique, prédateurs et lutte biologique. *Entomophaga* 2: 1–98. <https://doi.org/10.1007/BF02371117>
- Vandenberg NJ (2002) Family 93. Coccinellidae Latreille, 1807. In: Arnett RH, Thomas MC, Skelley PE, Frank JH (Eds) *American Beetles*. Vol. 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press LLC, Boca Raton, 371–389.

Systématique des Coccinellidae trouvés au niveau dans plusieurs milieux des régions différentes

Les différentes espèces représentées dans les stations d'étude ainsi que les nouvelles espèces signalées sont prises en considération tour à tour. Les critères de reconnaissance sont observés directement sur spécimens. Les photographies et les descriptions originales ainsi que la taille sont mentionnés.

Checklist

Sous famille Chilocorini

Genre *Chilocorus*

Chilocorus bipustulatus (Linnaeus, 1758)

Genre *Exochomus*

Exochomus quadripustulatus (Linnaeus, 1758)

Sous famille Coccidulini

Rhyzobius chrysomeloides (Herbst, 1793)

Rhyzobius litura (Fabricius, 1787) (Kovář 2007)

Sous famille Coccinellini

Genre *Adalia*

Adalia bipunctata (Linnaeus, 1758)

Adalia decempunctata (Linnaeus, 1758)

Genre *Coccinella*

Coccinella septempunctata Linnaeus, 1758

Coccinella undecimpunctata Linnaeus, 1758

Genre *Harmonia*

Harmonia axyridis (Pallas, 1773) (new record) *

Hippodamia variegata (Goeze, 1777)

Genre *Myrrha*

Myrrha octodecimguttata

Genre *Oenopia*

Oenopia conglobata (Linnaeus, 1758) (new record) *

Oenopia doublieri (Mulsant, 1846)

Genre *Psyllobora*

Psyllobora vigintiduopunctata (Linnaeus, 1758)

Sous famille Epilachnini

Genre *Chnootriba*

Chnootriba elaterii (Rossi, 1794) (syn. *Henosepilachna elaterii*)

Sous famille Hyperaspidini

Genre *Hyperaspis*

Hyperaspis algirica Crotch, 1874

Hyperaspis duvergeri Fürsch, 1985 (Kovář 2007) *

Hyperaspis marmottani (Fairmaire, 1868)

Sous famille Noviini

Genre *Novius*

Novius cruentatus Mulsant, 1846 (Kovář 2007)

Genre *Rodolia*

Rodolia cardinalis (Mulsant, 1850)

Sous famille Platynaspidini

Genre *Platynaspis*

Platynaspis luteorubra (Goeze, 1777)

Sous famille Scymnini

Genre *Clitostethus*

Clitostethus arcuatus (Rossi, 1794)

Genre *Nephus*

Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi (Sicard, 1923)

Nephus (Nephus) quadrimaculatus (Herbst, 1783)

Genre *Scymnus*

Scymnus (Scymnus) apetzi Mulsant, 1846

Scymnus (Scymnus) interruptus (Goeze, 1777)

Scymnus (Pullus) subvillosus (Goeze, 1777)

Scymnus subvillosus (syn. *S. syriacus*)

Sous famille Stethorini

Genre *Stethorus*

Stethorus pussilus (Herbst, 1797)

(syn. *S. punctillum* (Weise, 1891))

***Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758)**

Corps très bombé avec un bord latéral sous forme de lèvres. Tête rouge foncé Les élytres sont marron brillant et portent chacun une bande ou une rangée rouge orangée composée de deux ou trois petites taches au milieu de l'élytre.

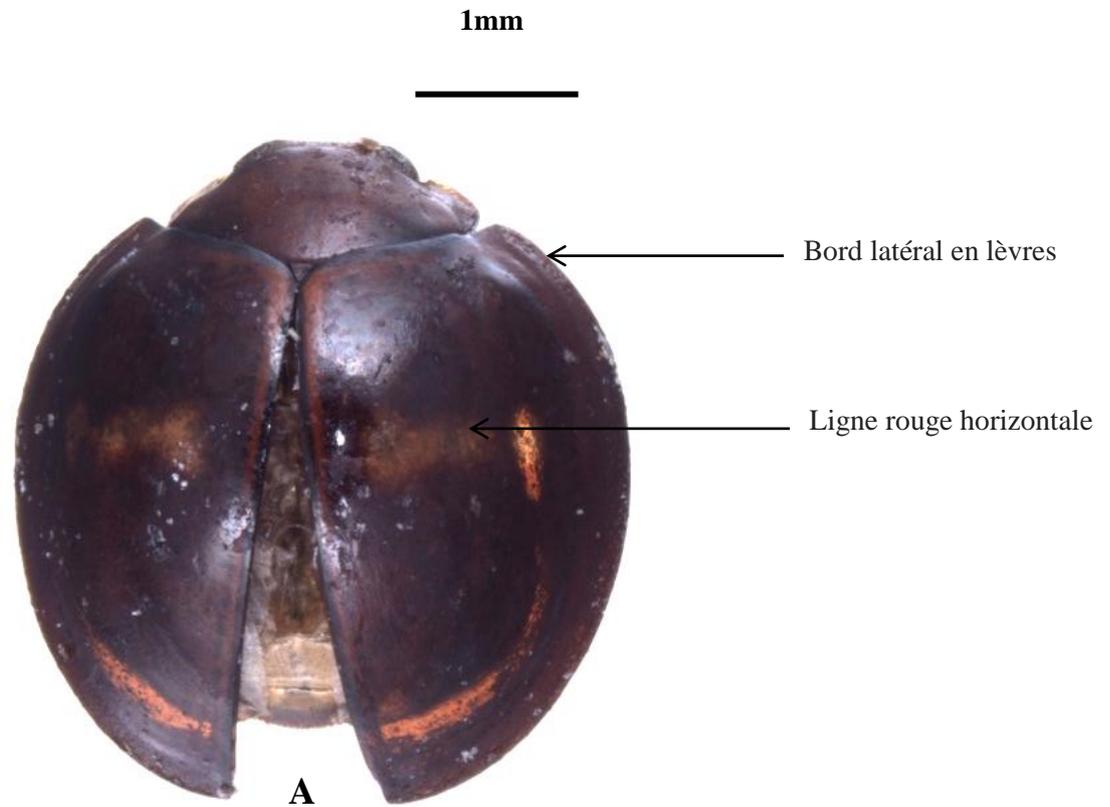


Figure 54- *Chilocorus bipustulatus* A : Face dorsale, B : édéage, C : Tegmen (originale)

***Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus, 1758)**

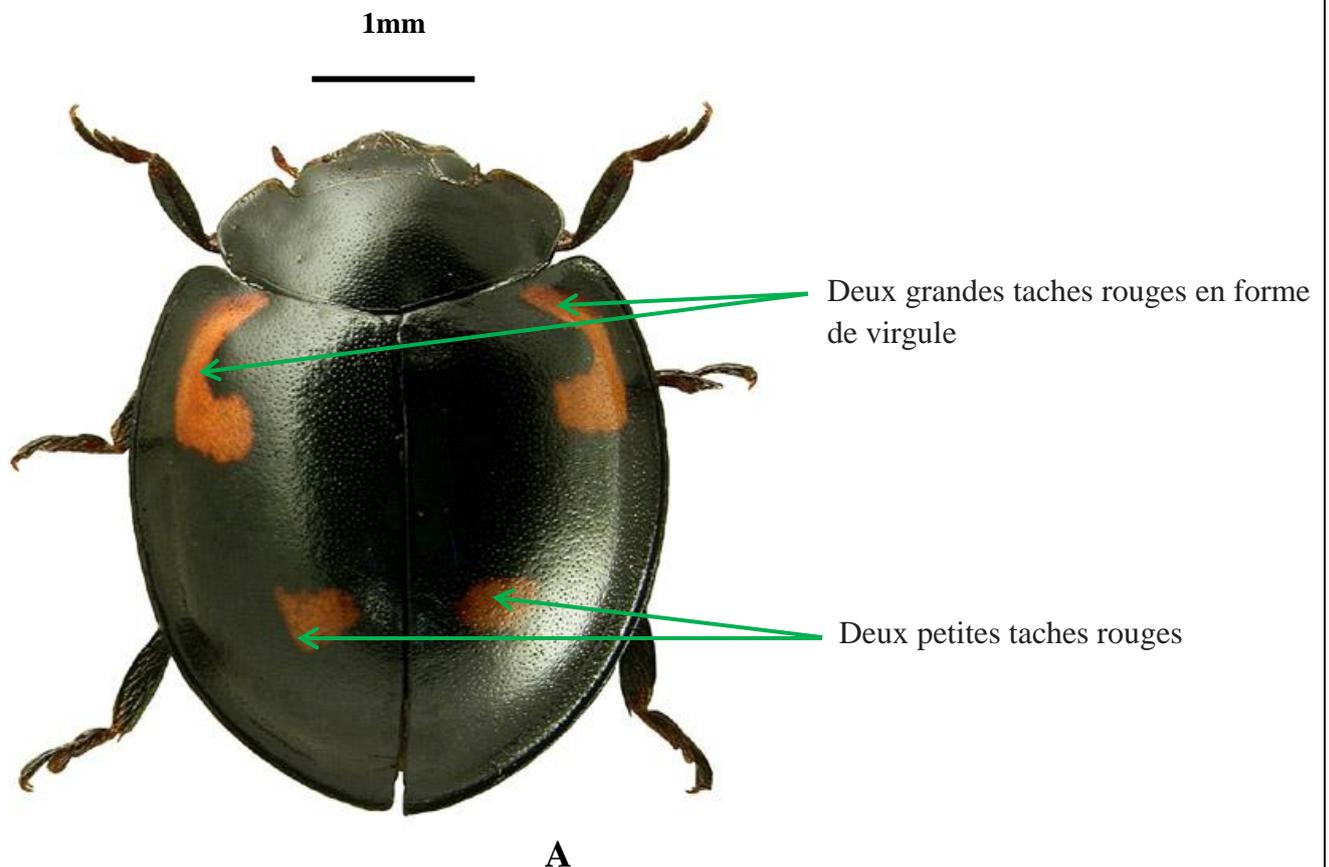
Longueur : 4,31 mm

Espèce de forme presque circulaire, convexe et brillante, avec une collerette ou bord distinct autour de la base. La couleur est assez variable et peut changer avec le vieillissement.

Les élytres sont généralement noirs avec deux taches rouges plus grosses en forme de virgule et deux taches rouges plus petites parfois absentes, rondes ou ovales avec aucune fusion ponctuelle (Fig 55a) La couleur de ces taches peuvent également être orange ou jaune.

Des spécimens complètement rouges marron sans taches peuvent apparaître. Il n'y a pas de tache sur le boîtier en aile. Le pronotum est rouge (Fig 55b)

La coccinelle du pin aux stades adulte et larvaire se nourrit de pucerons et de cochenilles.



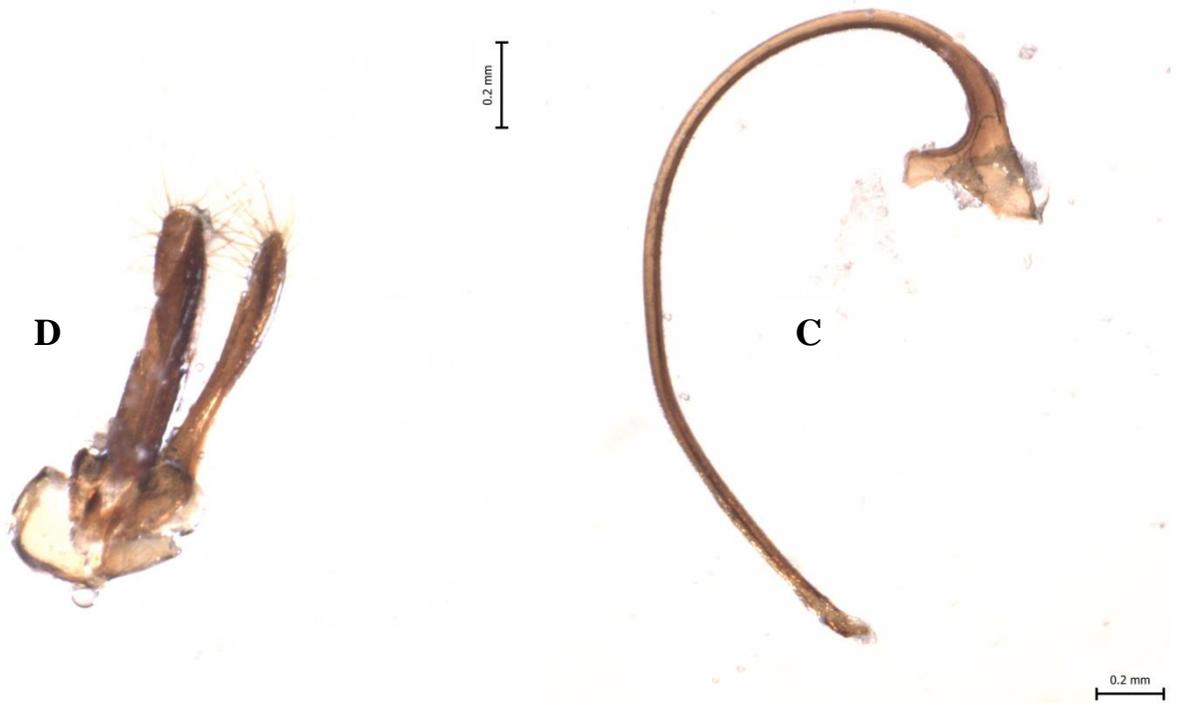
Site internet 1 (<http://www.alaintruong.com/archives/2015/08/29/32550620.html>)

1mm



Bord distinct sur le
bord les élytres

B



D

C

Figure 55 - *Exochomus quadripustulatus* A : f. ibericus B : f. floralis (Originale) C : édéage, D : Tegmen (originale)

***Parexochomus nigripennis* (Erichson, 1843)**

Corps ovale et très convexe, élytres noirs, sans éclat métallique; bord latéral des élytres fortement bordés, finement pointillés. Pronotum jaune caramel (Fig.56).

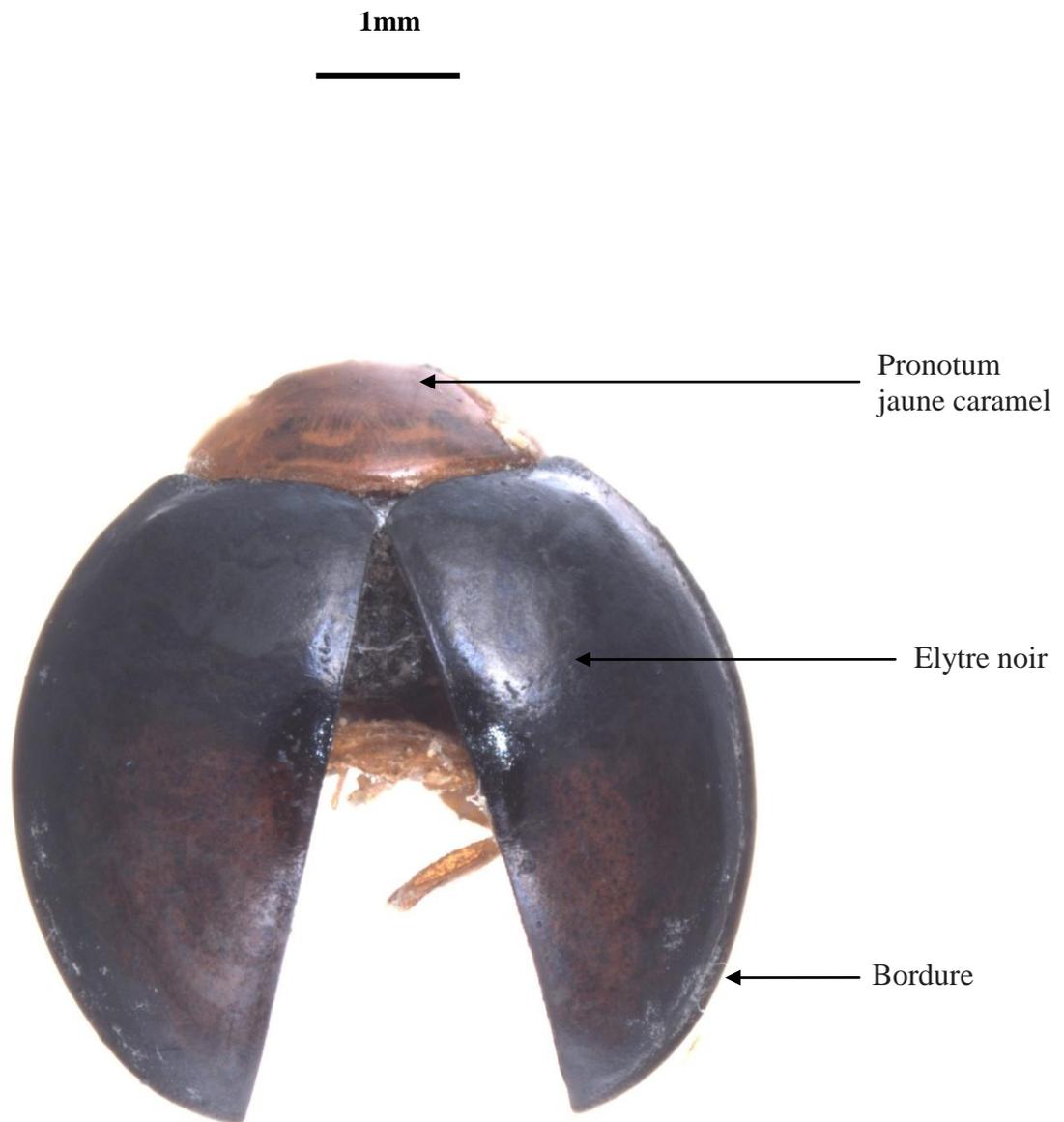


Figure 56- *Parexochomus nigripennis* (originale)

***Rhyzobius chrysomeloides* (Herbst, 1793)**

Longueur : 2,5 mm

Petite coccinelle de couleur fauve, forme oblongue; ses élytres sont velus, vers leurs fins on trouve souvent une marque sombre en forme de U. Le pronotum, la base des élytres et les pattes sont de couleur pâle à brun foncé. Ses antennes sont longues. Des confusions sont possibles avec l'espece *Rhyzobius litura* (Fabricius, 1787) (Kovář 2007).

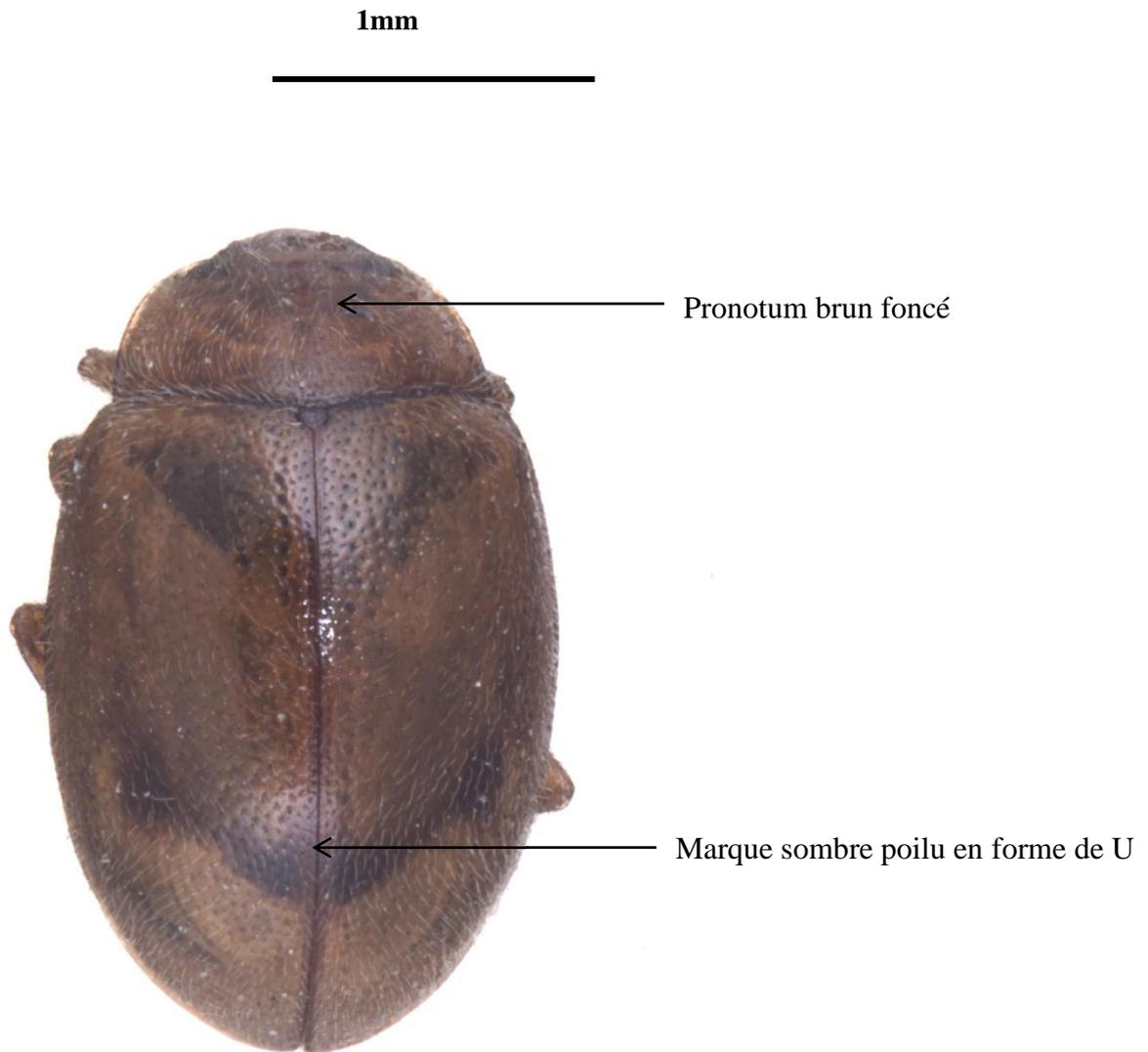


Figure 57- *Rhyzobius chrysomeloides* (originale)

***Rhizobius litura* (Fabricius, 1787) (Kovář 2007)**

Corps ovale allongé, convexe, brun pâle à foncé avec de petits poils sur toute la surface. Pronotum de couleur fauve, il est plus large à l'arrière, et se rétrécissant doucement vers l'avant. Les bords du pronotum sont plus droits par rapport à ceux de *Rhizobius chrysomeloides* qui sont plus arqués (Fig 58a). Les élytres sont fauves avec trois marques noires disposées en V évasé dans leur tiers postérieur. Présence de deux lignes transversales parallèles sur les deux élytres. Les pattes sont brun pâle et les antennes sont très longues. Présence de deux lignes rectilignes et divergentes sur le Prosternum (Fig 58b).

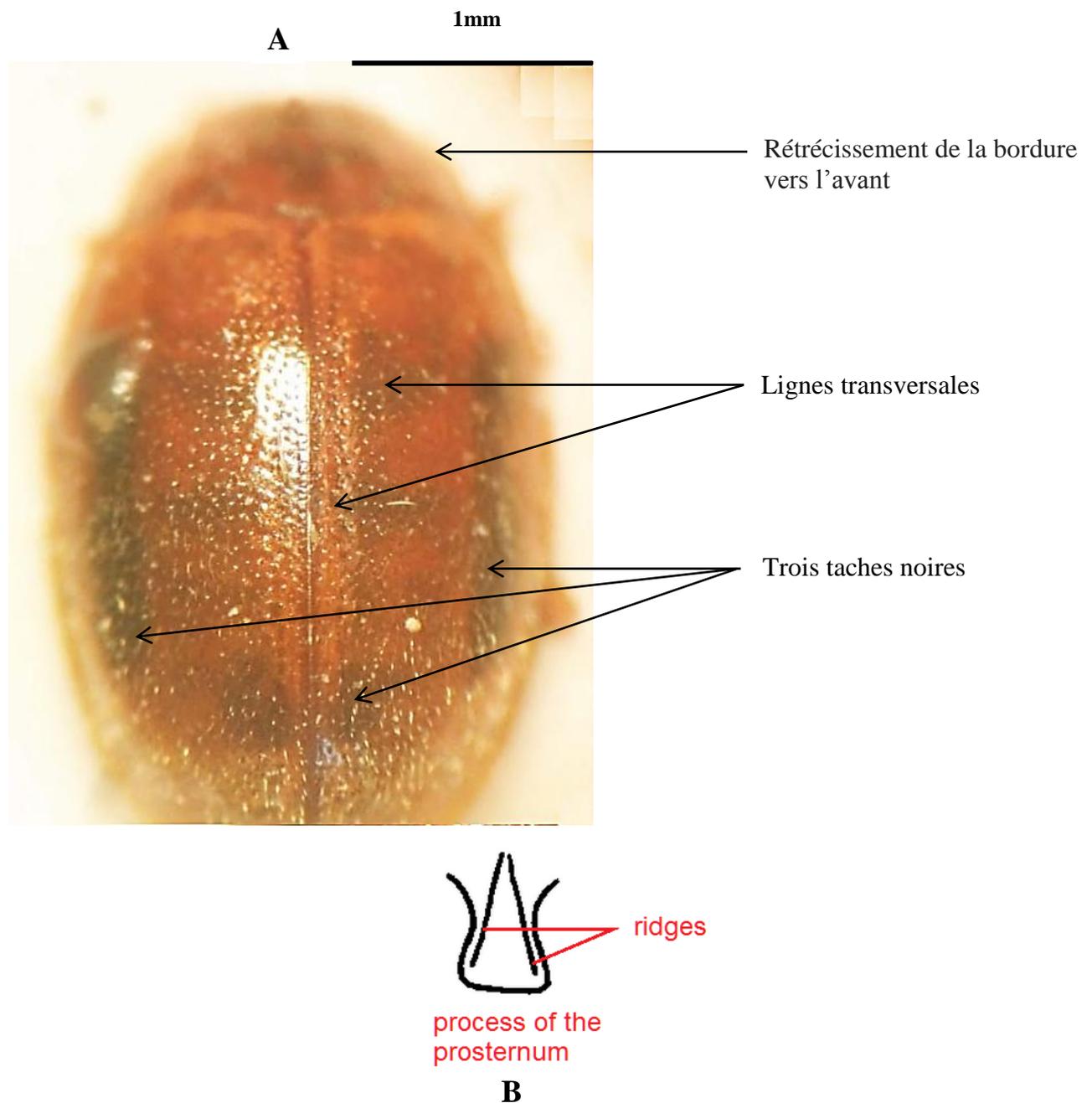
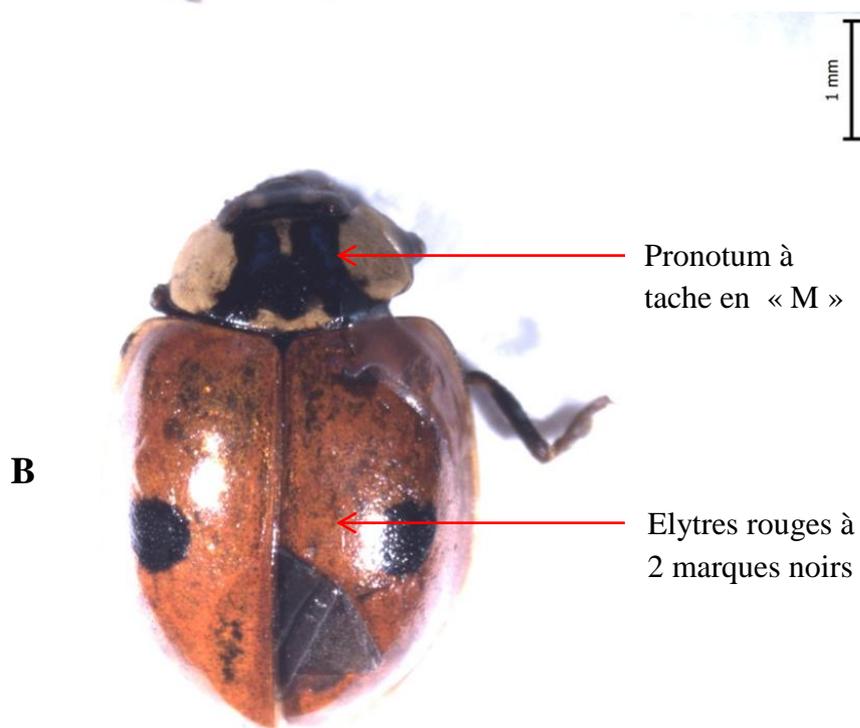
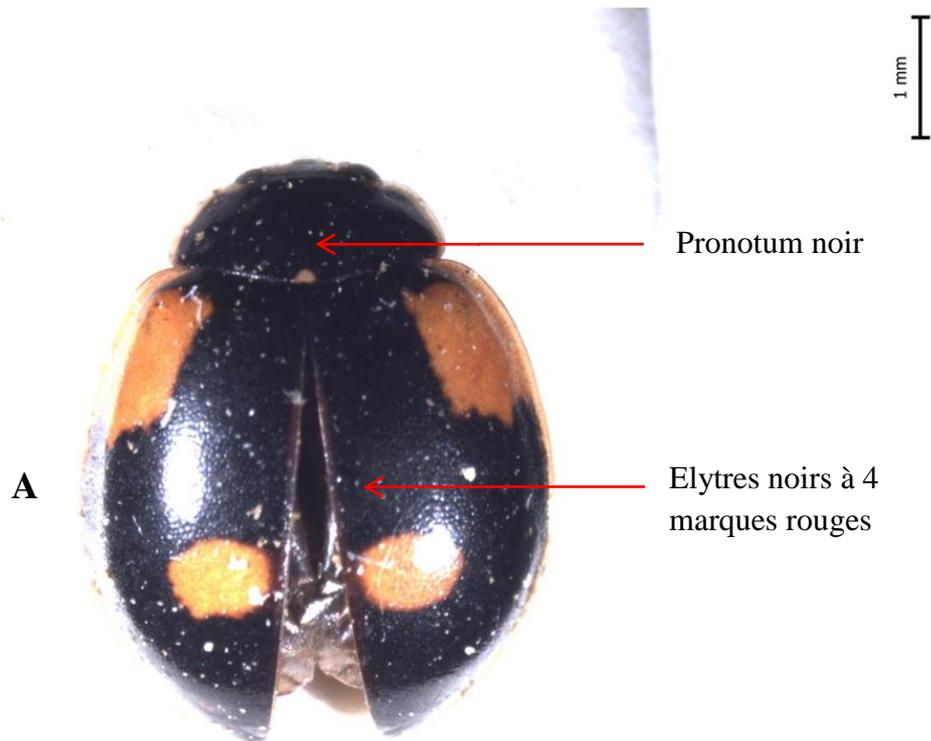


Figure 58- *Rhizobius litura* A : face dorsale, B : prosternum (originale)

***Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)**

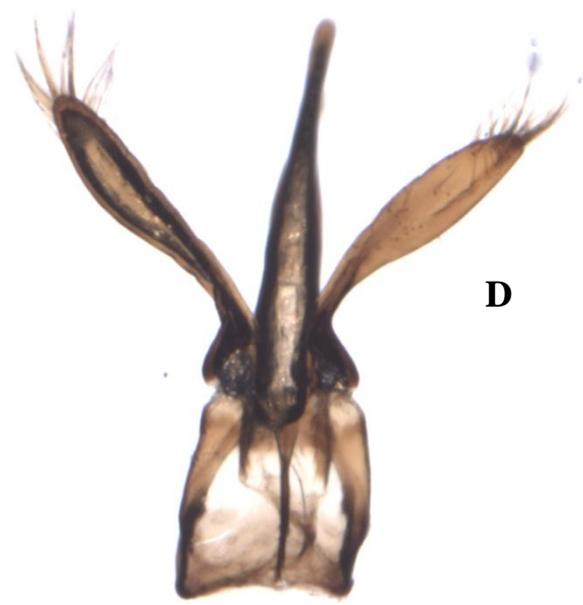
Espèce qui présente un grand polymorphisme au niveau des couleurs. Tête de coloration variable, pronotum blanchâtre, souvent à taches noires pouvant fusionner, parfois en M, ou noir à liséré pale le long des bords antérieurs et latéraux, parfois aussi avec des macules claires. Elytre rouges avec une seule marque noire au centre de chaque élytre (Fig 59b) ou noirs avec quatre taches rouges par élytre. Pattes de coloration variable.



0.2 mm



C



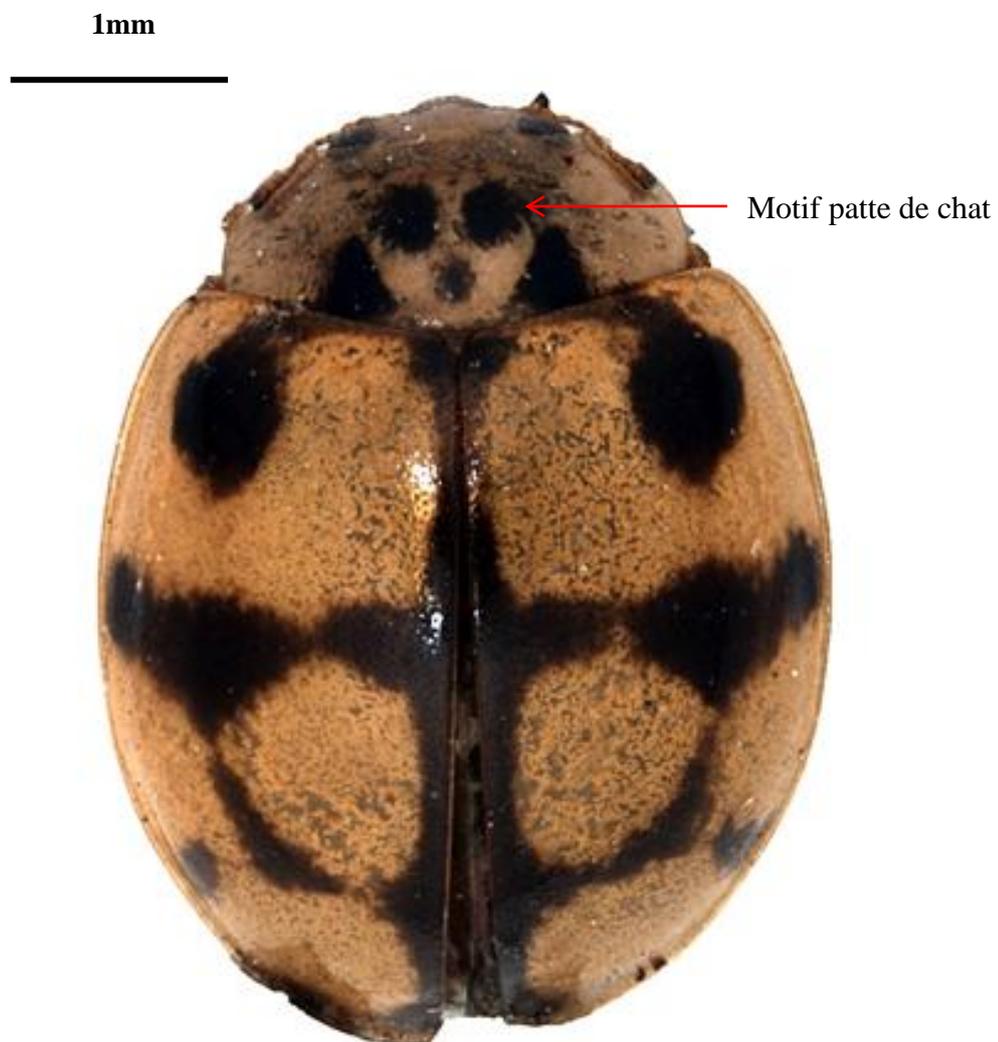
D

0.1 mm

***Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)**

Pronotum avec cinq marques sombres. Élytres dont la couleur de fond est jaune, orange, orange-brun rouge ou brun rouge (pattes jaune orangé ou brun). La coloration élytrale est extrêmement variable. Certaines formes peuvent être noires et rouges ou jaunes sans taches sur les élytres (Fig 60c) Elle a les pattes jaunes claires ou rousses.

NB : Il ne faut pas confondre la variation élytrale avec les étapes de développement ontogénétique (Fig 60d).



A

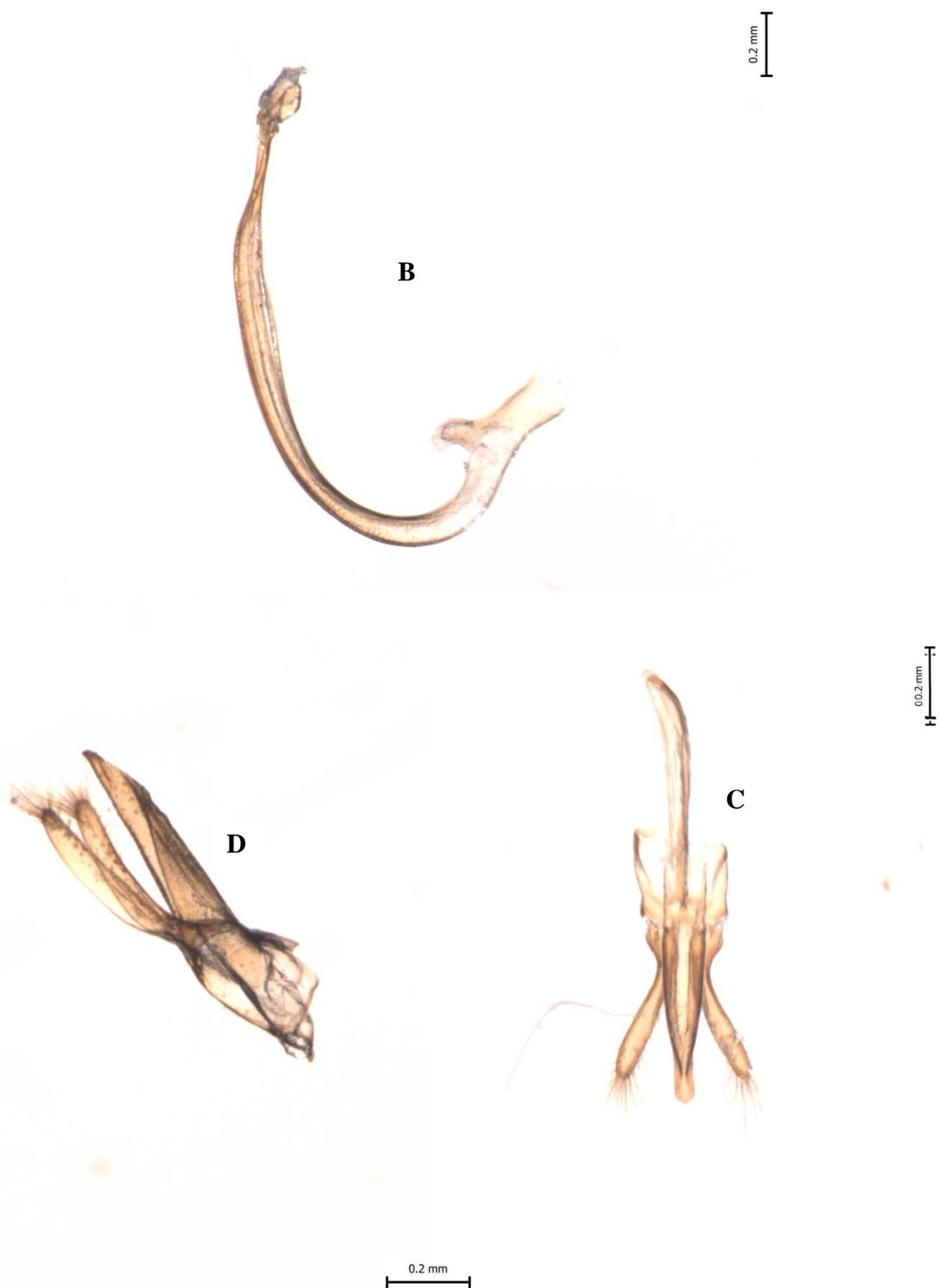


Figure 60- *Adalia decempunctata* A : face dorsale (LAKHAL et al, 2018) , B : édéage, C : tegmen de face, D ; tegmen de profil (originale)

L'espèce *Adalia decempunctata* était auparavant connue d'Algérie. Spécimens d'*Adalia decempunctata* trouvé au cours de notre enquête porte un mélange de caractères d'*A. decempunctata* et *A. conglomerata* (LAKHAL et al, 2018) comme le montre le tableau suivant :

Tab 31: états de caractère pour *Adalia decempunctata*, *A. conglomerata* et nos spécimens trouvés

Caractères	<i>Adalia conglomerata</i>	<i>Adalia decempunctata</i>	Spécimen 29/4/2017
Quille élytrale subapicale	absent	généralement présente	absent
Fond élytral	jaune	variable	jaune
Forme des taches	deltôïde	variable	deltôïde
Ratio longueur / largeur	1.5	1.4	1.4
Griffes du tarse	à petite dent	à grosse dent	à grosse dent
ratio corps / scutellum	25–30	15–18	25
Plante hôte	conifères	arbres	Ficus

Le premier vit sur une grande variété de plantes ligneuses, tandis qu'*A. Conglomerata* est un spécialiste des conifères, principalement de l'épinette Europe centrale. Les différences dans la forme des organes génitaux masculins sont généralement faibles au sein d'*Adalia* à utiliser pour identifier clairement les espèces.

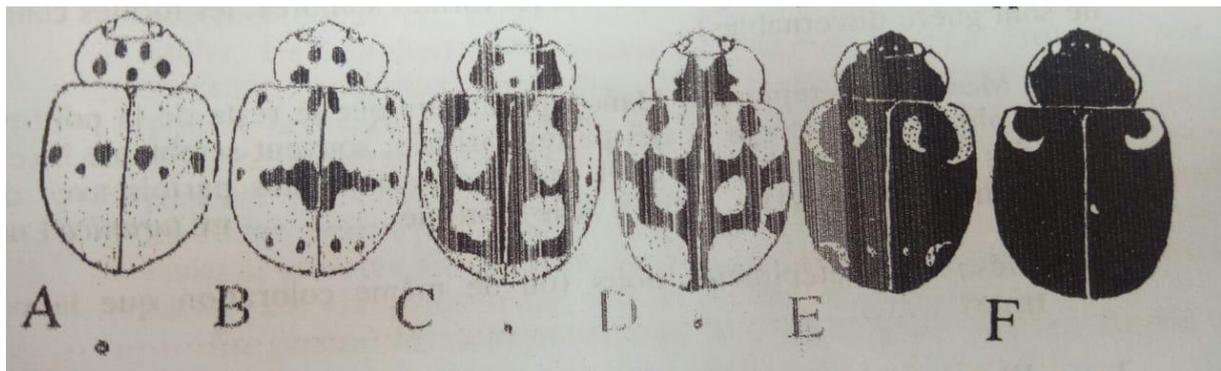


Figure 61- Variabilité de coloration chez *Adalia decempunctata* IABLOKOFF-KHNZORIAN (S.M.) 1982



Figure 62- Modèles de couleur élytrale d'*Adalia decempunctata* ZARE et al 2016

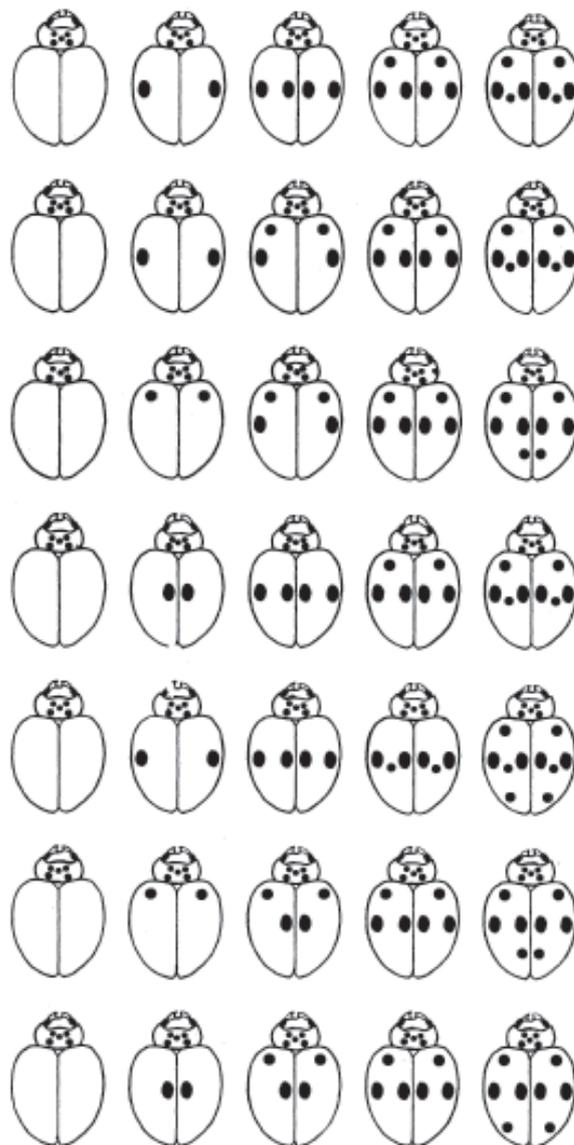


Figure 63- Modes de développement ontogénétique des motifs colorés chez *Adalia decempunctata* (ZARAPKIN 1938 a)

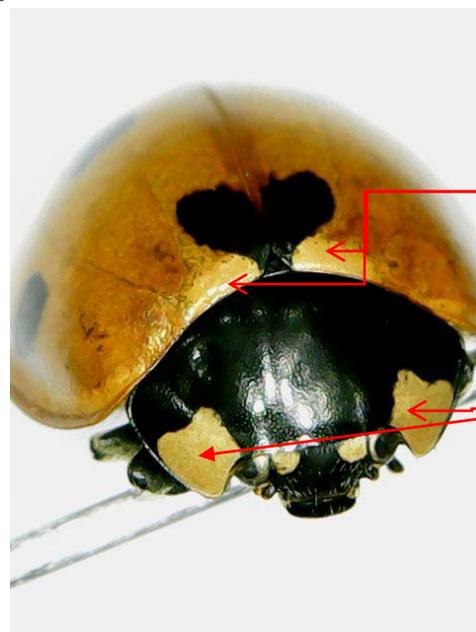
***Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758**

Longueur 6,5 mm

Les élytres sont rouges parfois rouges-orangés avec un rebord en gouttière élytrale. En général ils sont à sept taches isolées, parfois réunies, coalescentes ou oblitérées, le point sutural noir sur le sillon élytrale à la jonction du Scutellum, encadré par deux taches blanches de forme triangulaire. Cette espèce présente également deux taches blanches pâles caractéristiques le long de la face antérieure du pronotum. Les mâles ont de légers poils sur les derniers segments abdominaux (Fig 64D)



1 mm



Taches blanches triangulaires

Taches blanches pâles sur le pronotum



Macula scutellaris

Macula marginalis

Macula discalis

C

Macula lateralis

1mm



D

Poils légers

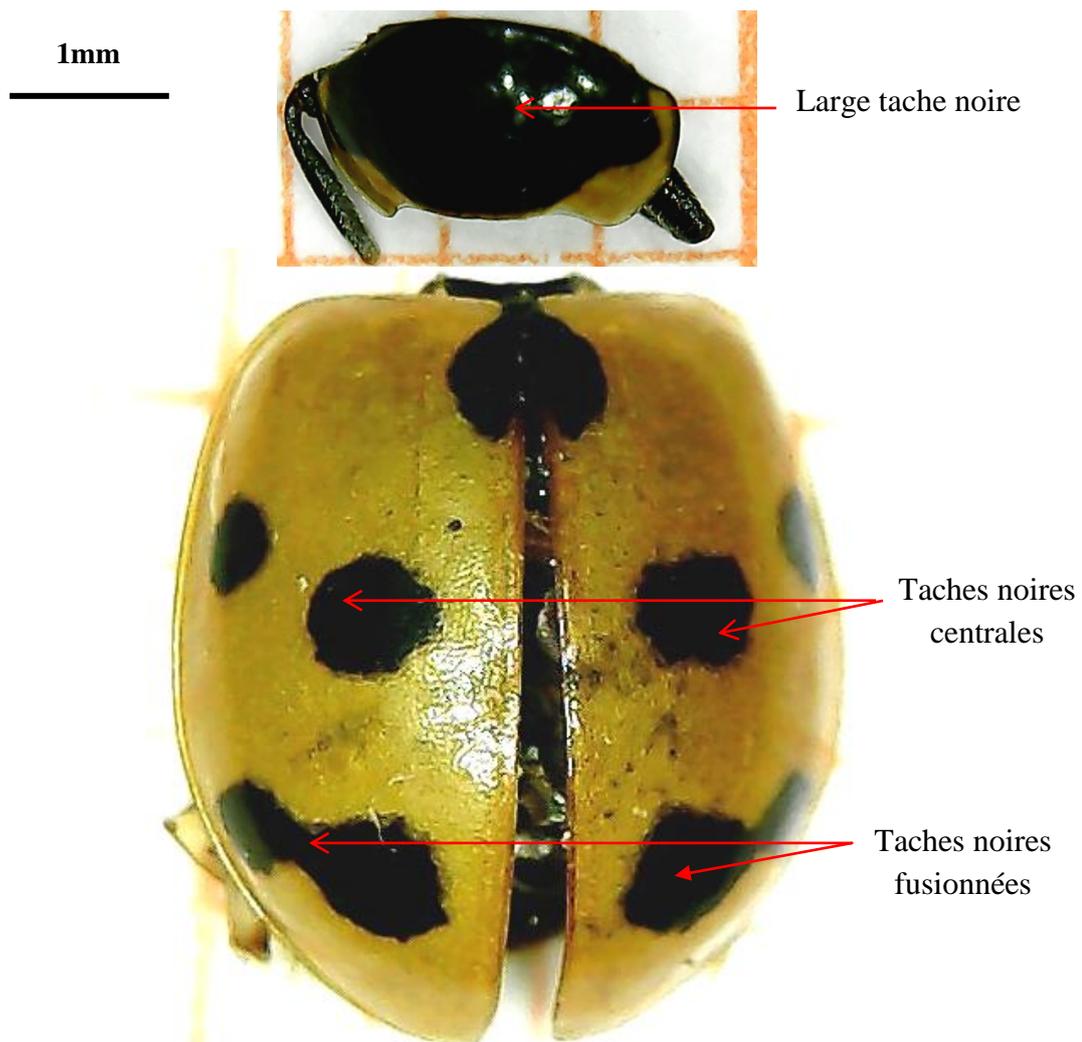


Figure 64- *Coccinella septempunctata* ; A : vue dorsale, B : vue de face, C : Élytre droit d'une coccinelle à sept points, D : Segments abdominaux d'un (♂), E : édéage, F : tegmen (originale)

Tant que les formes de la coccinelle a sept points observables en Algérie ne seront pas caractérisées génétiquement, il sera probablement impossible de savoir lesquelles représentent des espèces nouvelles et ou lesquelles ne sont que des variantes phénotypiques d'espèces déjà connues. Selon LAKHAL et al 2018, *Coccinella algerica* Kovář, 1977 a été décrite sur la base de petites différences morphologiques des populations d'Afrique du Nord considérées à l'origine comme *C. septempunctata*. Des progrès significatifs ont été accomplis par MARIN et al 2010, qui fournissent une base génétique aux concepts de l'espèce *Coccinella septempunctata* qui est un synonyme de *Coccinella algerica*, car ils ont démontré que ces deux espèces ne forment pas de lignées génétiquement distinctes.

***Coccinella undecimpunctata* Linnaeus, 1758**

Corps peu allongé. Pronotum a large tache noire qui arrive au bord latéral. Elytres rouges ou rouges-orangés avec dix taches noires dont une paire de taches arrière et /ou une paire centrale de taches fusionnées ou libres, en plus de la tache scutellaire.



***Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) ***

Longueur : 6,54 mm.

Largeur : 4,60 mm

La coccinelle asiatique présente des colorations variables ; jaune, orange, rouge à points noirs au noir à points rouges, les élytres sont ornés de zéro à 19 points. Sa taille varie entre 4 mm et 8,2 mm environ. La forme du corps peut être ronde ou un peu plus ovale. Elle a un marquage spécifique sur la tête, soit en forme de « M », en forme de patte de chat, ou une marque noire pleine. Les élytres souvent avec un pli transversal subapical (caractère exclusif). La larve de la coccinelle asiatique possède des spicules sur le dos dont la pointe se termine en forme de V, la larve du quatrième stade L4 présente des spicules des secteurs dorsaux des quatrième et cinquième segments abdominaux est également orange. Les nymphes de la coccinelle asiatique sont similaires à des chrysalides. Elle possède les mêmes épines que la larve mais celles-ci sont concentrées à la base.

« M » noir sur le pronotum

Marque noire pleine sur le pronotum

0.5 mm



A



B

Pli transversal subapical

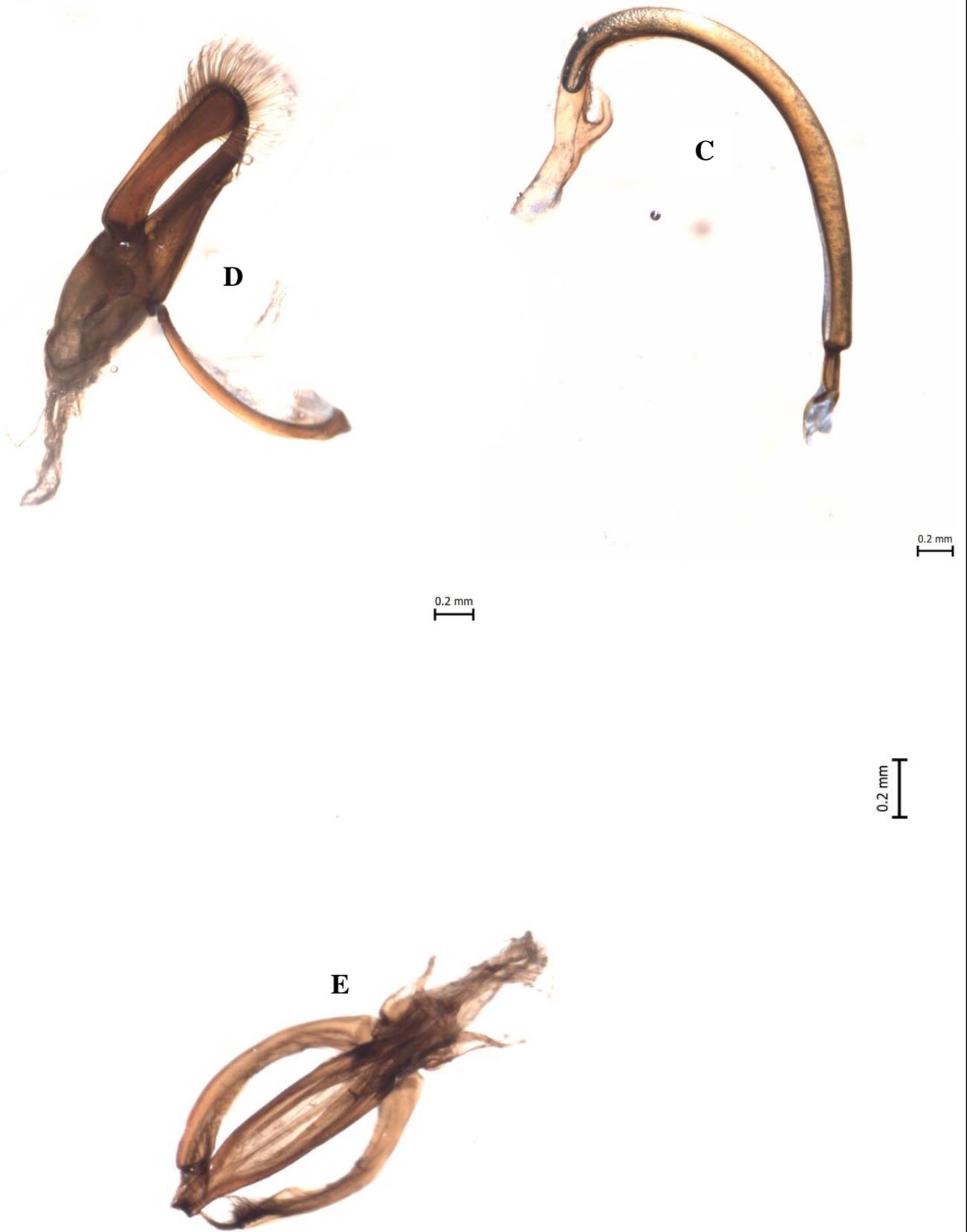


Figure 66- *Harmonia axyridis* ; A : f. succinea ; B : f. spectabilis, C : édéage, D : tegmen de profil, E : tegmen de face (originale)



Figure 67- Variabilité de coloration des élytres chez *Harmonia axyridis* (originale)
 1 : Forme Succinea « 1 » 2 : Forme Succinea « 2 » 3 : Forme Spectabilis

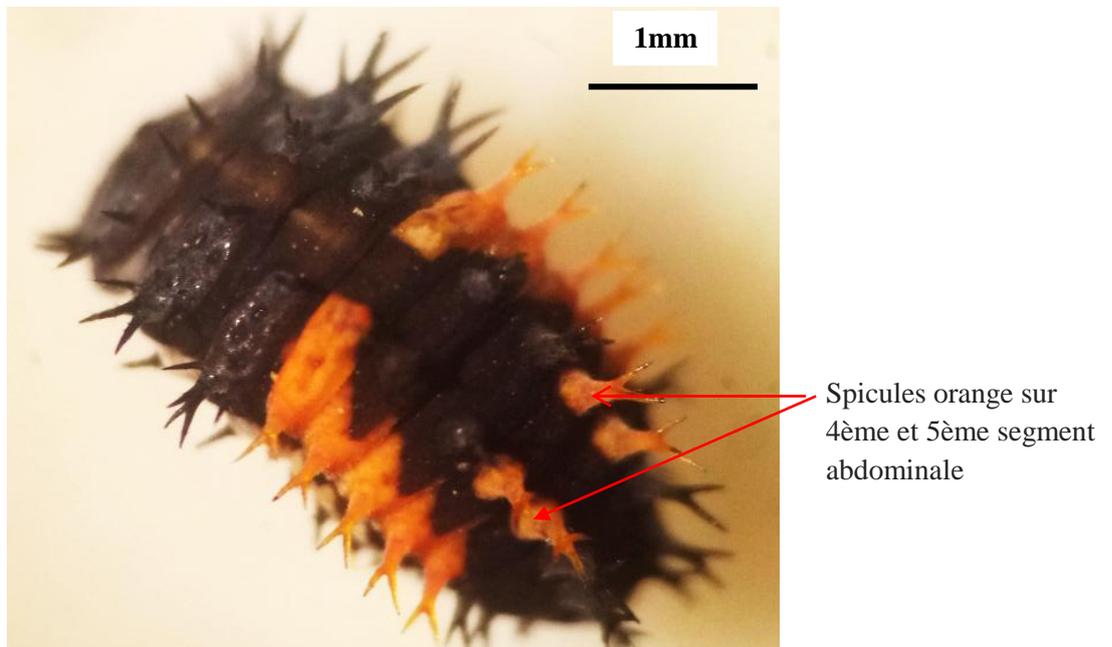


Figure 68- Larve de *Harmonia axyridis* en 4^e stade de développement (originale)

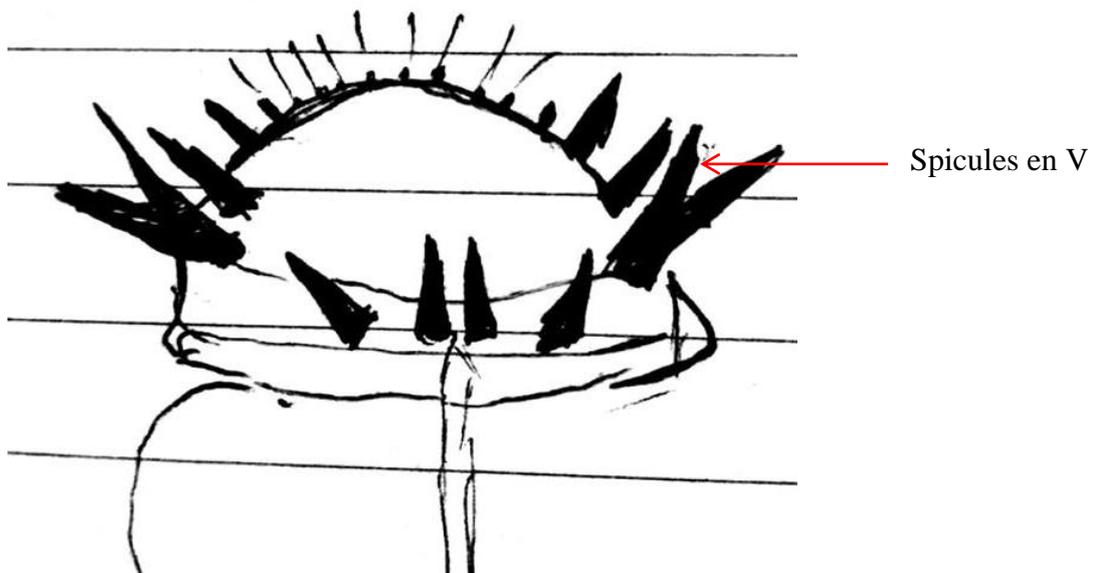


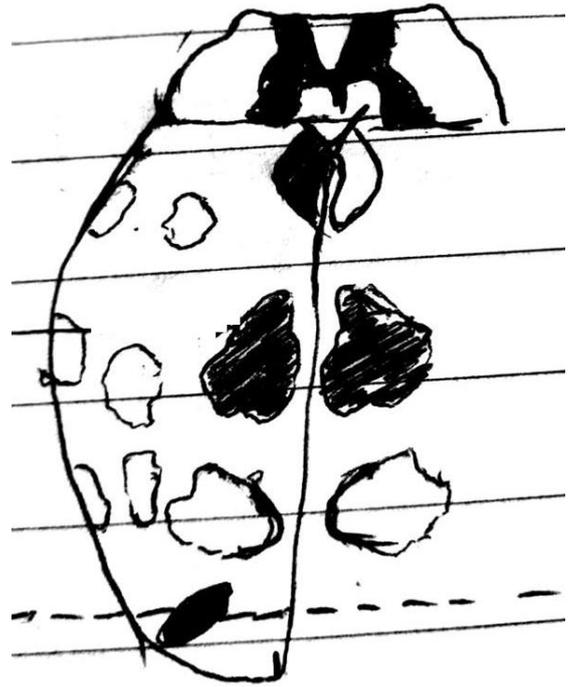
Figure 69 - schéma des épines d'une larve de *Harmonia axyridis* (originale)



Figure 70- Pupa de *Harmonia axyridis* (originale)



Forme ronde



Forme ovale

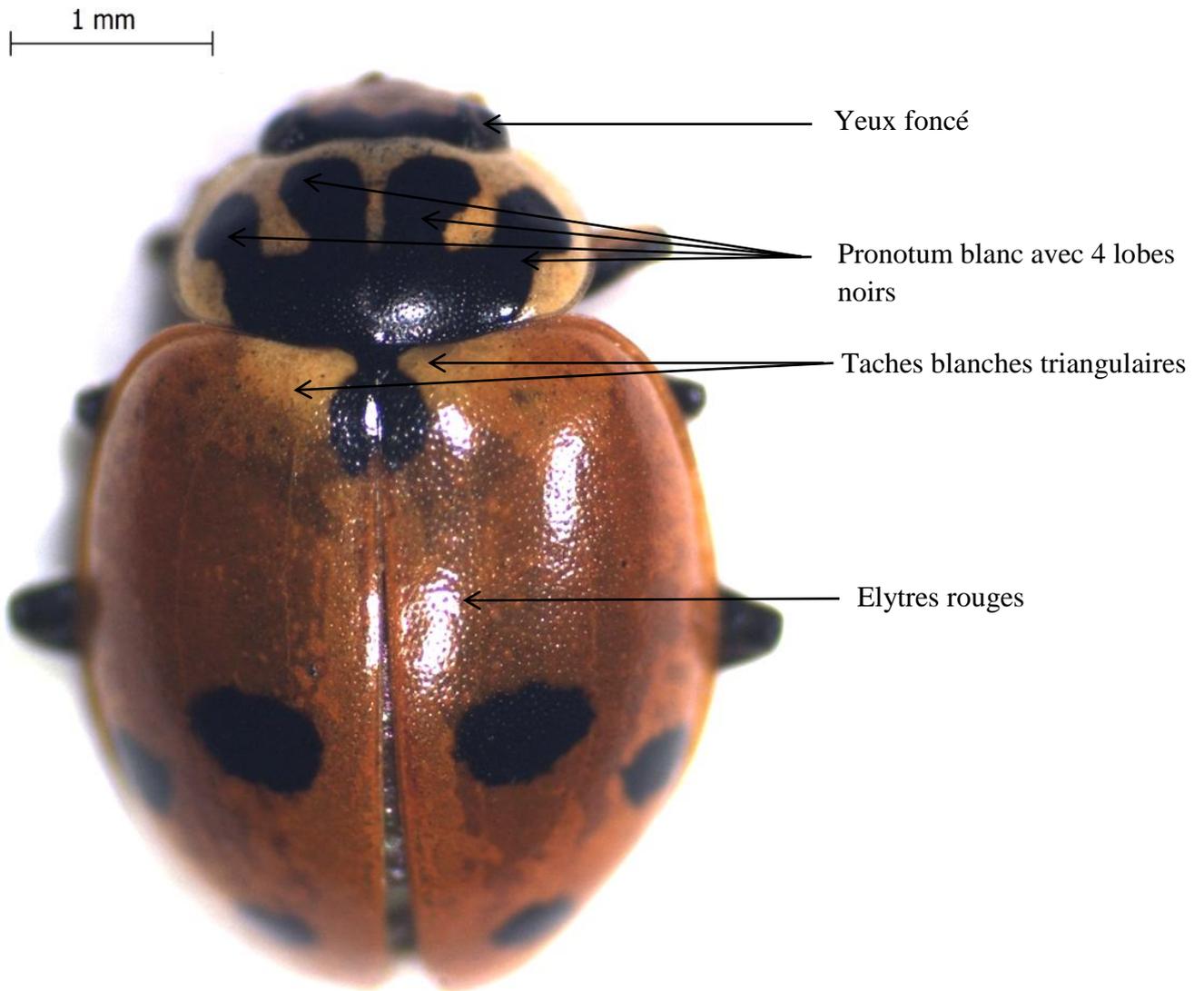


Forme ovale plus allongée

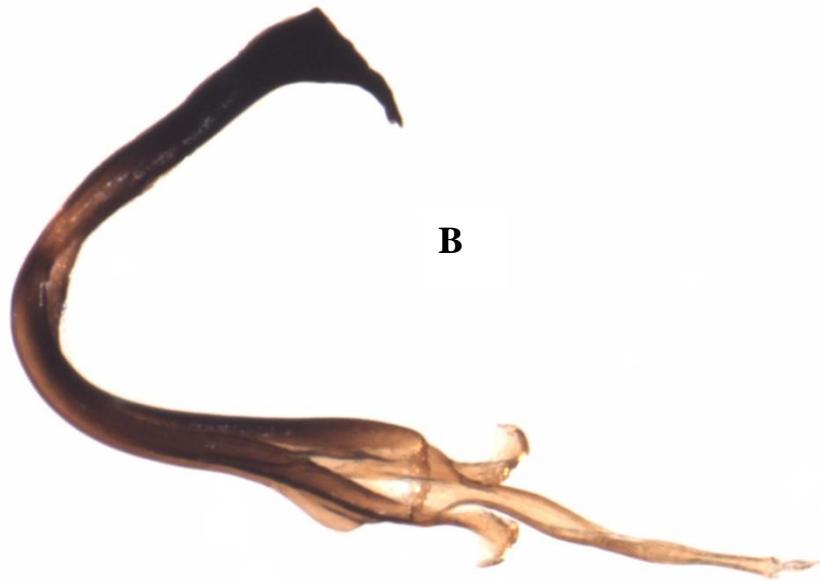
Figure 71 - Schémas des différentes formes de corps de *Harmonia axyridis* (originale)

***Hippodamia variegata* (Goeze, 1777)**

Coccinelle de forme ovale et de couleur de fond rouge ou orange avec un nombre variable de taches noires, elle présente une grande variation élytrale, y compris une tache scutellaire flanquée de deux taches blanches triangulaires. Son pronotum blanc orné d'un large macule à 4 lobes parfois fusionnés sans former une tache pleine. Sa tête est noire et ses pattes sont brun noirâtre, aux extrémités brunes.



A



B

0.2 mm



C

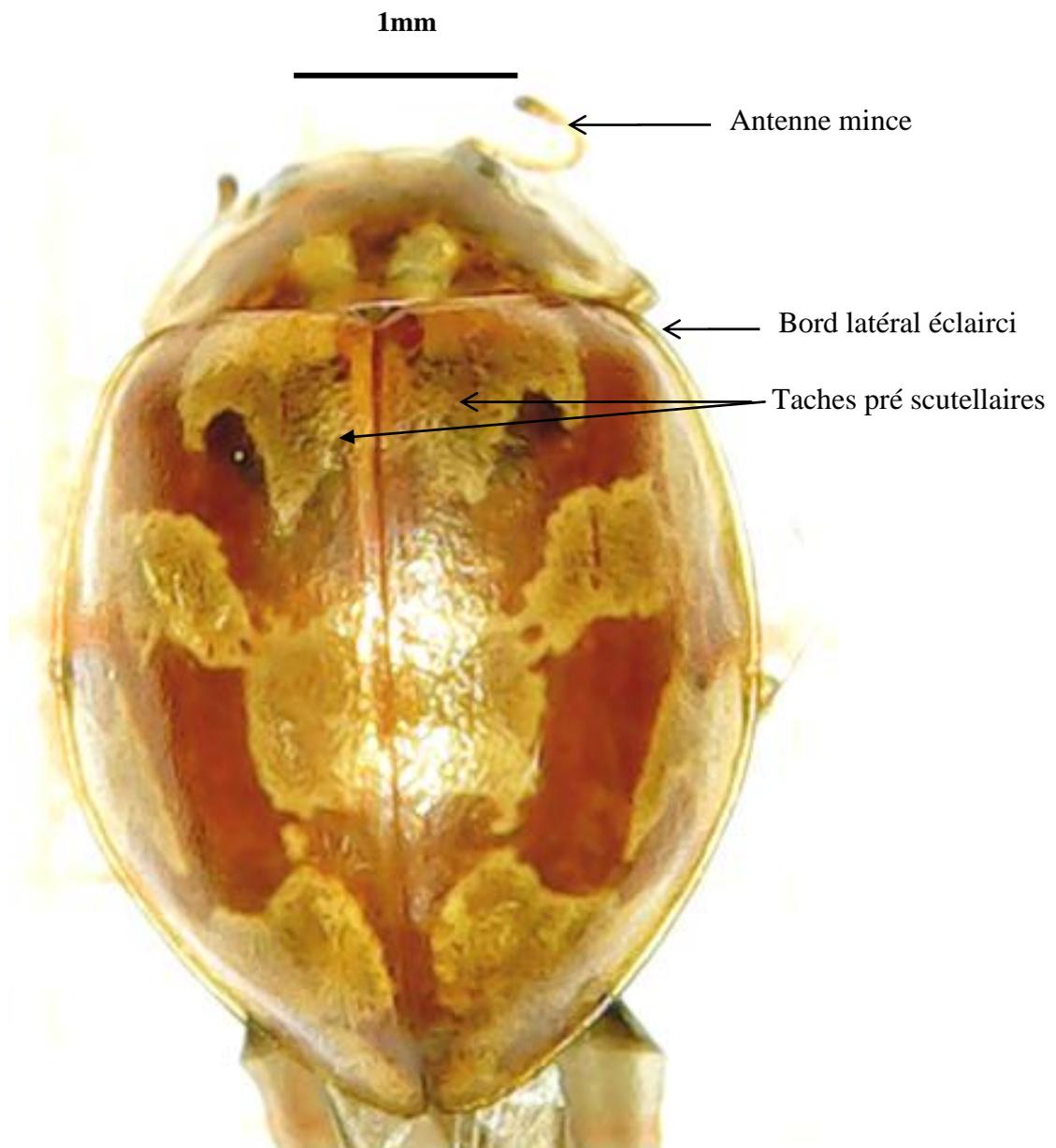
0.2 mm

Figure 72– *Hippodamia variegata*, A : vue dorsale, B : édéage, C : tegmen (originale)

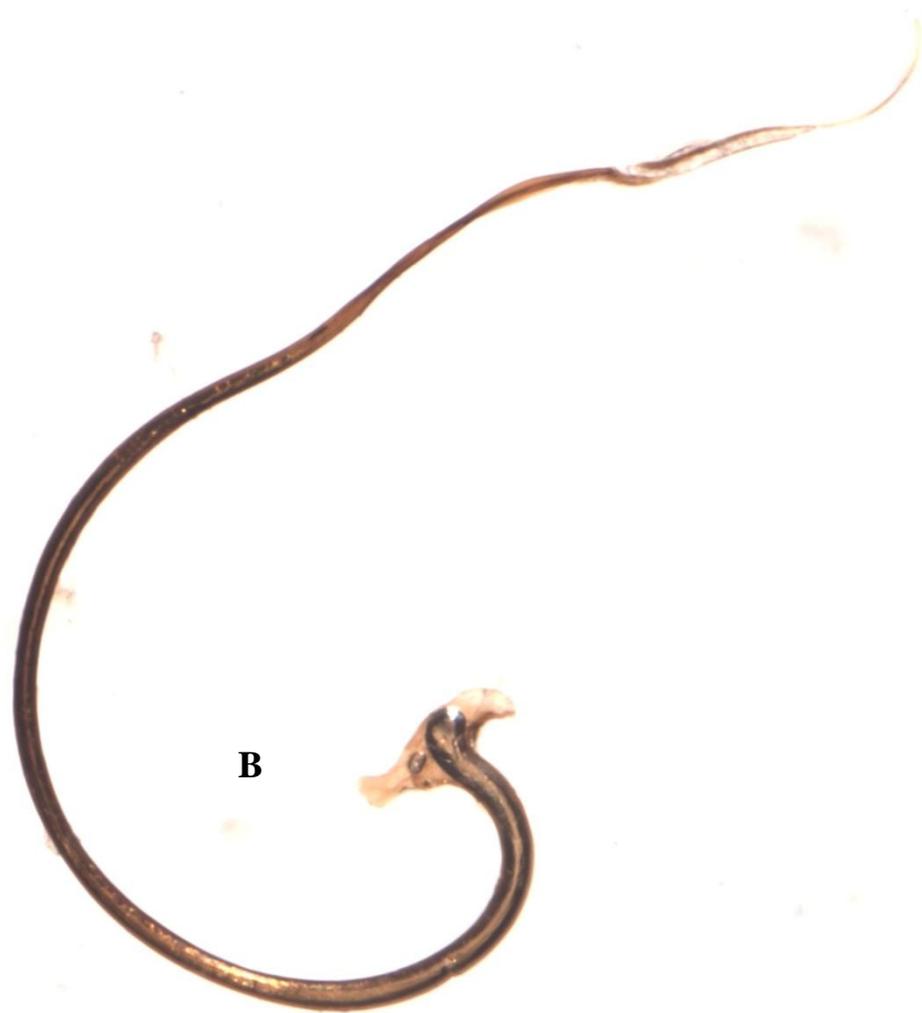
***Myrrha octodecimguttata* (Linnaeus, 1758)**

Longueur : 3 - 5,5

Les élytres sont de couleur brun à brun grisâtre (crème café) avec de nombreuses taches arrondies ou rectangulaires qui, en fusionnant, peuvent ne laisser que quelques taches sombres. Pronotum à deux taches antéscutellaires, à bord latéral largement éclairci. Les taches pré scutellaires souvent d'une forme anguleuse caractéristique. Les antennes sont minces (IABLOKOFF-KHNZORIAN S.M. 1982)



A



0.2 mm

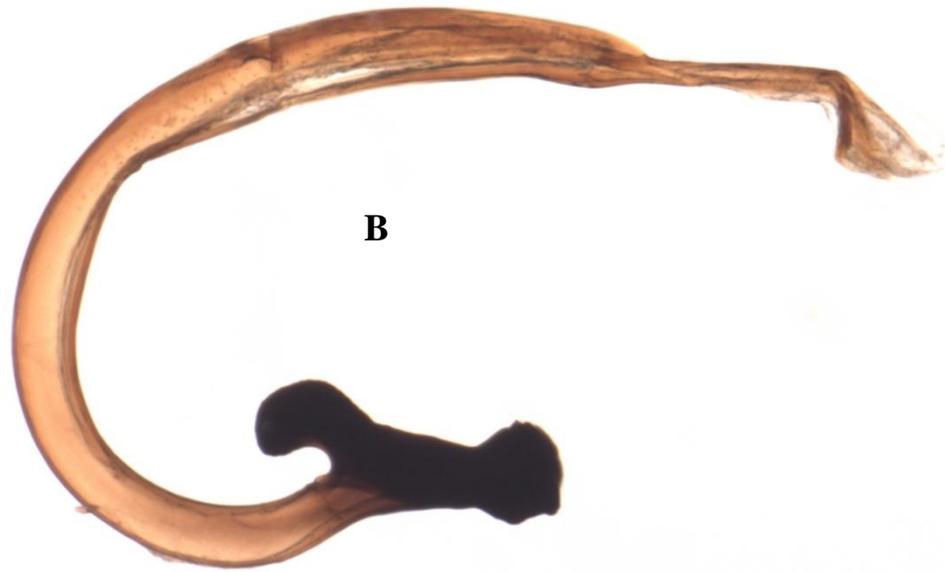
Figure 73- *Myrrha octodecimguttata*, A : vue dorsale, B : édéage (originale)

***Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) ***

Oenopia conglobata est une espèce nouvelle en Algérie, c'est coccinelle prédatrice vivant dans la plupart des pays européens et en tant que sous-espèce dans de nombreuses régions d'Asie. Le spécimen collecté en Algérie présente des élytres jaune (Fig.74), alors qu'il est généralement rose ou beige L'Europe (LAKHAL et al ,2018). De plus, les taches sont plutôt petites, alors que chez de nombreux Européens, au moins quelques points fusionnent (NEDVED 2015)

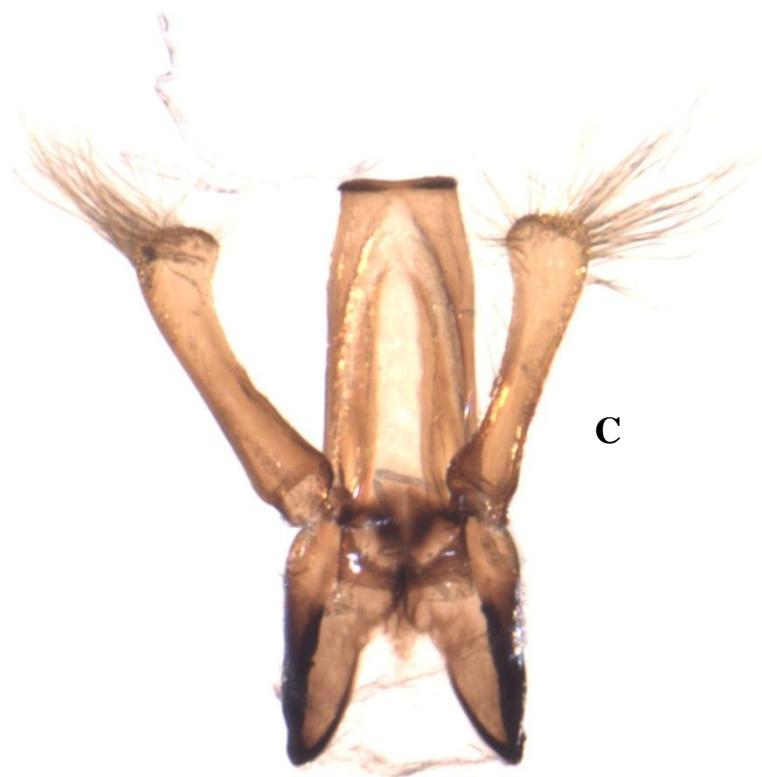


A



B

0.2 mm



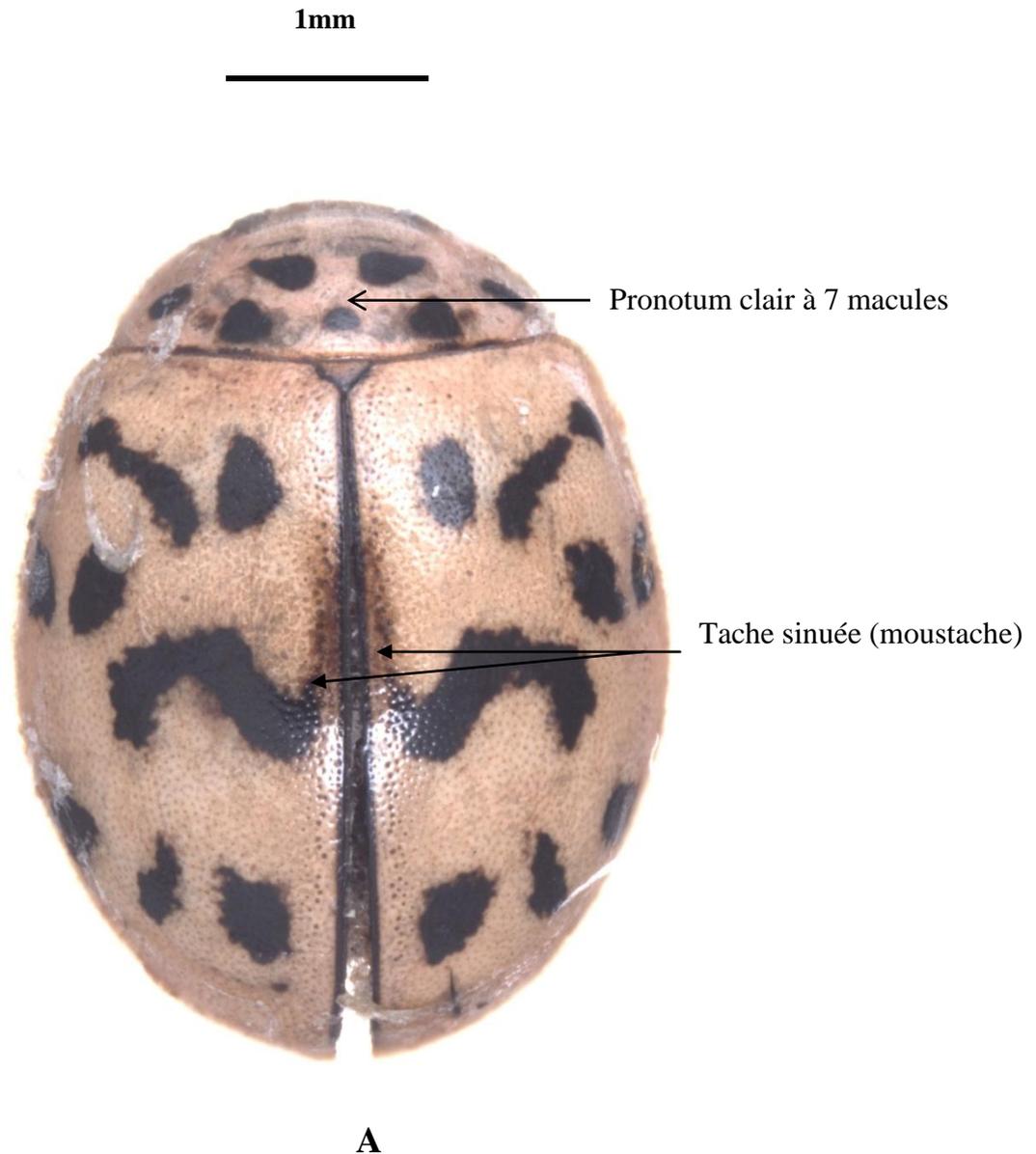
C

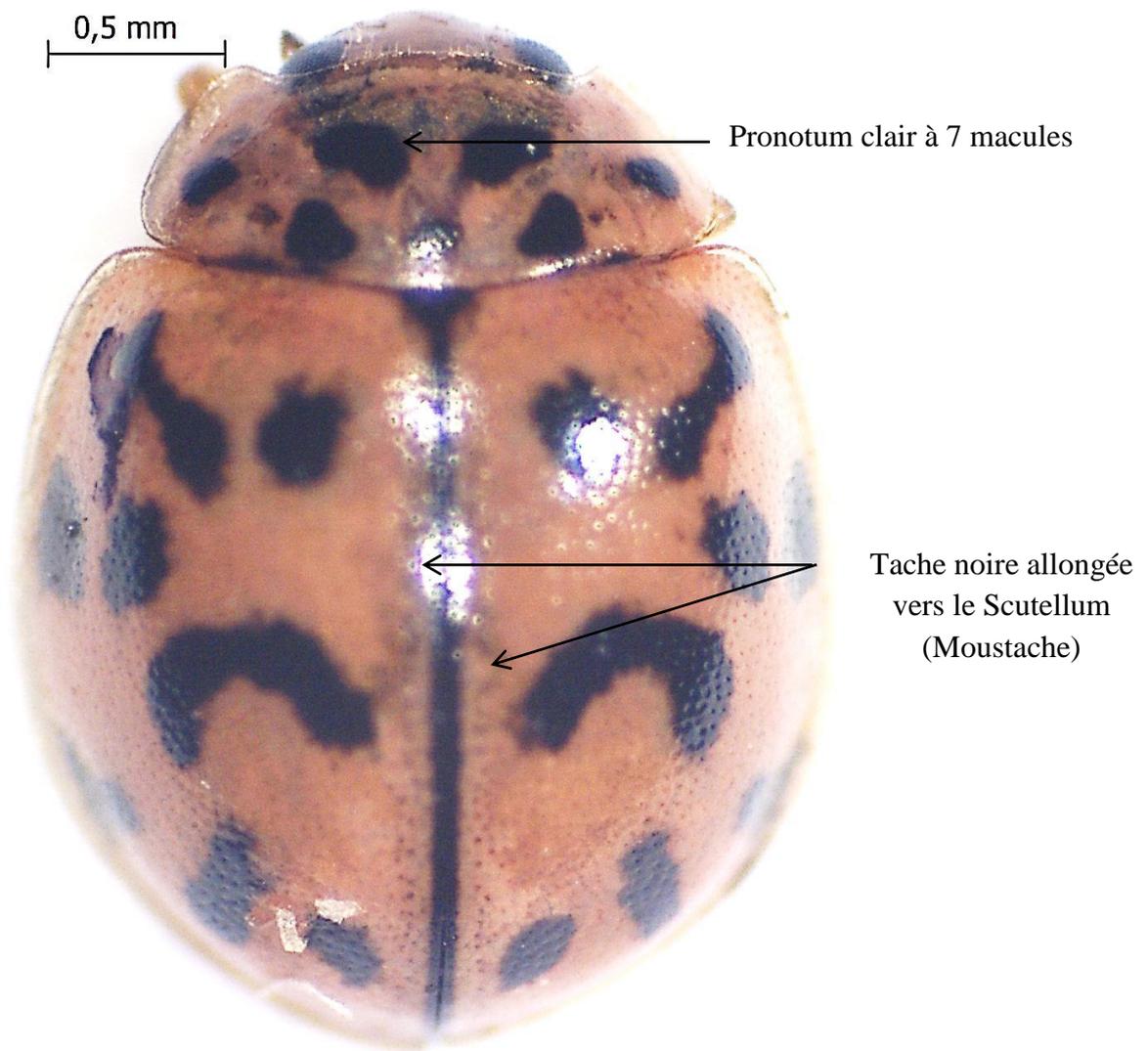
0.2 mm

Figure 74- *Oenopia conglobata*, A : vue dorsale, B : édéage, C : tegmen, originale

***Oenopia dublieri* (Mulsant, 1846)**

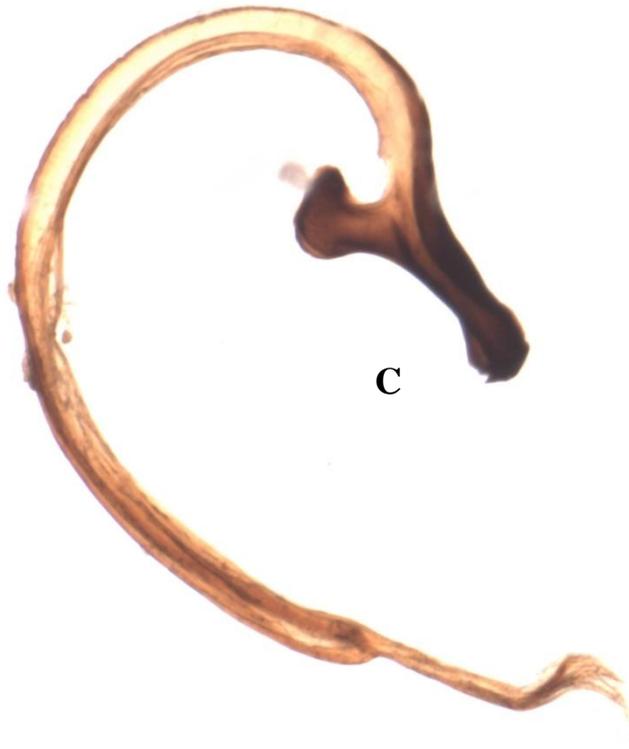
Elytres ocharcés ou rosés (Fig 75a et b) avec 8 paires de taches noires, les taches médianes souvent sinueuses avec une ramification vers le Scutellum (moustaches caractéristique)
pronotum clair a sept macules noires.



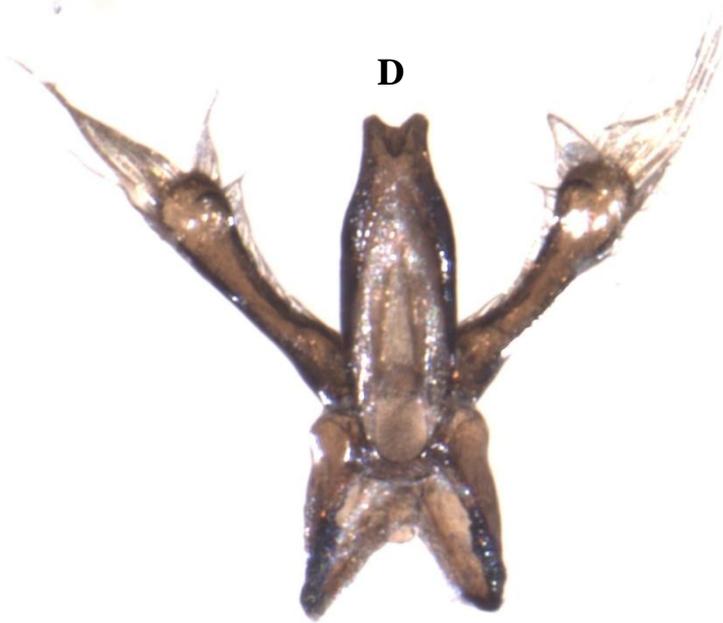


B

0.2 mm



C



D

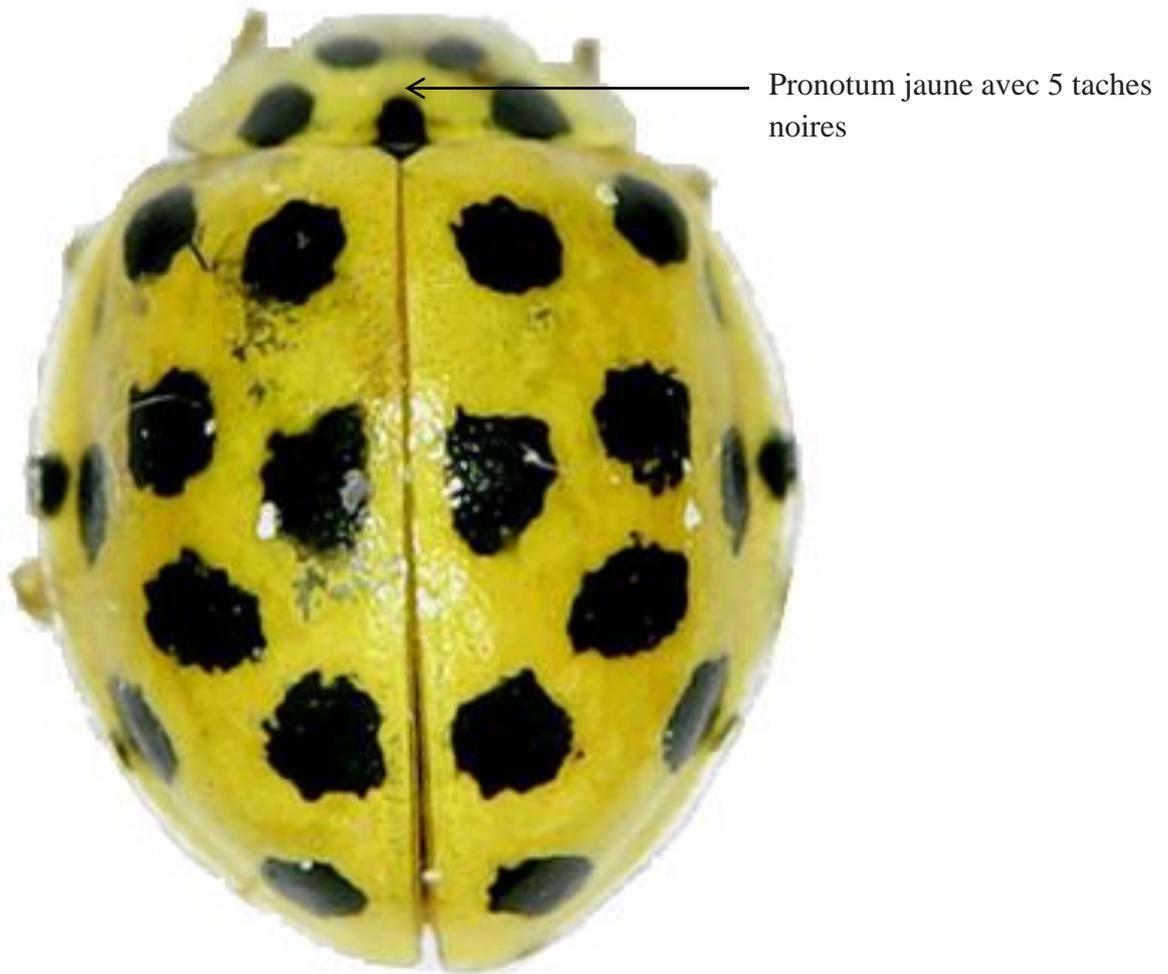
Figure 75- : *Oenopia doublieri*, A : habitus ocharcé, B : habitus rosé, C : édéage, D : tegmen (originale)

***Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus, 1758)**

Longueur 4,3 mm

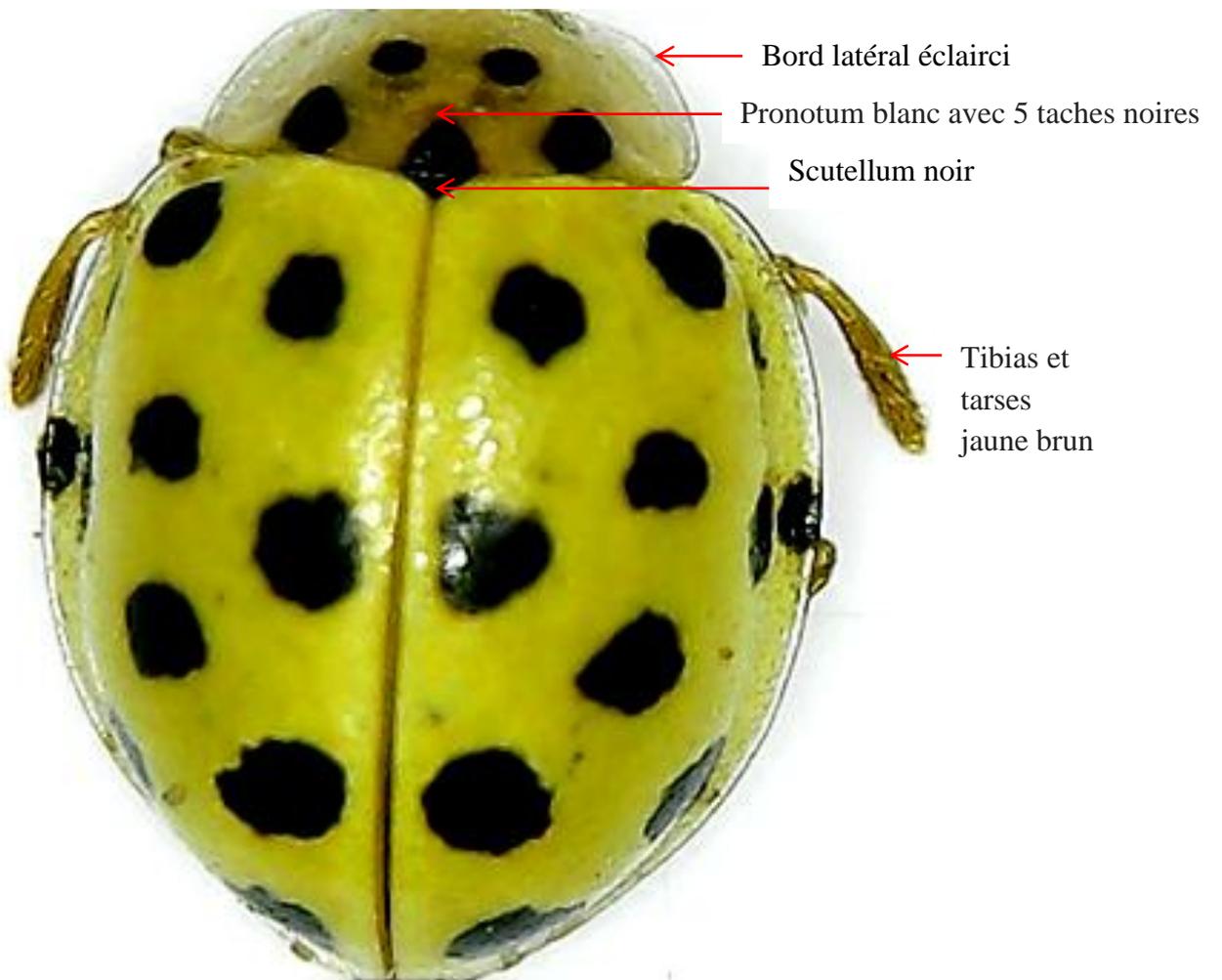
Elytres jaunes vif avec 11 points rond noirs chacune; Scutellum noir; pronotum jaune (rarement blanc) avec 5 taches noires en deux rangées sous forme d'un arc ; antennes brun jaune. Les fémurs sont foncés (rembrunis); tibias et tarses jaune brun.

1mm



A

1mm



B

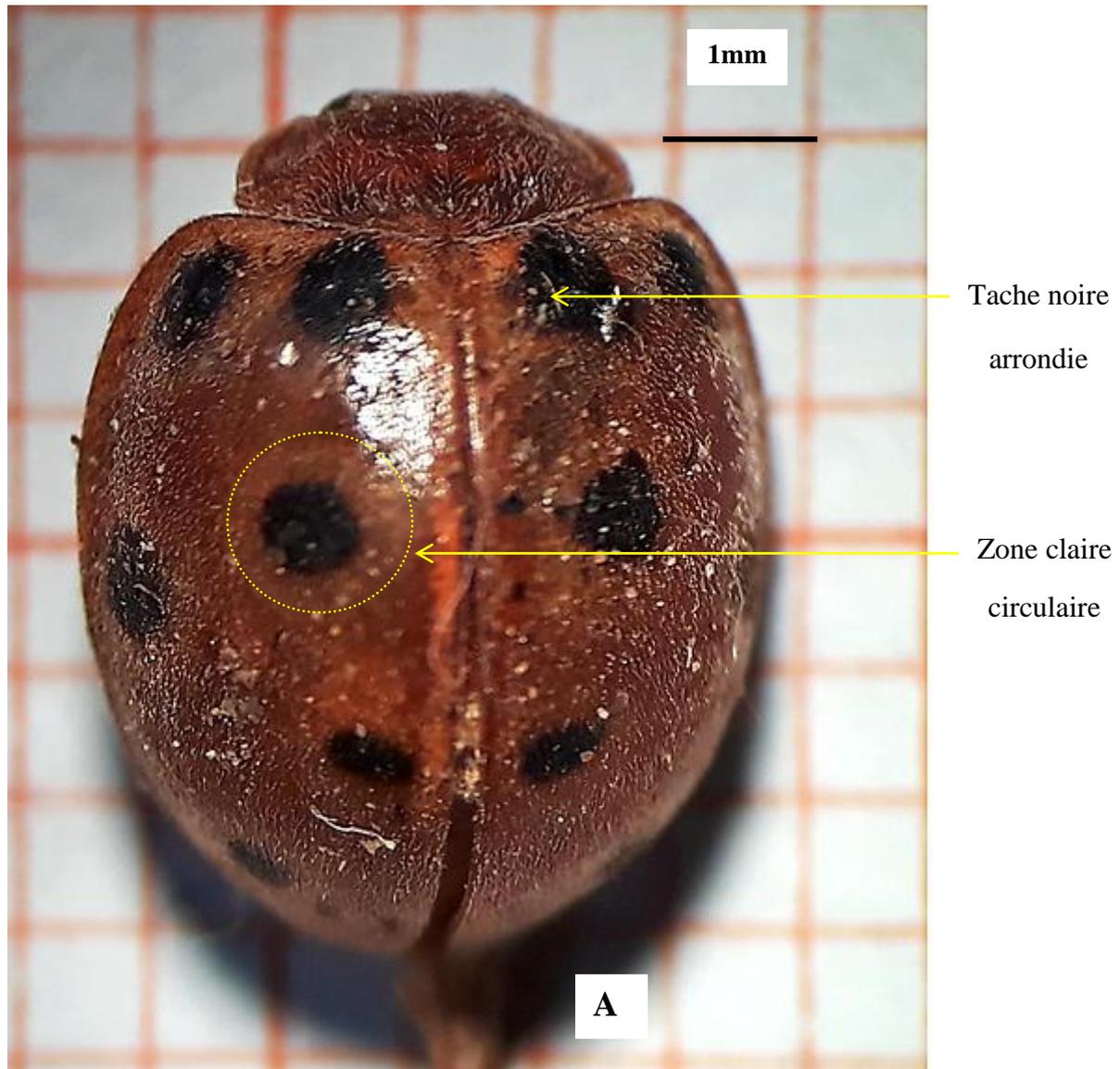


Figure 76- *Psyllobora vigintiduopunctata*, A : f. lateripunctata, B : f. nominale à taches réduites, C : édéage, D : tegmen (originale)

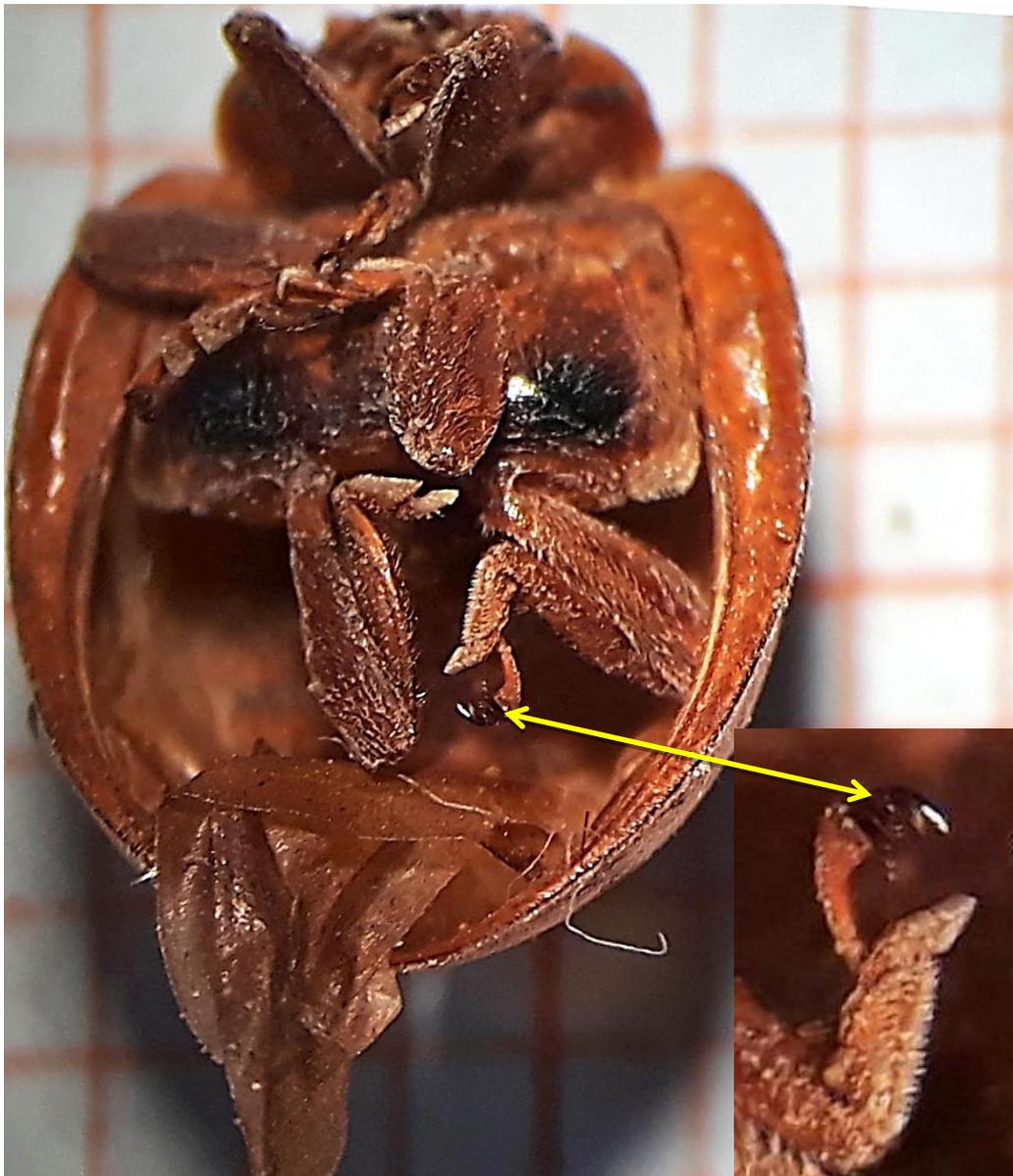
***Chnootriba elaterii* (Rossi, 1794) (syn. *Henosepilachna elaterii*)**

Longueur 6,8 mm

Pronotum et élytres de couleur rouge orangée, surface dorsale densément pubescente. Elytres avec chacune six grandes taches noires arrondies éloignées de la suture, et entourés chacune d'une zone claire (Fig.77). Une espèce phytophage qui s'attaque aux *Cucurbitacée*. Elle a des griffes bifides avec dent basale.



1mm



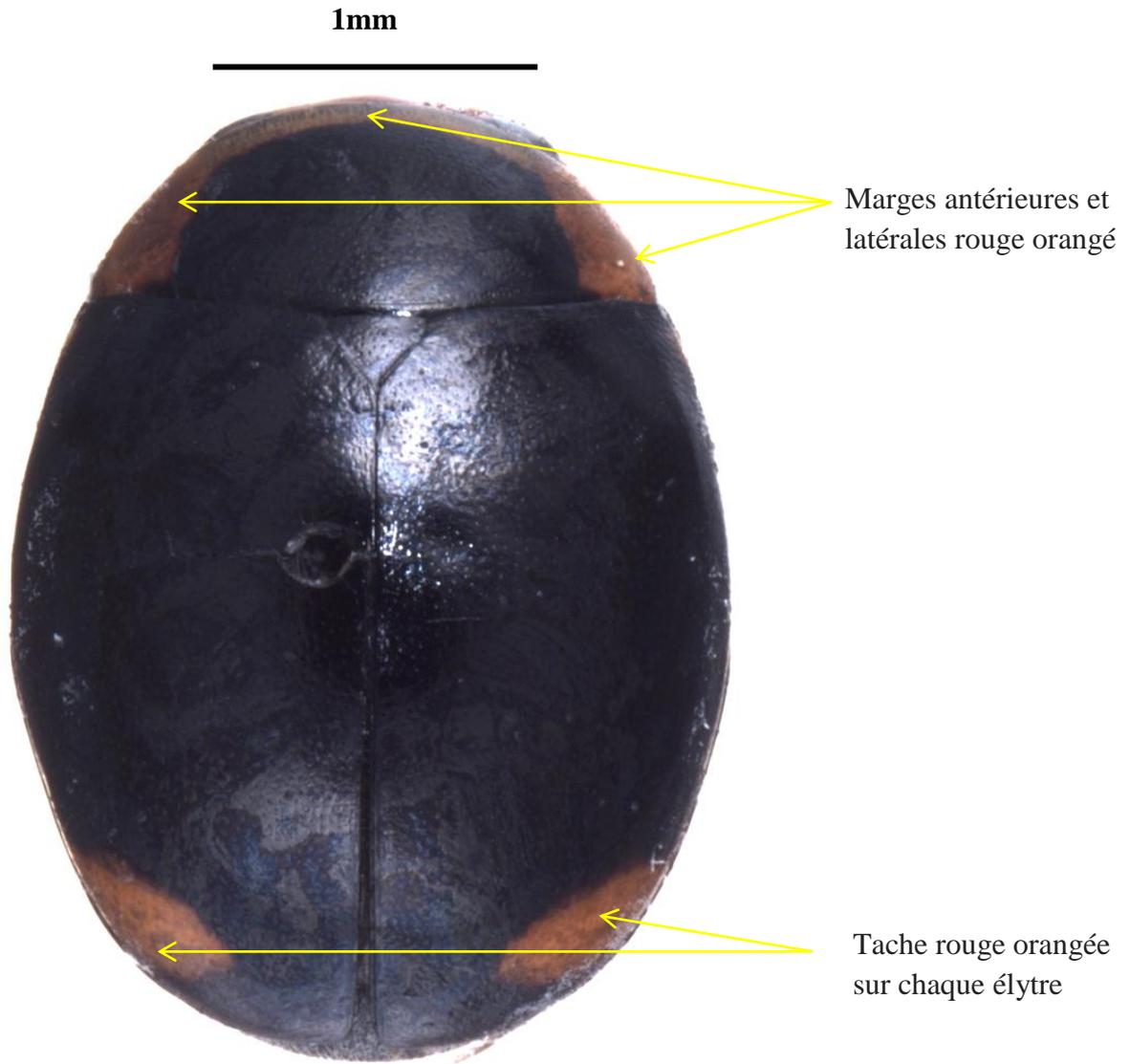
B

Figure 77- *Chnootriba elaterii* (Rossi, 1794) (syn. *Henosepilachna elaterii*) A : face dorsale, B : Face ventrale et griffes (originale)

***Hyperaspis* sp.**

1. Pronotum noir au centre, à bords latéraux rouge, rouge, parfois aussi à la marge.....***Hyperaspis***

Corps uniformément ovale; pronotum à marges antérieures et latérales rouge orangé étroites; chaque élytre avec une tache rouge orangée.



A



0.1 mm

Figure 78- *Hyperaspis* sp, A : habitus, B : édéage (Originale)

***Hyperaspis marmottani* (Fairmaire, 1868)**

Tête noire, yeux noirs et pronotum noir a marges antérieure et latérale brun jaunâtre (Fig 79b) élytre noir avec une tache discale séparée de la tache / rayure antérieure (BIRANVAND .A et al, 2017), cette dernière s'élargit vers les deux extrémités (Fig 79a) et peut parfois atteindre le bord postérieur de l'élytre.

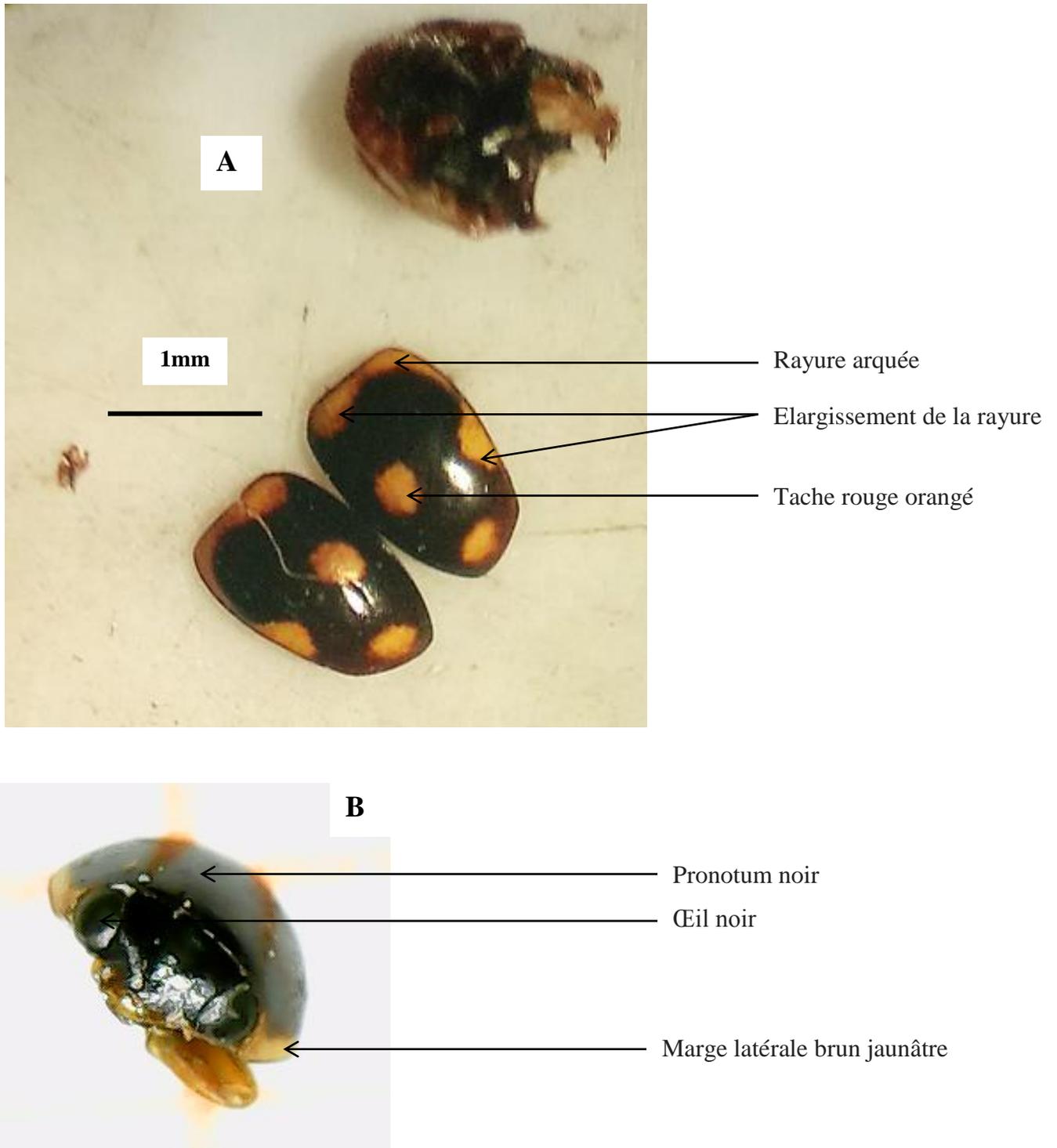
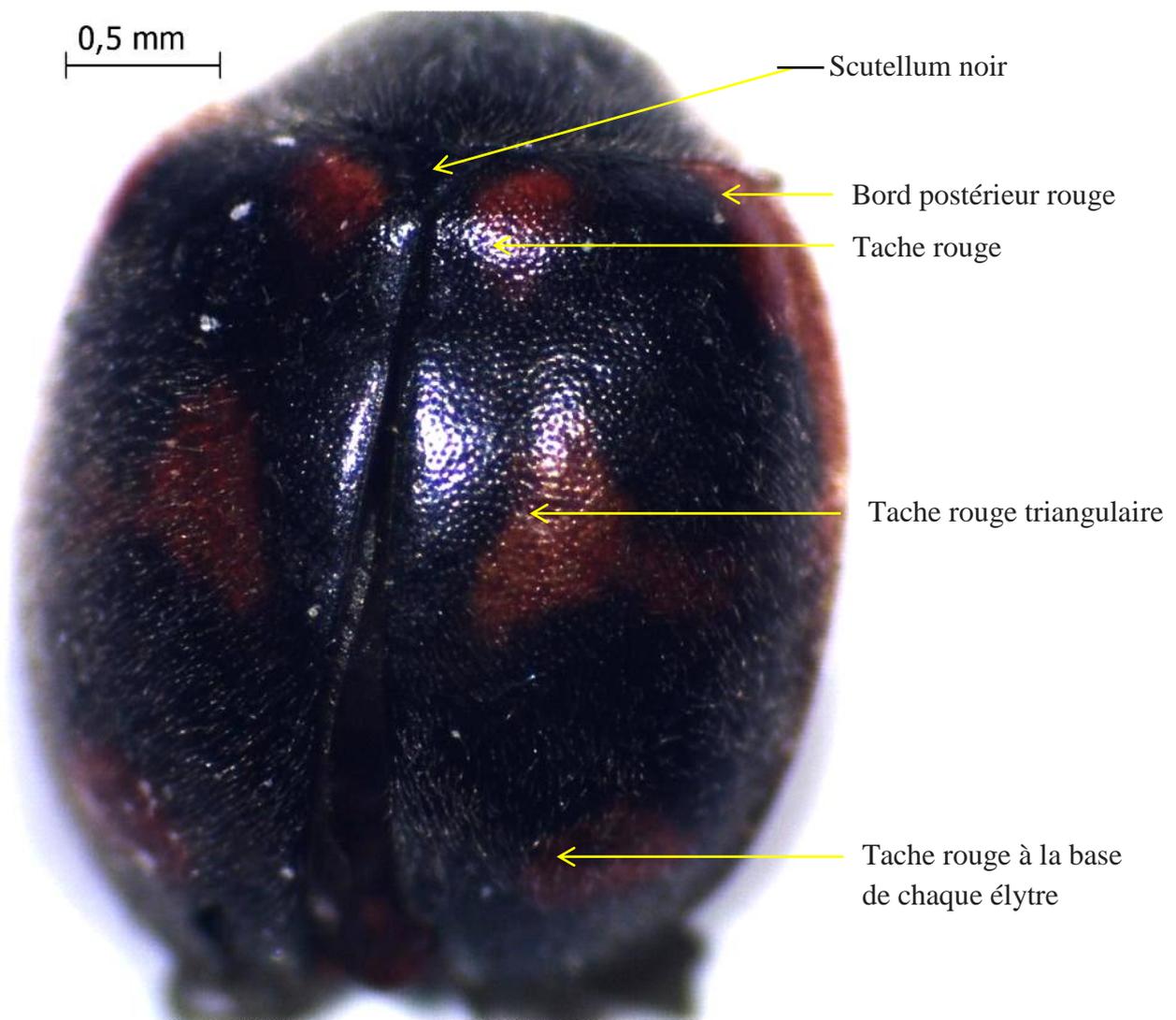


Figure 79- *Hyperaspis marmottani*, A : élytres, B : détails du pronotum (originale)

***Novius cruentatus* Mulsant, 1846 (Kovář 2007)**

Coccinelle ovale, large, dense et velu, noir et rouge. Elle a deux taches rouges rondes dans la partie antérieure qui sont parfois plus allongé, chaque élytre avec une tache. Les taches rouges au milieu de chaque élytre sont en forme d'un triangle, pouvant s'allonger vers le bord des élytres. Pronotum noir, dont son angle postérieur et les épaules des élytres sont délimités d'une couleur rouge. Deux autres taches rouges sont à la base de chaque élytre. Scutellum noir. Cette coccinelle est principalement présente dans les cimes des arbres, raison pour laquelle on la rencontre rarement. Les larves se nourrissent de pucerons.



A



Figure 80- *Novius cruentatus*, A : habitus, B : édéage, C : tegmen de face, D : tegmen de profil (originale)

***Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850)**

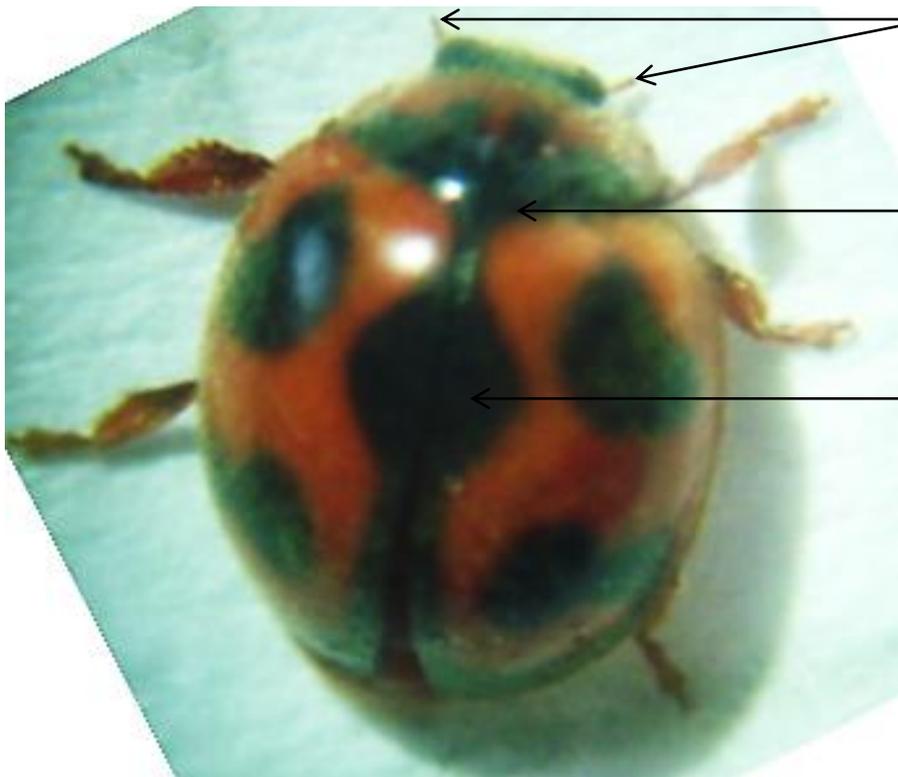
1. Pronotum à côtés non complètement arqués, angles postérieurs apparents.....***Rodolia***

(JR, ROSS H. ARNETT et al 2002)

1.1. Jambe antérieure avec tibia et fémur plus étroits que la jambe arrière, patte postérieure avec tibia large. Fémur avec pubescence presque absente de la face interne **(Robert D. Gordon 1972)**.....***Rodolia***

***cardinalis* (Mulsant, 1850).**

1mm



Antennes courtes

Bord postérieur
des élytres en noir

Tache centrale en
forme de trapèze

A

Description originale :

L'adulte mesure environ 3 à 4 millimètres, le corps est modérément bombé en forme d'un large ovale couvert de courtes soies. Tête et bord postérieur des élytres avec des marques noires (Fig.81). Deux courtes antennes. Les élytres sont rouges à taches noires, deux taches sur chaque élytre, avec une tache en forme de trapèze située au centre, entre les deux élytres. Cette tache s'amincisse et prolonge vers le Scutellum et vers la base des élytres (bord postérieure). Les pattes sont brunes. Les larves sont rouges et / ou gris et ont de longs poils (soies) sur les tubercules latéraux de l'abdomen. Il y a une petite tête. Quatre rangées de tubercules noirs. Le bord latéral de l'abdomen et du thorax peut être rouge. Le quatrième stade mue en pupe. (Fig 81d)

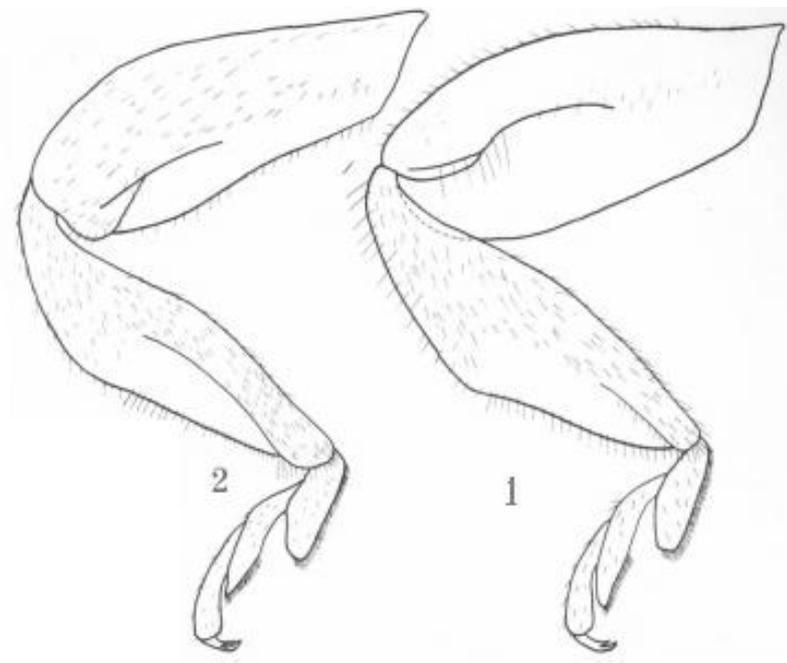
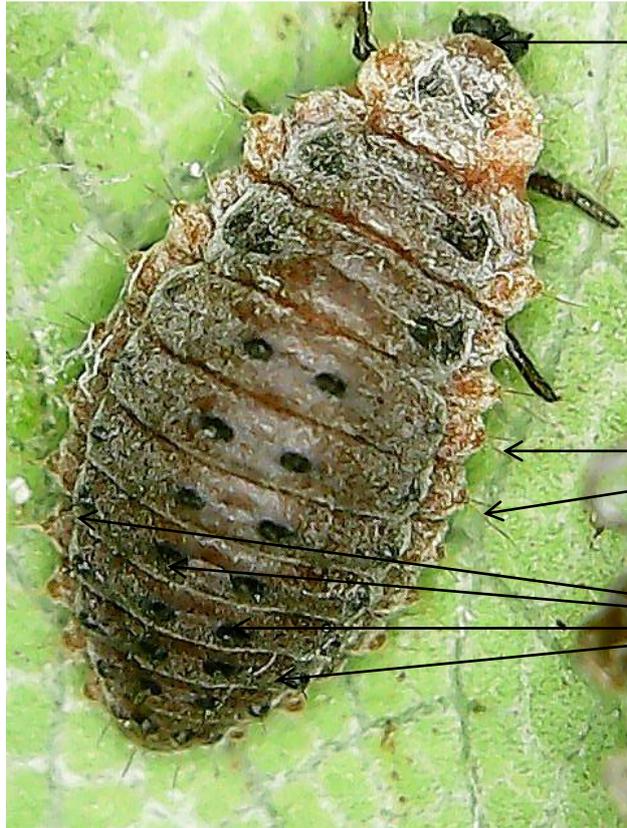


Figure 81- *Rodolia cardinalis* 1 : patte postérieure 2 : patte avant (Robert D. Gordon 1972)

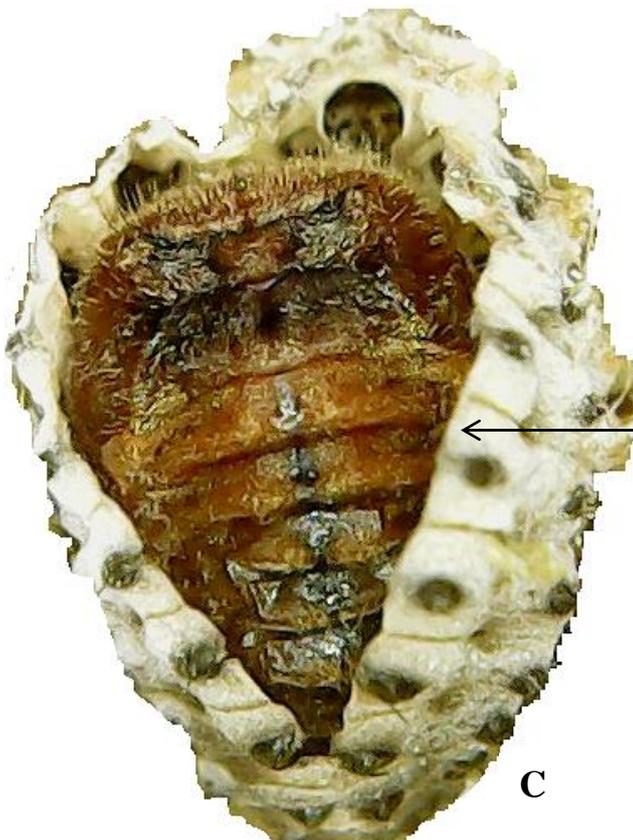


Petite tête

B

Longues soies sur tubercules latéraux

Quatre rangées de tubercules noirs



Peau nymphale déchirée

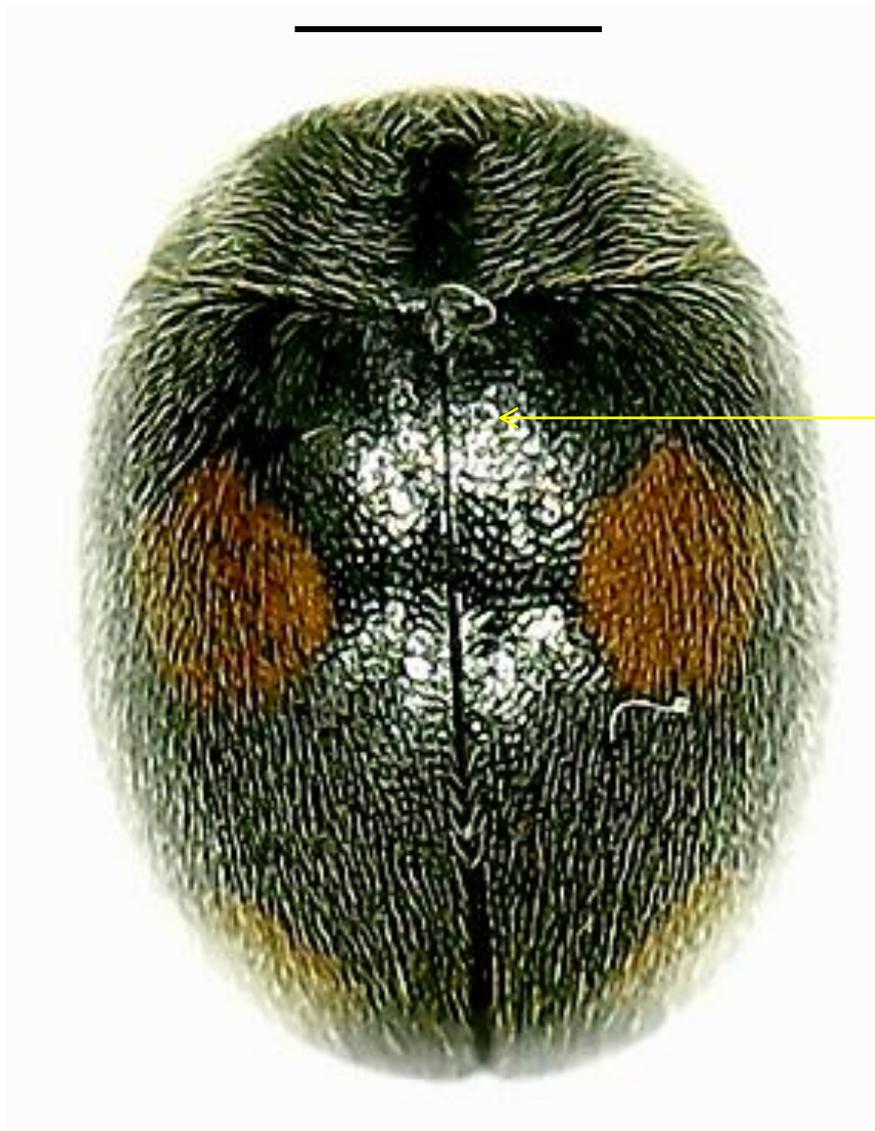
C

Figure 82- *Rodolia cardinalis*, A : Habitus, B : Larve, C : pupe (originale)

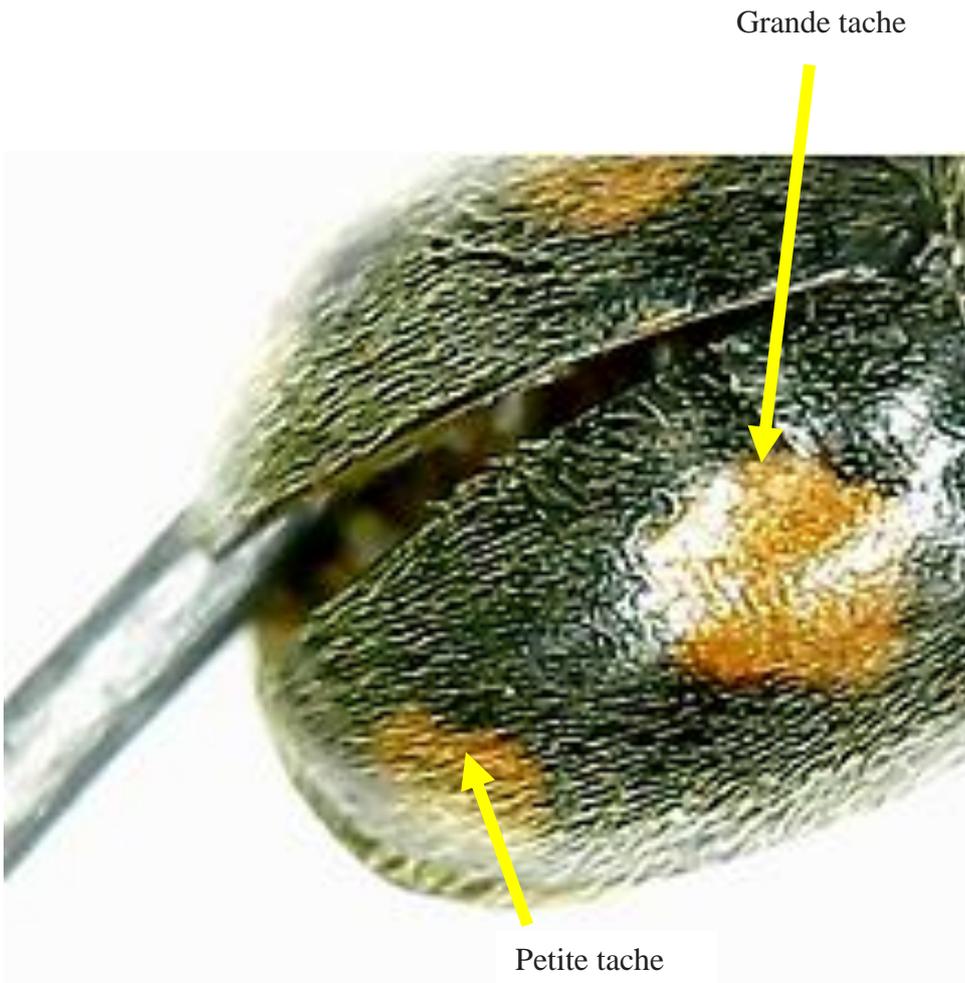
***Platynaspis luteorubra* (Goeze, 1777)**

Petite coccinelle veloutée. Elytres noirs portent quatre taches rouge orangé. Les deux points avant sont plus grands que les deux aux extrémités inférieures des élytres (Fig. 82a et 82b). La partie antérieure du pronotum, recouvre complètement les yeux composés. C'est une caractéristique distinctive des autres petites espèces de coccinelles comme *Scymnus* sp, elle peut être blanche jaunâtre chez les mâles et noire chez les femelles. Les tibias sont considérablement larges.

1mm



Elytre noir velu





0.1 mm



0.1 mm

Figure 83- *Platynaspis luteorubra*, A : vue dorsale, B : de profil, C édéage, D : tegmen (originale)

***Clitostethus arcuatus* (Rossi, 1794)**

Petite coccinelle, d'une taille de 1,2 à 1,5 mm. Elle s'identifie facilement à sa teinte générale brune, de nuances diverses, et au dessin caractéristique de ses élytres, en arc de cercle de couleur crème, dont l'intérieur est plus sombre. Les élytres sont couverts d'une pilosité claire. Les yeux sont noirs, le thorax est brun clair, avec les parties latérales crème. Les antennes présentent onze segments, les derniers terminés en massue. Présente une certaine variabilité, et plusieurs formes.

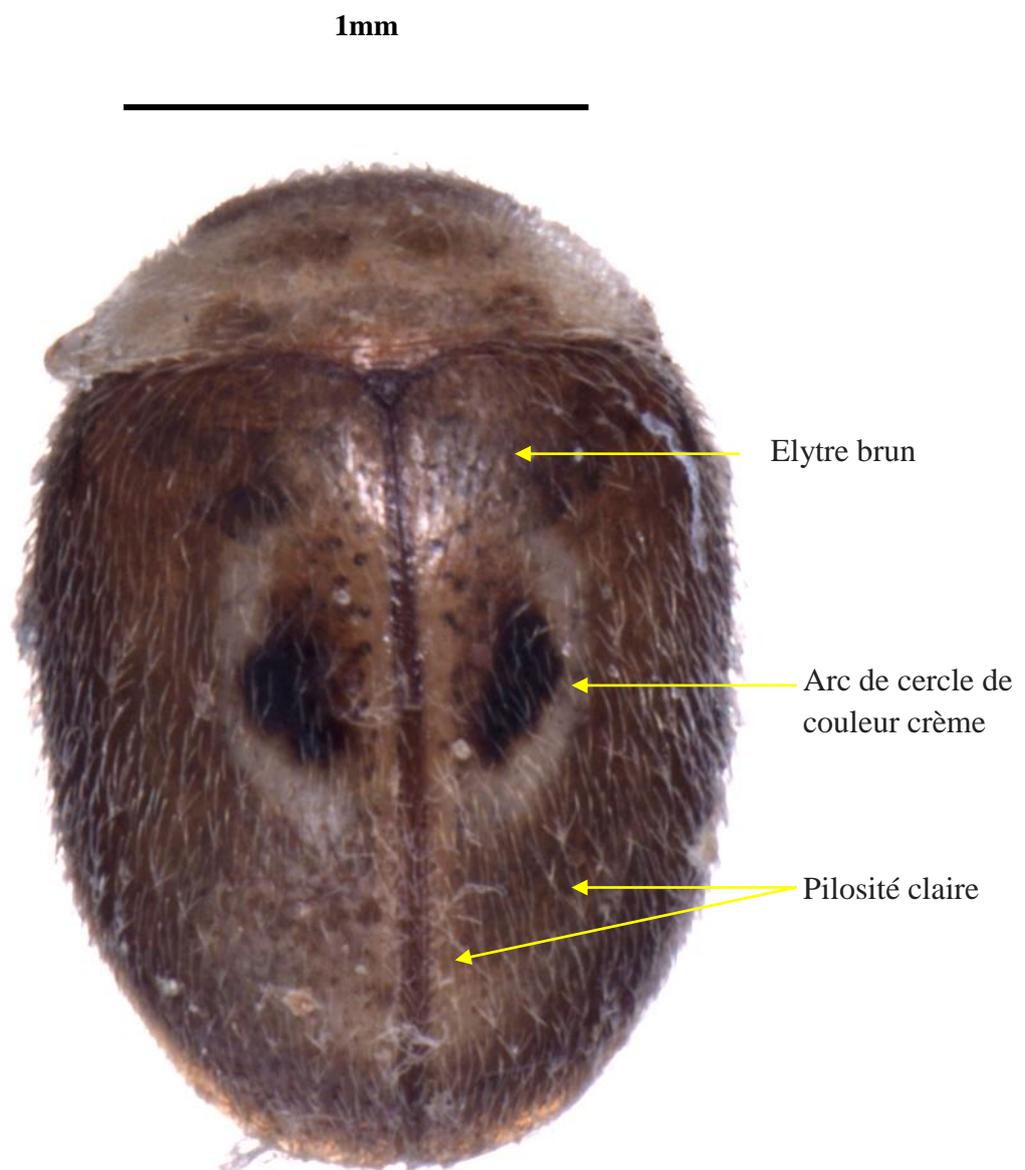


Figure 84- *Clitostethus arcuatus* (originale)

Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi (Sicard, 1923)

Corps ovale allongé, couvert de pubescence grisâtre. Elytres noir, chacun avec une tache jaune brune (petite, avant l'extrémité postérieure des élytres), chez certains spécimens cette dernière peut être fermée pour former tache noire allongée (Fig 85b).

1mm



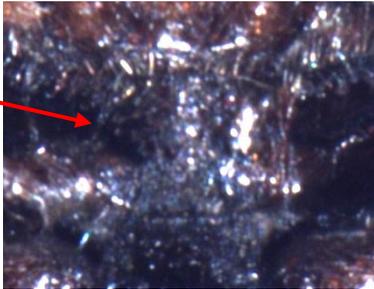
← Amincissement de la tache

A

1mm



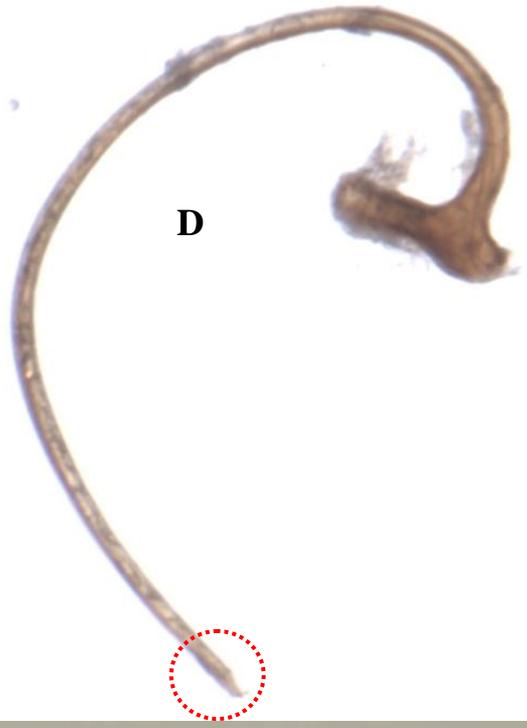
B



Prosternum non caréné

C

0.1 mm



D



1mm

E



F

0.1 mm



G

0.1 mm

Figure 85- *Nephus (Bipunctatus) peyerimhoffi* A : (collection de l'ENSA), B : face dorsale, C : face ventrale, D : édéage, E : Apex de l'édéage, F : tegmen de profil, G : tegmen de face (originale)

Nephus (Nephus) quadrimaculatus (Herbst, 1783)

Etant donné la ligne fémorale incomplète et le manque de carènes sur le Prosternum, cette espèce devrait être classée dans le genre.....*Nephus*

Elytres noirs avec deux taches rouge orangée chacune. Forme large, corps velu. Les taches de la partie postérieure des élytres sont en forme de virgule, les taches situées dans la partie haute des élytres sont plus grande.....*Nephus (Nephus) quadrimaculatus*

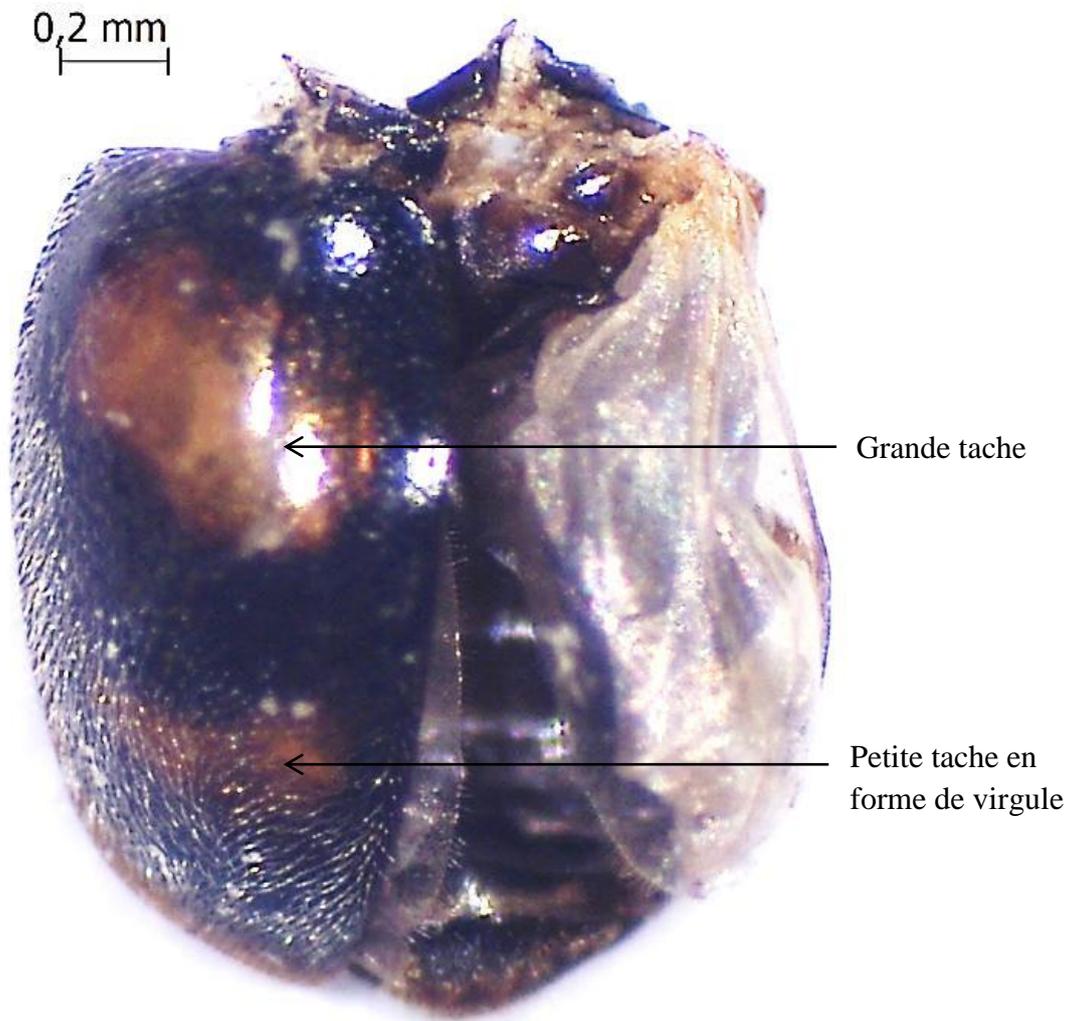
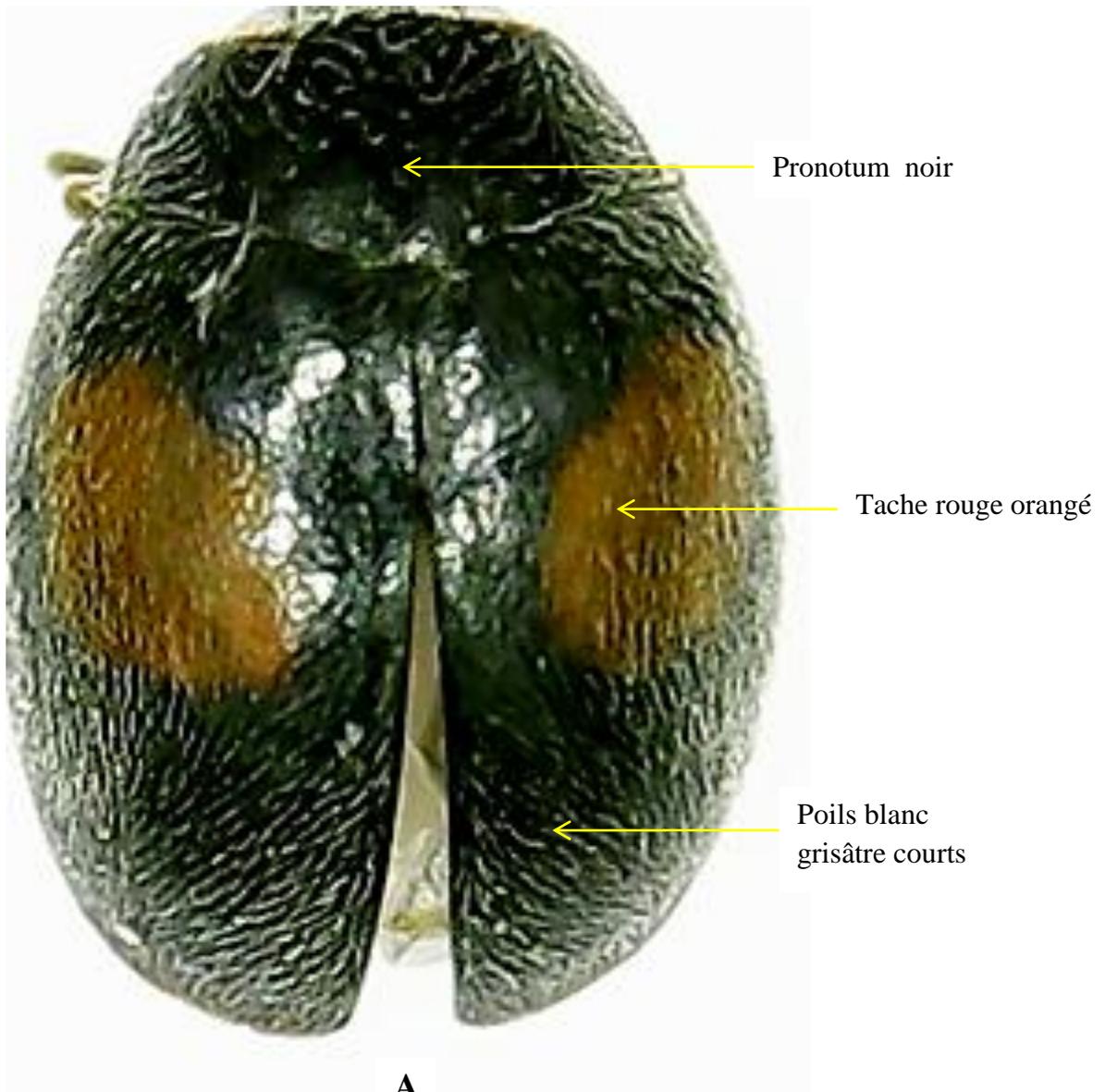


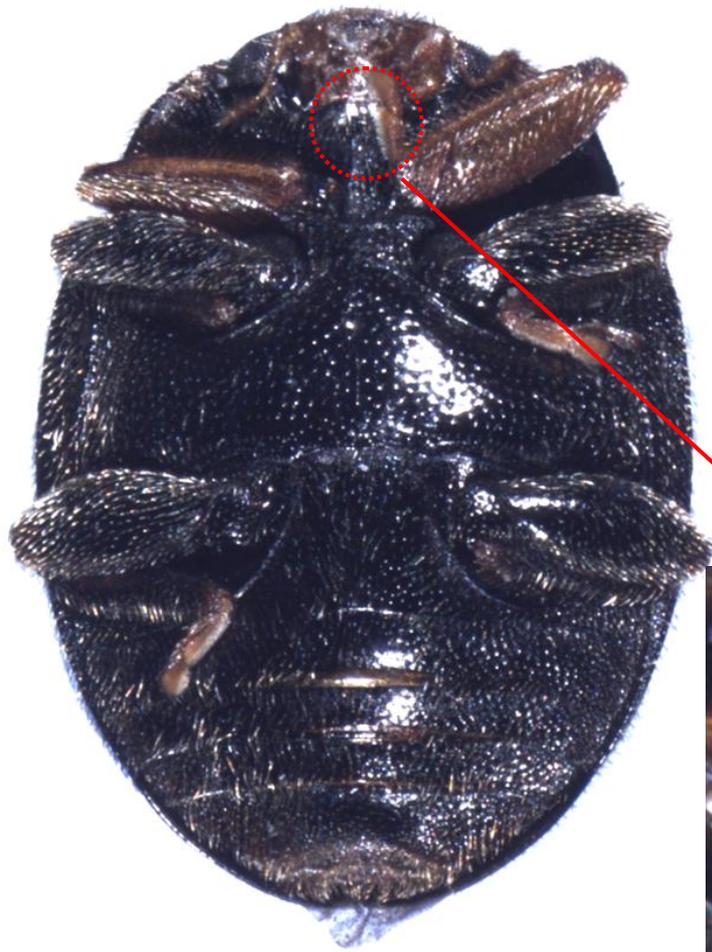
Figure 86- *Nephus (Nephus) quadrimaculatus* (originale)

***Scymnus (Scymnus) apetzi* Mulsant, 1846**

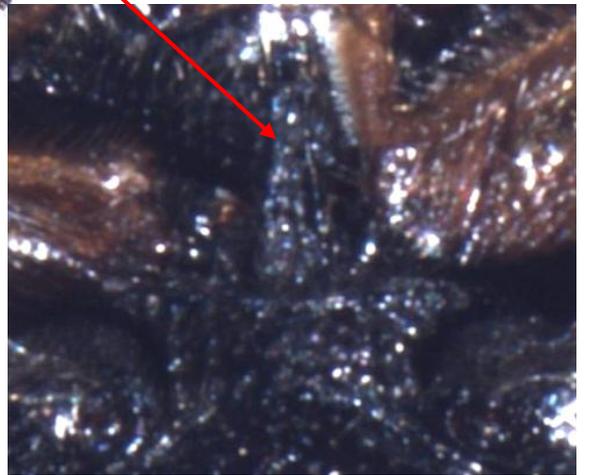
Corps ovale, pronotum noir, élytres noirs avec poils légers et courts d'un aspect poussiéreux, présence d'une tache rouge orangé non étendu sur chaque élytre (Fig.87 a). La ligne fémorale est incomplète, Prosternum avec carène formant un « V up side » c'est-à-dire un V à l'envers (Fig 87b).

1mm





0.2 mm



B

Prosternum caréné



Figure 87- *Scymnus (Scymnus) apetzi*, A : face dorsale, B : face ventrale ; C : édéage, D : tegmen de vue, E : tegmen de profil (originale)

Scymnus (Scymnus) interruptus (Goeze, 1777)

Coccinelle avec un corps noir poilu, taches rouge de forme triangulaire à l'avant de chaque élytre touchant le bord des élytres (elle peut être plus étendue ou absente). La tête et les bordures du pronotum du mâle sont de couleur rouge tandis que chez la femelle la tête et le pronotum sont de couleurs noirs.

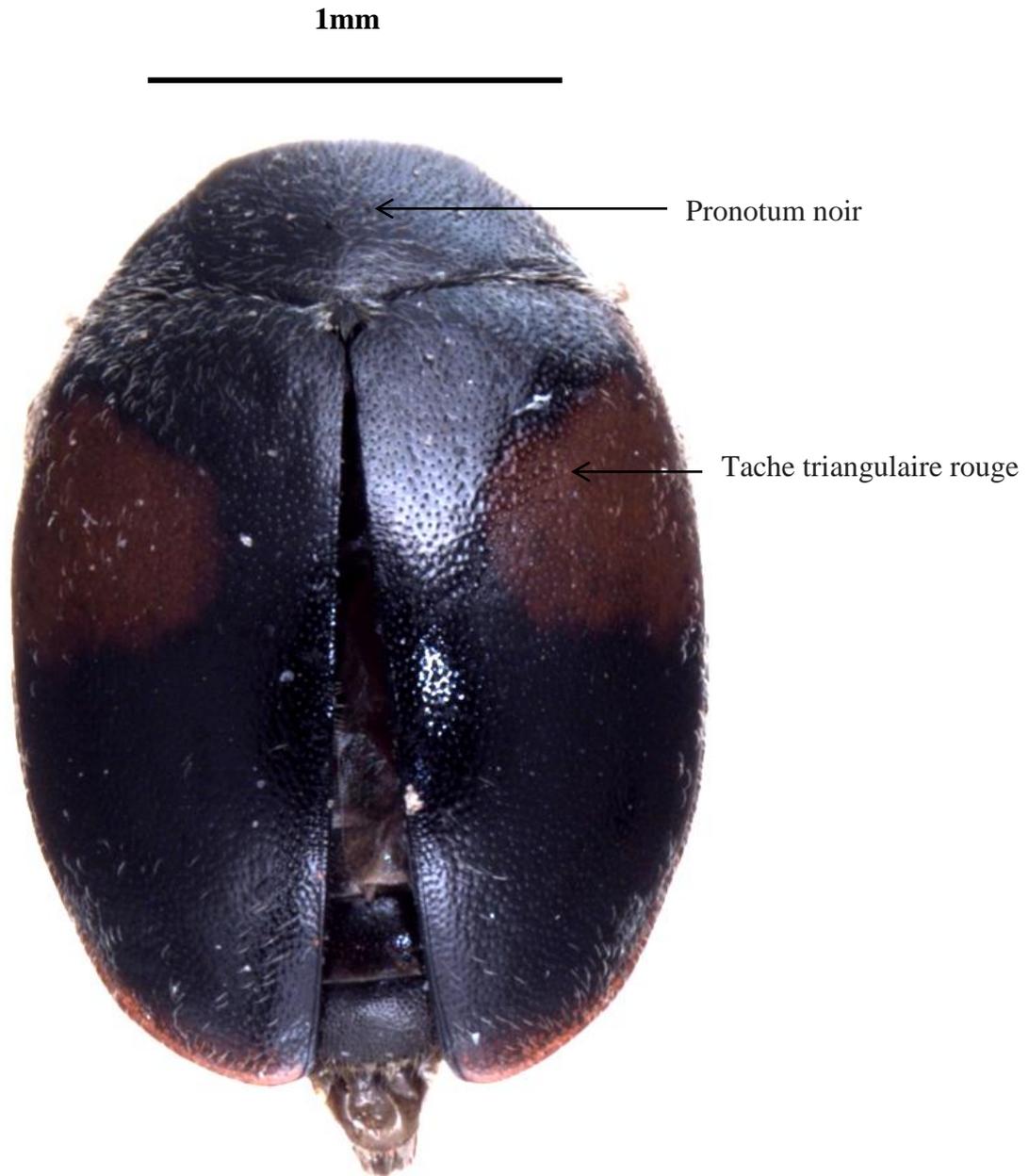
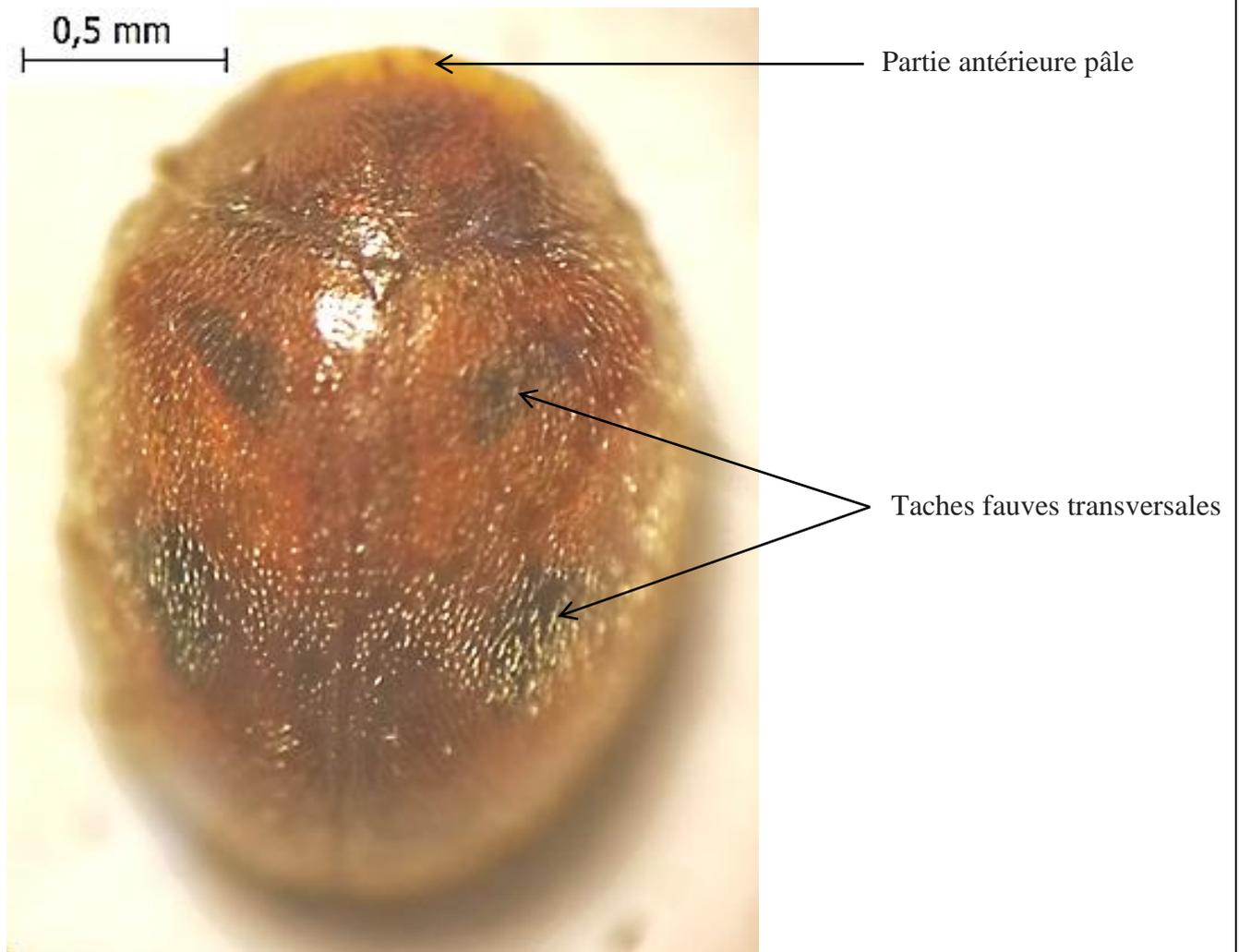


Figure 88- *Scymnus (Scymnus) interruptus* (originale)

***Scymnus (Pullus) subvillosus* (Goeze, 1777)**

Cette espèce est connue sous différents formes. Ici, nous avons un corps largement ovale avec des élytres brun doré, chacun avec deux taches fauves transversales, situées l'une après l'autre. Pilosité élytrale peu dense. Angles antérieurs pronotum pâles, Antennes roux. La coloration entre dans la variabilité de cette espèce. Cette coccinelle se présente sous sa forme chromatique typique (taille, forme, pilosité et ponctuation).



A

Scymnus subvillosus (syn. *S. syriacus*)

Pas de certitude possible sur l'espèce. L'adulte évoque certaines formes de *S. (Pullus) subvillosus*, les petits détails sur la face ventrale tels que la ligne fémorale abdominale complète sous la dernière patte (arc) et les carènes prothoraciques sont nettement apparentes, nous confirment qu'on est dans le sous genre : *Pullus* (Fig 89b)

1mm



B



C

L'identification au sein de ce groupe est très délicate. Les critères d'identification de la face ventrale sont parfois indispensables pour éviter toute confusion. Il est possible qu'à l'avenir de nouvelles études génétiques ou morphologiques puissent venir encore modifier la taxonomie de ce groupe.

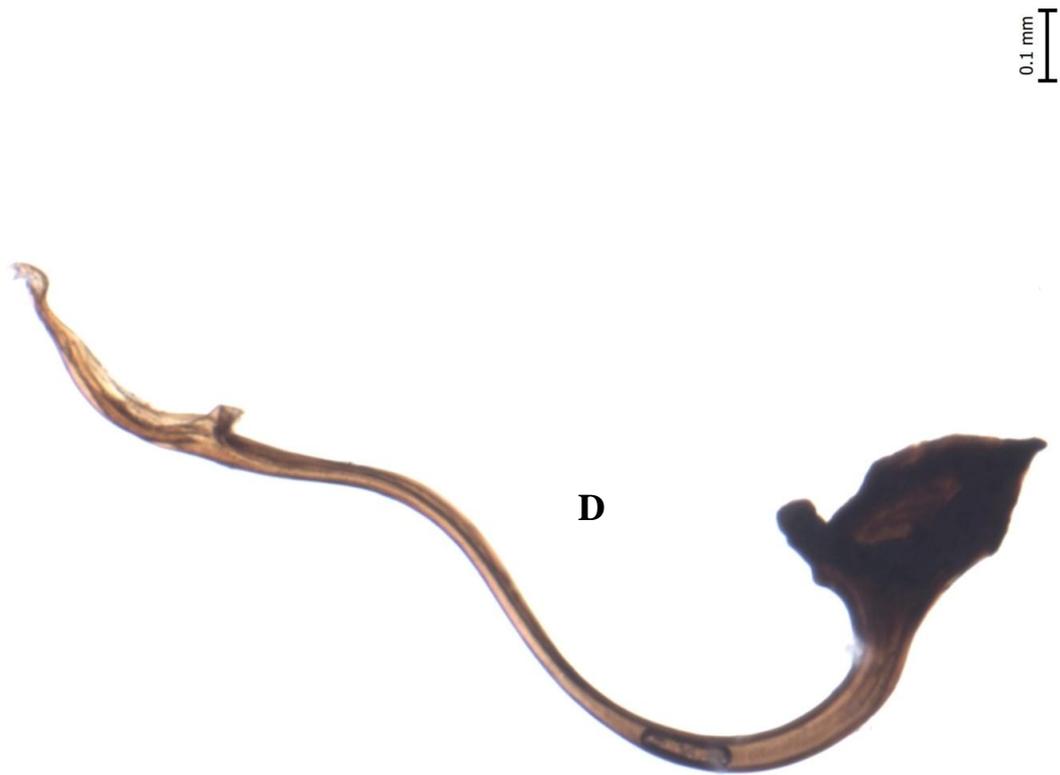


Figure 89– *Scymnus (Pullus) subvillosus* (A-B) : face ventrale, C : face dorsale, D : édéage, E : tegmen de vue (originale)

***Stethorus pussilus* (Herbst, 1797) (syn. *S. punctillum* (Weise, 1891))**

Corps presque hémisphérique, Pronotum et élytres noires, avec des poils dirigés droits vers l'arrière dans la partie postérieure de l'élytre. Les antennes, le tibia et le tarse sont généralement jaune ou brun.

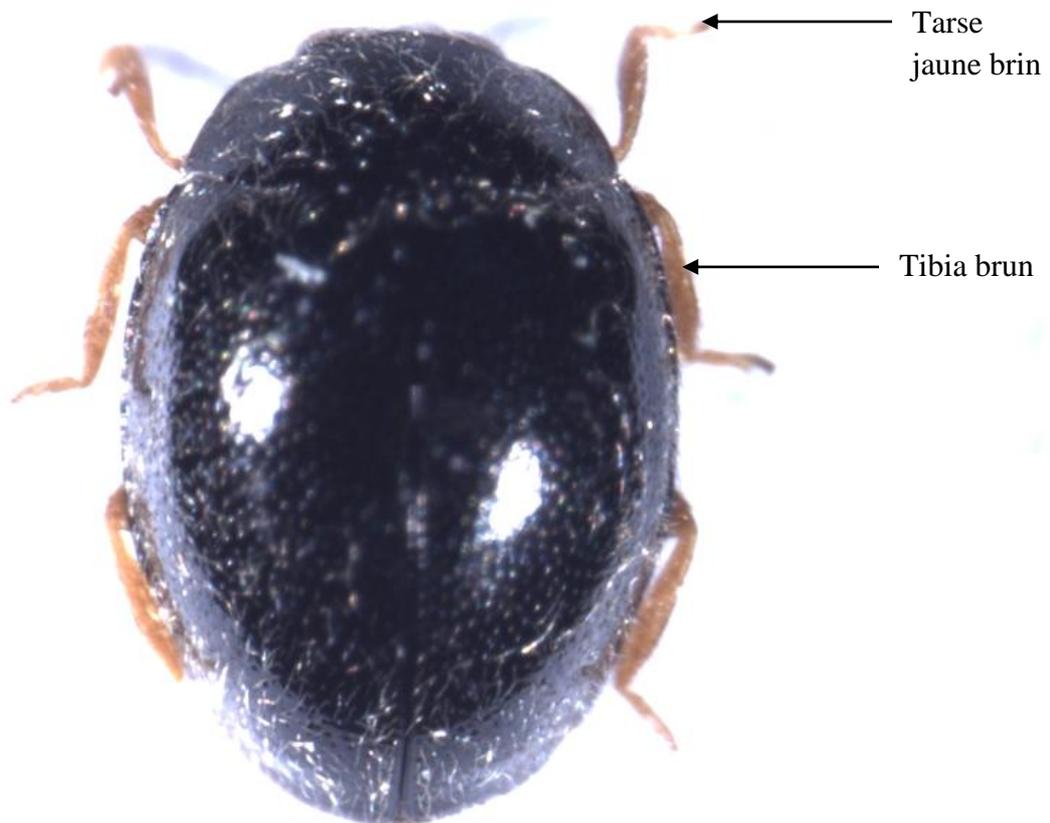


Figure 90- *Stethorus pussilus* (originale)

Annexes

Tableau 1 Annexe - Dénombrement des colonies de pucerons aptères installés sur les feuilles de poirier

		<i>Aph.f</i>	<i>Myz.p</i>	<i>Aph.cr</i>	<i>Dys.p</i>	<i>Hype.la</i>	
2017	mars-01	0	0	0	0	0	
	mars-02	0	0	0	0	0	
	avr-01	0	13	0	0	0	
	avr-02	28	22	0	0	0	
	mai-01	21	11	0	1	0	
	mai-02	0	9	0	9	0	
	juin-01	0	0	0	0	6	
	juin-02	0	0	0	0	0	
	juil-01	0	0	0	0	0	
	juil-02	0	0	0	0	0	
	aout1	0	0	0	0	0	
	aout2	0	0	0	0	0	
	sept-01	0	0	0	0	0	
	sept-02	0	0	0	0	0	
	oct-01	0	0	0	0	0	
	oct-02	0	0	0	0	0	
	nov-01	33	0	0	0	0	
	nov-02	22	0	0	0	0	
	dec-01	19	32	3	0	0	
dec-02	21	17	0	0	0		
2018	mars-01	0	0	0	0	0	
	mars-02	0	0	0	0	0	
	avr-01	0	0	0	0	0	
	avr-02	0	0	0	0	0	
	mai-01	32	0	0	15	8	
	mai-02	42	0	0	9	1	
	juin-01	0	15	0	13	9	
	juin-02	0	12	0	6	0	
	total 2017	144	104	3	10	6	267

Tableau 2 Annexe - Dénombrement des colonies de pucerons aptères installés sur les feuilles de pêcher

Année		<i>Aph.f</i>	<i>Myz.p</i>	<i>Aph.cr</i>	<i>Aph.go</i>	<i>Rho.pa</i>	<i>brac</i>	<i>Dys.p</i>	<i>Hype.la</i>	
2017	mars-01	0	0	0	0	0	0	0	0	
	mars-02	0	14	0	0	0	0	0	0	
	avr-01	89	58	0	0	0	0	0	0	
	avr-02	35	35	0	0	0	0	0	0	
	mai-01	35	79	0	0	0	0	0	15	
	mai-02	6	25	0	0	0	0	0	18	
	juin-01	0	0	0	15	0	0	0	22	
	juin-02	9	0	0	31	0	0	0	0	
	juil-01	0	0	0	0	0	0	0	0	
	juil-02	0	22	0	0	0	0	0	0	
	aout1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	aout2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	sept-01	0	0	0	0	0	0	0	0	
	sept-02	0	67	0	0	0	0	0	0	
	oct-01	0	0	0	0	0	0	0	0	
	oct-02	33	0	0	0	0	0	0	0	
	nov-01	19	18	8	0	0	0	0	0	
	nov-02	42	15	7	0	0	0	0	0	
dec-01	41	33	11	19	0	0	0	0		
dec-02	11	12	0	34	0	0	0	0		
2018	mars-01	0	0	0	0	0	0	0	0	
	mars-02	0	9	0	0	0	0	0	0	
	avr-01	13	0	0	0	0	0	0	0	
	avr-02	26	32	0	0	0	0	0	0	
	mai-01	19	34	0	0	0	0	0	14	
	mai-02	0	56	0	0	0	0	0	17	
	juin-01	0	0	11	0	0	0	0	18	
	juin-02	0	0	21	0	0	0	0	10	
total 2017	320	378	26	99	0	0	0	55	878	
Total 2018	58	131	32	0	0	0	0	59	280	

Tableau 3 Annexe - Dénombrement des colonies de pucerons aptères installés sur le blé dur

		<i>Aph.f</i>	<i>Rho.pa</i>	
2017	mars-01	0	0	
	mars-02	0	0	
	avr-01	33	0	
	avr-02	12	0	
	mai-01	4	6	
	mai-02	18	42	
	juin-01	0	12	
	juin-02	0	28	
	juil-01	0	13	
	juil-02	0	0	
	aout1	0	0	
	aout2	0	0	
	sept-01	0	11	
	sept-02	21	0	
	oct-01	12	0	
	oct-02	41	0	
	nov-01	11	0	
	nov-02	8	0	
	dec-01	34	0	
	dec-02	12	0	
2018	mars-01	0	0	
	mars-02	0	0	
	avr-01	0	0	
	avr-02	0	21	
	mai-01	0	7	
	mai-02	0	28	
	juin-01	11	14	
	juin-02	9	7	
Total 2017	206	112	318	
Total 2018	20	77	97	

Tableau 4 Annexe - Dénombrement pucerons aptères trouvés sur feuilles dans la région de Mouzaia, BLIDA

nombre total d'aphides	2017	2018	total /cult
pêcher	878	280	1158
Poirier	276	162	438
Blé	318	97	415
Total/an	1472	539	2011

Tableau 5 Annexe – Codes attribués aux espèces prédatrices pour l’AFC de 2017 dans la région de Blida (Mouzaia)

Espèces	Code	pêcher	poirier	Blé dur
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	001	1	0	0
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	002	1	1	1
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	003	1	1	1
<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	004	1	0	0
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	005	0	0	1
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	006	1	1	1
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	007	1	1	1
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	008	1	1	1
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	009	1	0	1
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	010	1	1	1

Tableau 6 Annexe – Résultats de la contribution des axes 1 et 2 (AFC 2017)

Contributions (colonnes) 2017 :

	Poids (relatif)	F1	F2
pêcher	0,417	0,273	0,310
poirier	0,292	0,041	0,667
blé	0,292	0,686	0,023

Tableau 7 Annexe – Codes attribués aux espèces prédatrices pour l’AFC de 2018 dans la région de Blida (Mouzaia)

Espèces	Code	pêcher	poirier	Blé dur
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	001	1	0	0
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	002	1	1	1
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	003	1	1	1
<i>Hyperaspis marmottani</i> (Fairmaire, 1868)	004	1	0	0
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	005	0	0	1
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	006	1	1	1
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	007	1	1	1
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	008	1	1	1
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	009	1	0	1
<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)	010	1	1	1

Tableau 8 Annexe – Résultats de la contribution des axes 1 et 2 (AFC 2018)

Contributions (colonnes) 2018:

	Poids (relatif)	F1	F2
pêcher	0,391	0,589	0,020
poirier	0,261	0,071	0,669
blé	0,348	0,341	0,311

Tableau 9 Annexe – Résultats de l’analyse de la variance « Anova »

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	120,6889	2	60,34444	0,881322	0,418169	3,109311
Columns	833,4889	2	416,7444	6,086493	0,003447	3,109311
Interaction	518,8444	4	129,7111	1,894412	0,119346	2,484441
Within	5546,1	81	68,47037			
Total	7019,122	89				

	Dates	Températures			Mortalité	Ponte de 10 f	W non viables	Larves	Pupes
		min	max	moy					
Octobre	19/10/2018	16,62	23,81	19,72	0	17	9	8	5
	20/10/2018	17,54	25,85	21,2	0	17	8	9	3
	21/10/2018	17,65	26,24	21,3	0	21	14	7	3
	22/10/2018	18,01	22,85	19,91	0	19	14	5	1
	23/10/2018	16,83	20,72	18,45	0	15	11	4	2
	24/10/2018	16,04	21,34	18,33	2	10	5	5	1
	25/10/2018	14,15	23,63	18,36	0	13	10	3	0
	26/10/2018	15,16	25,24	19,59	0	16	12	4	1
	27/10/2018	17,01	22,6	19,24	0	14	12	2	0
	28/10/2018	12,38	19,2	16,42	3	4	4	0	0
Novembre	29/10/2018	9,97	14,63	12,77	0	0	0	0	0
	30/10/2018	12,11	18,89	15,11	0	2	2	0	0
	31/10/2018	11,82	17,34	14,24	0	0	0	0	0
	01/11/2018	12,26	17,92	14,77	0	0	0	0	0
	02/11/2018	13,35	17,5	15,09	0	0	0	0	0
	03/11/2018	13,54	16,27	14,74	4	0	0	0	0
	04/11/2018	12,7	17,85	14,67	0	0	0	0	0
	05/11/2018	11,86	21,83	16,05	0	5	4	1	0
	06/11/2018	11,84	17,9	14,55	0	0	0	0	0
	07/11/2018	11,21	19,8	14,98	0	0	0	0	0
	08/11/2018	11,76	22,02	16,37	0	8	6	2	0
	09/11/2018	12,43	16,49	14,22	0	0	0	0	0
	10/11/2018	12,24	17,13	14,4	0	0	0	0	0
	11/11/2018	12,53	21,27	16,34	0	4	4	0	0
	12/11/2018	13,34	22,4	16,8	0	5	4	1	0
13/11/2018	14,41	19,1	16,38	0	0	0	0	0	
14/11/2018	14,73	20,2	16,84	0	3	3	0	0	
	15/11/2018	15,32	18,71	16,29	0	0	0	0	0
	16/11/2018	14,58	19,51	16,43	0	0	0	0	0
	17/11/2018	13,91	17,56	15,06	0	0	0	0	0
						173	122	51	16

Tableau 10 Annexe – Effet de la température sur développement et la survie de *Harmonia axyridis* en période automnale

Evaluation de la diversité des prédateurs naturels des pucerons, en particulier les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) des différentes cultures dans les régions Alger et Blida

Résumé :

La présente étude est effectuée sur la diversité des prédateurs naturels des aphides, avec une intention particulière donnée aux coccinelles, sur les plantes ornementales à l'ENSA d'El Harrach, et dans une zone agricole à Blida pendant deux années 2017 et 2018.

Huit '8' espèces aphidiennes inventoriées dans la région d'Alger. Sur 7 familles des plantes hôtes, il ressort que *Aphis fabae* est l'espèce la plus fréquente, et la plus attirée qui exploite le plus grand nombre de plantes hôtes. La famille des Pittosporaceae est la plus représentée en espèces de pucerons (*Aphis fabae*, *Aphis spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* et *Toxoptera aurantii*). Les haies de bordures des chemins de l'ENSA constituent d'importants lieux de refuge pour nombreuses espèces utiles de la faune prédatrice, plus de 15 espèces d'ennemis naturels de pucerons sont présentes repartis sur 3 familles, ce sont les Coccinellidae, les Syrphidae, et les Chrysopidae. La première famille est prédominante avec 13 espèces, au sein de la famille des Coccinellidae, le groupe aphidiphages constitue le groupe le plus important (63,64%). La coccinelle *Oenopia conglobata* est enregistrée pour la première fois en Algérie.

Dix espèces aphidiennes de la région de Blida (Mouzaia), les espèces *Aphis craccivora*, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, se retrouvent à la fois dans les deux vergers (poirier et pêcher), *Rhopalosiphum padi* une espèce caractéristique des céréales. La majorité des espèces présentent des courbes de type bimodal. Pour ce qui est des prédateurs naturels, 11 espèces appartenant à 3 familles : *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Hyperaspis marmottani*, *Melanostoma mellinum*, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, et *Chrysoperla carnea*. La coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* est enregistrée pour la première fois en Algérie. La durée moyenne de développement de *Harmonia axyridis* en conditions climatiques extérieures dans la région d'El Harrach est $40,31 \pm 1,6$ jour, cette coccinelle préfère les journées courtes, les nuits fraîches, les rayonnements du soleil en l'absence du vent.

Mots clés : plantes ornementales, vergers, pucerons, prédateurs naturels, Coccinellidae, *Oenopia conglobata*, *Harmonia axyridis*.

Assessment of the diversity of natural predators of aphids, in particular ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of different crops in the regions of Algiers and Blida

Abstract:

The present study is carried out on the diversity of natural predators of aphids, with special attention given to ladybirds, on ornamental plants at the ENSA of El Harrach, and in an agricultural area in Blida during two years 2017 and 2018.

Eight '8' aphid species inventoried in the region of Algiers. Out of 7 families of host plants, it appears that *Aphis fabae* is the most frequent species, and the most attracted, which exploits the largest number of host plants. The Pittosporaceae family is the most represented in aphid species (*Aphis fabae*, *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* and *Toxoptera aurantii*). The hedgerows along the paths of ENSA are important places of refuge for many useful species of predatory fauna; more than 15 species of natural enemies of aphids are present, divided into 3 families: Coccinellidae, Syrphidae, and Chrysopidae. The first family is predominant with 13 species, within the Coccinellidae family; the aphid group is the largest group (63.64%). The ladybird *Oenopia conglobata* is recorded for the first time in Algeria.

Ten "10" aphid species from the Blida region (Mouzaia), *Aphis craccivora*, *Dysaphis pyri*, *Myzus persicae*, *Hyperomyzus lactucae*, are found in both orchards (pear and peach), *Rhopalosiphum padi* a characteristic species of cereals. The majority of the species have bimodal type curves. As for natural predators, 11 species belonging to 3 families: *Adalia bipunctata*, *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Hyperaspis marmottani*, *Melanostoma mellinum*, *Scaeva pyrastris*, *Eupeodes luniger*, *Eristalis tenax*, *Episyrphus balteatus*, and *Chrysoperla carnea*. The Asian ladybird *Harmonia axyridis* is recorded for the first time in Algeria. The average length of development of *Harmonia axyridis* in outdoor climatic conditions in the El Harrach region is 40.31 ± 1.6 days; this ladybird prefers short days, cool nights, and sunlight in the absence of wind.

Keywords: ornamental plants, orchards, aphids, natural predators, Coccinellidae, *Oenopia conglobata*, *Harmonia axyridis*.

تقييم تنوع الحيوانات المفترسة الطبيعية لحشرات المن ، ولا سيما الخنافس (Coleoptera: Coccinellidae) للمحاصيل المختلفة في منطقتي الجزائر والبلدية

ملخص:

أجريت هذه الدراسة على تنوع الحيوانات المفترسة الطبيعية لحشرات المن ، مع التركيز بشكل خاص على الخنافس ، ونباتات الزينة في ENSA في الحراش ، وفي منطقة زراعية في البلدية لمدة عامين 2017 و 2018.

جرد ثمانية أنواع من المن في منطقة الجزائر. من أصل 7 عائلات نباتات مضيضة ، يتبين أن *Aphis fabae* هي الأنواع الأكثر شيوعاً والأكثر جذباً ، والتي تستغل أكبر عدد من النباتات المضيضة. عائلة *Pittosporaceae* هي الأكثر تمثيلاً في أنواع المن (*Aphis fabae* و *Aphis spiraeicola* و *Myzus persicae* و *Aphis craccivora* و *Toxoptera aurantii*). تشكل تحوطات حواف مسارات ENSA أماكن ملجأ مهمة للعديد من الأنواع المفيدة من الحيوانات المفترسة ، يوجد أكثر من 15 نوعاً من الأعداء الطبيعيين للمن على 3 عائلات ، هذه هي العصعص ، العصافير. والكرزيبيد. الأسرة الأولى سائدة بـ 13 نوعاً ، ضمن عائلة *Coccinellidae* ، تشكل مجموعة *aphidiphages* المجموعة الأكبر (63.64%). تم تسجيل الدعسوقة *Oenopia conglobata* لأول مرة في الجزائر.

تم العثور على عشرة أنواع من المن من منطقة البلدية (Mouzaia) ، الأنواع *Aphis craccivora* ، *Dysaphis pyri* ، *Myzus persicae* ، *Hyperomyzus lactucae* ، في نفس الوقت في بستانيين (الكمثرى والخوخ) ، *Rhopalosiphum padi* نوع مميز من الحبوب. تظهر غالبية الأنواع منحنيات من النوع الثنائي. فيما يتعلق بالحيوانات المفترسة الطبيعية ، هناك 11 نوعاً تنتمي إلى 3 عائلات: *Adalia bipunctata* و *Coccinella septempunctata* و *Hippodamia variegata* و *Hyperaspis marmottani* و *Melanostoma mellinum* و *Scaeva pyrastris* و *Eupeodes luniger* و *Eristalis tenax* و *Chrysoperla carnea* و *Episyrphus balteatus*. تم تسجيل الدعسوقة الآسيوية *Harmonia axyridis* لأول مرة في الجزائر. متوسط وقت تطور *Harmonia axyridis* في الظروف المناخية الخارجية في منطقة الحراش هو 40.31 ± 1.6 يوماً ، وتفضل هذه الخنفساء أياماً قصيرة ولياليًا باردة وضوء الشمس في غياب الرياح .

الكلمات الرئيسية : نباتات الزينة ، البساتين ، المن ، المفترسات الطبيعية ، دعسوقيات *Harmonia axyridis*, *Oenopia conglobata*