



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش – الجزائر –

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie – EL- Harrach Alger



Thèse

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

Spécialité : Protection des Végétaux

Biodiversité de l'entomofaune de la tomate: les principaux bioagresseurs dans la région de Mitidja

Présentée par : **Fatiha DJEBARA**

Jury :

Président :	Mme SELLAMI S.	Professeur (ENSA - Alger)
Directeur de thèse :	M. BENZEHRA A.	Professeur (ENSA - Alger)
Examineurs	M. MIMECHE F.	Professeur (Univ. Msila)
	Mme CHAHBAR N.	Professeur (Univ. Boumerdes)
Invité	M. SAHRAOUI L.	Docteur (ENSA-Alger)

2021-2022

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma mère qui n'a jamais cessé de croire en mes capacités, à ma volonté de réussir. Ce travail sera un des fruits de son dur labeur. Que dieu te préserve et te garde pour nous tous.

Je dédie aussi ce travail à mes frères et mes sœurs, dont la diligence et les études sont notre priorité dans la vie.

Et enfin, je dédie ce travail à la personne qui m'a marqué, qui m'a faite telle que je suis aujourd'hui. Sa plus grande fierté était notre réussite. Ce modeste travail devait être illuminé par son regard, son sourire et sa présence. Ma joie et mon bonheur seront différents certes mais ils seront au rendez-vous rien que pour sa mémoire. Sa présence dans mon cœur ne s'estompera jamais et la flamme qu'il a su allumer dans mon cœur me guidera pour la vie vers plus de réussites.

A mon Père

Remerciements

Dans le cadre du couronnement des années de travaux de recherche pour la préparation et l'élaboration de cette thèse de Doctorat. Je tiens à remercier l'ensemble de mon entourage professionnel, scientifique, administratif et familial pour m'avoir soutenu tout au long des ces années de travail.

Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à:

*Monsieur **BENZEHRA Abdelmadjid**, Professeur à l'ENSA, directeur de thèse, pour sa sérénité et ses encouragements fructueux, qu'ils soient moraux ou matériels à travers son dévouement, ses orientations scientifiques, sa disponibilité et son sérieux.*

*Madame **SELLAMI Samira**, Professeur à l'ENSA, président du jury, pour avoir accepté de présider le jury de ma soutenance. En soulignant qu'elle reste toujours à l'écoute des étudiants, une qualité majeure dont j'ai bénéficié.*

*Madame **CHAHBAR Nora**, Professeur à l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, examinatrice, pour avoir accepté d'examiner mon travail, ainsi que pour tous ses judicieux conseils et encouragements.*

*Monsieur **MIMECHE Fateh**, Professeur à l'université de M'sila, examinateur, pour avoir accepté d'examiner mon travail, aussi pour son aide par ses conseils et ses encouragements.*

*Ma gratitude et mes remerciements sont adressés à Monsieur **SAHARAOUI Lounes**, Docteur en sciences agronomiques, que je dois remercier pour ses orientations, son aide et ses encouragements ciblés.*

Des remerciements très sincères et ma gratitude s'adressent à mes parents, qui ont toujours été à mes côtés par leurs encouragements et leur confiance en mes capacités dans les moments les plus difficiles. J'avoue que mes chers parents ont fait preuve d'une grande sagesse dont je voudrais hériter. Mes sincères remerciements à toute ma famille.

Titre : Biodiversité de l'entomofaune de la tomate: les principaux bioagresseurs dans la région de Mitidja.

Résumé : L'étude a été menée sur l'entomofaune associée de la tomate sous abri plastique dans deux sites situés à Zéralda (Sahel occidental) et à Boudouaou El Bahri (Sahel oriental) au cours de l'année 2015 et 2016. Les données de ce présent travail nous ont permis de mettre en évidence une diversité entomologique composée de 111 taxons répartis dans 9 ordres, 51 familles et 115 genres. La station de Boudouaou El Bahri est qualitativement la plus riche avec 86 espèces, celle de Zéralda abrite 82 taxons. L'ordre des Hyménoptère prédomine dans les deux stations avec 33,50 % à Zéralda et 37,80 % à Boudouaou El Bahri de l'effectif total, suivi par celui des Diptères avec respectivement 16,25% et de 21,75 % de l'entomofaune inventoriée dans ces deux derniers sites. Les Coléoptères arrivent en 3^{ème} position avec 15,85%, suivis des Homoptères et Hémiptères. Enfin, les autres ordres en l'occurrence, les Lépidoptères, les Thysanoptères, et les Névroptère sont faiblement représentés

Parmi, les espèces les plus redoutables nous citerons : les Aphides avec des espèces *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* et *Aulacorthum solani*. L'Aleurode *Bemisia tabaci* marque une activité très intense dans la serre de tomate en raison des conditions climatiques très favorables en cette période à Boudouaou El Bahri. De même, *Tuta absoluta* considérée aussi comme ravageur majeure a été recensée avec des effectifs importants. Concernant, les noctuelles : cinq espèces ont été également capturées ; il s'agit des espèces : *Autographa gamma*, *Agrotis segetum*, *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera*, et *Lacanobia oleracea*. Les thrips figurent également parmi les principaux bioagresseurs de la tomate et sont omniprésents avec deux espèces : *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci* représentée respectivement avec 15,90% et 36,65% de l'effectif total .

L'évolution spatio-temporelle des populations des différentes espèces dans les deux sites d'étude a montré que les espèces les plus menaçantes répertoriées dans ce présent travail sont à leur optimum en été et dépend des conditions climatiques, cet aspect mérite d'être approfondi durant le cycle végétatif de la tomate en tenant compte de ces paramètres.

L'analyse des données a également révélé la présence d'un important complexe parasites- prédateurs. Cette entomofaune utile est constituée d'une diversité d'espèces d'auxiliaires et joue un rôle dans la régulation des populations des bioagresseurs de la tomate et peut assurer ainsi un équilibre biologique dans les deux stations.

Il est important de souligner également que le complexe parasite-prédateur des principaux ravageurs de la tomate marque une forte présence dans les deux zones. Il est représenté par 37,96% de l'effectif total de l'entomofaune répertoriée. Parmi, les parasites nous citerons : les Aphidiphages : *Aphedrus sp* et *Aphidius ervi*, l'Aleurodiphage *Encarcia formosa* endoparasite de *Bemisia tabaci*. Enfin, l'eulophidae : *Neochrysocharis sp* est considéré comme le principal parasite de *Tuta absoluta* dans les deux stations d'étude. Ces auxiliaires trouvent une importante biomasse de nourriture constituée de 62,04% d'espèces d'insectes en majorité des phytophages.

Par ailleurs, pas moins de 16 espèces de prédateurs réparties dans cinq ordres et cinq familles ont été répertoriées. La famille des coccinellidae prédomine avec six espèces et regroupe deux aphidiphages: *Coccinella septempunctata* et *Scymnus interruptus*. Ces deux prédateurs bénéficient d'une importante biomasse de nourriture composée de 11 espèces de pucerons ; les coccidiphages sont représentés avec deux taxons: *Chilocoris bipunctatus* et *Rhyzobius lophantae*. Les aleurodes sont attaqués par deux autres coccinelles en l'occurrence, *Clitostethus arcuatus* et *Stethorus punctillum*. La famille des Syrphidae utilisent les pucerons comme nourriture essentielle, il s'agit des espèces *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corolae*, *Allographa obliqua* et *Sphaerophoria scripta*.

Enfin, ces résultats montrent l'importance et l'intérêt de développer la lutte biologique à l'égard des espèces les plus redoutables de la tomate dans une stratégie de lutte intégrée.

Mots clés : Entomofaune, tomate , Zéralda , Boudouaou El Bahri , diversité, fluctuations , parasites , prédateurs

Title : Biodiversity of tomato entomofauna: the main bioaggressors in the Mitidja region.

Summary : The study was conducted on the entomofauna associated with tomato under plastic cover in two sites located in Zéralda (Western Sahel) and Boudouaou El Bahri (Eastern Sahel) during the year 2015 and 2016. The data of this present work allowed us to highlight an entomological diversity composed of 111 taxa repartitioned in 9 orders, 51 families and 115 genera. The station of Boudouaou El Bahri is qualitatively the richest with 86 species, that of Zéralda contains 82 taxa. The order of Hymenoptera predominates in both stations with 33.50% in Zéralda and 37.80% in Boudouaou El Bahri of the total number of species, followed by that of Diptera with respectively 16.25% and 21.75% of the entomofauna inventoried in these two sites. The Coleoptera come in 3rd position with 15.85%, followed by Homoptera and Hemiptera. Finally, the other orders in this case, Lepidoptera, Thysanoptera, and Neptroptera are poorly represented.

Among the most dangerous species we will mention: Aphids with species *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* and *Aulacorthum solani*. The Aleurode *Bemisia tabaci* marked a very intense activity in the tomato greenhouse due to the very favorable climatic conditions in this period in Boudouaou El Bahri. Similarly, *Tuta absoluta* considered also as a major pest was counted with important numbers. Concerning noctuid moths: five species were also captured; these are: *Autographa gamma*, *Agrotis segetum*, *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera*, and *Lacanobia oleracea*. Thrips are also among the main pests of tomato and are ubiquitous with two species: *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* represented respectively with 15.90% and 36.65% of the total number.

The spatio-temporal evolution of the populations of the different species in the two study sites showed that the most threatening species listed in this work are at their optimum in summer and depends on climatic conditions, this aspect deserves to be further studied during the vegetative cycle of tomato taking into account these parameters.

The analysis of the data also revealed the presence of an important parasite-predator complex. This useful entomofauna is made up of a diversity of species of auxiliaries and plays a role in the regulation of tomato pest populations and can thus ensure a biological equilibrium in the two stations.

It is also important to underline that the parasite-predator complex of the main tomato pests marks a strong presence in both areas. It is represented by 37.96% of the total number of entomofauna listed. Among the parasites we can mention: the Aphidiphagous: *Aphedrus sp* and *Aphidius ervi*, the Aleurodiphagous: *Encarcia formosa* endoparasite of *Bemisia tabaci*. Finally, the eulophidae: *Neochrysocharis sp* is considered as the main parasite of *Tuta absoluta* in the two study stations. These beneficials find an important biomass of food made up of 62.04% of insect species, mostly phytophagous.

In addition, no less than 16 species of predators in five orders and five families were recorded. The family Coccinellidae predominates with six species and includes two aphidiphagous: *Coccinella septempunctata* and *Scymnus interruptus*. These two predators benefit from an important food biomass composed of 11 species of aphids; the coccidiphagous are represented with two taxa: *Chilocoris bipunctatus* and *Rhyzobius lophantae*. Aleurodes are attacked by two other ladybugs: *Clitostethus arcuatus* and *Stethorus punctillum*. The Syrphidae family uses aphids as an essential food, it is the species *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corolae*, *Allographa obliqua* and *Sphaerophoria scripta*.

Finally, these results show the importance and the interest to develop biological control of the most dreaded species of tomato in an integrated pest management strategy.

Keywords: Entomofauna, tomato, Zéralda, Boudouaou El Bahri, diversity, fluctuations, parasites, predators

التنوع البيولوجي في حشرات الطماطم: المتعديات الحيوية الرئيسية في منطقة المتيجة.

ملخص: أجريت الدراسة على الحيوانات الحشرية المرتبطة بالطماطم في بيت بلاستيكي بموقعين ، الأول، بمنطقة زرادة (الساحل الغربي) والثاني، بمنطقة بودواو البحري (شرق الساحل) خلال عامي 2015 و 2016. سمحت بيانات هذا العمل، بتسليط الضوء على تنوع حشري، يتكون من 111 تصنيفاً موزعة فعلى 9 راتب و 51 فصيلة و115 جنساً. يسود ترتيب Hyménoptère (غشائيات الأجنحة) في المحطتين بنسبة 33.50% في زرادة و 37.80% في بودواو البحري من العدد الإجمالي، تليها Diptères (مزدوجات الأجنحة) بنسبة 16.25% ، و 21.75% من الحشرات التي تم جردها في هذين الموقعين الأخيرين. تأتي Les Coléoptères في المركز الثالث بنسبة 15.85% ، تليها متشابهات الأجنحة Homoptera و نصفيات الأجنحة Hemiptera ، أخيراً الرتب الأخرى بظهور حرشفيات الأجنحة Lepidoptera و هديبات الأجنحة Thysanoptera وتم تمثيل عرقيات الأجنحة Neuroptera بشكل ضعيف.

من بين أكثر الأنواع خطراً سنذكر: حشرات المن مع الأنواع *Macrosiphum euphorbiae* و *Myzus persicae* و *Aphis gossypii* و *Aulacorthum solani* . تيمثل الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* نشاطاً مكثفاً للغاية في دفيئة الطماطم بسبب الظروف المناخية المواتية للغاية في هذا الوقت في منطقة بودواو البحري. كذلك، تم التعرف على حافرة الطماطم *Tuta absoluta*، التي تعتبر أيضاً من الآفات الرئيسية، وبأعداد كبيرة. بالنسبة للعث: تم أسر خمسة أنواع منها. وهذه هي الأنواع:

Autographa gamma, *Agrotis segetum*, *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera*, et *Lacanobia oleracea*. تعتبر تريسة thrips أيضاً من بين العوامل البيولوجية الرئيسية للطماطم، وهي موجودة في كل مكان بنوعين: *Frankliniella occidentalis* و *Thrips tabaci* بنسبة 15.90% و 36.65% على التوالي من العدد الإجمالي.

كما كشف تحليل البيانات أيضاً، عن وجود مجمع مهم للطفيليات المفترسة. تتكون هذه الحشرات المفيدة من مجموعة متنوعة من الأنواع المساعدة، التي تلعب دوراً في تنظيم تجمعات الكائنات الضارة للطماطم وبالتالي يمكنها ضمان توازن بيولوجي لها في المحطتين.

من المهم أيضاً التأكيد على أن مجمع الطفيليات المفترسة لآفات الطماطم الرئيسية، له وجود قوي في كلا المنطقتين. ويمكن تمثيلها 37.96% من إجمالي عدد الحشرات المدرجة. من بين الطفيليات سنذكر: *Aphidiphages: Aphedrus sp* و *Aphidius ervi*، *Alurodiphage Encarcia formosa* endoparasite of *Bemisia tabaci* أخيراً ، تعتبر *eulophidae: Neochrysocharis sp* الطفيل الرئيسي لـ *Tuta Absoluta* في محطتي الدراسة. تجد هذه المواد المساعدة كتلة حيوية غذائية مهمة تتكون من 62.04% من أنواع الحشرات، معظمها نباتية.

بالإضافة إلى ذلك، تم تقسيم ما لا يقل عن 16 نوعاً من الحيوانات المفترسة إلى خمسة رتب وخمس عائلات تم إدراجها بتسود عائلة *Coccinellidae* بستة أنواع، وتشمل اثنين من الأفيديات *Coccinella septempunctata* و *Scymnus interruptus* . يستفيد هذان المفترسان من كتلة حيوية غذائية كبيرة تتكون من 11 نوعاً من حشرات المن. يتم تمثيل العصعريات *coccidiphages* مع نوعين من الأصناف *Chilocoris bipunctatus* و *Rhyzobius lophantae*. وتتم مهاجمة الذباب الأبيض من قبل اثنين من *coccinelles* الأخرى في هذه الحالة وهما، *Stethorus punctillum* و *Clitostethus arcuatus* تستخدم عائلة السرفات أو الذباب الحوام *Syrphidae* ، حشرات المن كغذاء أساسي ، ومن هذه الأنواع *Episyrphus balteatus* و *Sphaerophoria scripta*. و *Allographa obliqua* و *Eupeodes corolae*.

أخيراً ، تظهر هذه النتائج أهمية الاهتمام بتطوير مكافحة البيولوجية لأنواع الطماطم الأكثر رعباً في استراتيجية مكافحة متكاملة.

الكلمات المفتاحية: الحشرات ، طماطم ، زرادة ، بودواو البحري ، تنوع ، تقلبات ، طفيليات

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

I. PLANTE HOTE : LA TOMATE LYCOPERSICUM ESCULENTUM

1. Taxonomie.....	4
2. Origine et historique.....	4
3. Importance de la tomate.....	4
3.1. Dans le monde.....	4
3.2. En Algérie.....	5
4. Biologie.....	5
4.1. Aspects botaniques.....	5
4.2. Phénologie de la tomate.....	6
4.3. Mode de production de la tomate.....	7
4.4. Classification selon le mode de croissance.....	7
4.4.1. Variétés à croissance indéterminée.....	7
4.4.2. Variétés à croissance déterminé.....	8
4.5. Classification de la tomate selon le mode de reproduction.....	8
4.5.1. Variétés fixées.....	8
4.5.2. Variétés hybrides.....	8
4.6. Valeur alimentaire.....	8
4.7. Exigences écologiques de la tomate.....	9
4.7.1. Exigences climatiques.....	9
4.7.1.1. Température.....	9
4.7.1.2. Lumière.....	9
4.7.1.3 Humidité.....	9
4.7.2. Exigences édaphique.....	9
4.7.2.1. Type du sol.....	9
4.7.2.2. PH de sol.....	9
4.7.2.3. La salinité.....	9
4.7.2.4. Besoins en éléments fertilisants.....	10
II. INSECTES RAVAGEURS DE LA TOMATE.....	10
1. Lépidoptère.....	10
1.1. Mineuse de la tomate : <i>Tuta absoluta</i>	10
1.1.1. Origine et aire de répartition.....	10
1.1.2. Critères d'identification	11
1.1.2.1. Genitalia mâle	12
1.1.3. Plantes hôtes	13
1.1.4. Symptômes et dégâts.....	14
1.2. <i>Autographa gamma</i>	15

1.3. <i>Agrotis segetum</i>	15
2. Homoptères.....	16
2.1. <i>Aphis gossypii</i> (Puceron du coton).....	16
2.2. <i>Myzus persicae</i> (Puceron vert du pêcher).....	17
2.3. <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Puceron de la pomme de terre).....	18
2.4. <i>Aulacorthum solani</i> (Puceron tacheté de la pomme de terre).....	19
2.5. <i>Bemisia tabaci</i> (mouche blanche, aleurode).....	20
3. Hémiptères.....	21
3.1. <i>Empoasca fabae</i> (Cicadelle de la pomme de terre).....	21
4. Diptères.....	22
4.1. <i>Liriomyza bryoniae</i> (mouche mineuse des feuilles de tomate).....	22
5. Thysanoptères.....	23
5.1. Thrips : <i>Frankliniella occidentalis</i> (Thrips californien).....	24

CHAPITRE II

DONNEES EXPERIMENTALES

I. METHODOLOGIE	26
1. Description des sites d'étude.....	26
1.1. Site de Boudouaou El Bahri.....	26
1.2. Site de Zéralda.....	28
2. Matériel expérimental.....	29
2.1. Pièges chromatiques (Plaquettes angulées jaunes).....	29
2.2. Pièges colorés (Bassines jaunes et noires)	30
2.3. Pièges à phéromones Delta.....	31
3. Inventaire de l'entomofaune.....	31
4. Périodes de vol des bios agresseurs.....	32
5. Récupération et tri des captures.....	32
6. Identification et montages des insectes.....	33
7. Indices écologiques	34
7.1. Qualité de l'échantillonnage.....	34
7.2. Richesse totale S.....	34
7.3. Abondance relative.....	34
7.4. Fréquence d'occurrence et constance.....	35
7.5. Indice de Shannon H'.....	35
7.6. Indice d'équitabilité E	35
7.7. Indice de Simpson_1-D.....	36
7.8. Indice de Hill.....	36
7.9. Indice d'Evenness.....	36
7.10. Indices de Margalef.....	37
7.11. Indices de Menhinick.....	37
7.12. Indice alpha de Fisher.....	37

7.13. Barycentre écologique (G).....	37
7.14. Amplitude d'habitat (AH).....	38
II.RESULTATS	39
1. Entomofaune associée à la tomate.....	39
1.1. Inventaire taxonomique	39
1.2. Répartition de l'entomofaune par ordre taxonomique.....	42
1.3. Répartition de l'entomofaune par famille taxonomique.....	43
1.4. Répartition de l'entomofaune par statut trophique.....	45
2. Qualité d'échantillonnage.....	47
3. Richesses spécifique et courbe de raréfaction.....	48
4. Evolution temporelle de la richesse spécifique.....	48
5. Comparaison de la richesse spécifique entre les sites.....	50
6. Indices de diversité.....	50
6.1. Indice de diversité de Shannon et équitabilité.....	51
6.2. Indice de Simpson.....	51
6.3. Indice de Hill.....	52
6.4. Indice d'Evenness e^H/S	52
6.5. Indice de Fisher alpha.....	53
6.6. Indice de diversité de Margalef et Indice de diversité de Menhinick.....	54
7. Distribution d'abondance, modèle de Motomura.....	54
8. Statut écologique de l'entomocénose.....	57
8.1. Site de Zéralda.....	57
8.2. Site de Boudouaou El-Bahri.....	60
9. Barycentre et Amplitude D'habitat	63
9.1. Site de Zeralda.....	63
9.2. Site de Boudouaou El Bahri.....	64
10. Distribution des individus en espèces : Diagramme Rang/fréquence de Frontier.....	67
11. Principaux bioagresseurs de la tomate.....	69
11.1. Inventaire.....	69
11.2. Evolution spatio-temporelle des bioagresseurs.....	70
11.2.1. Pucerons.....	70
11.2.2. <i>Bemisia tabaci</i>	71
11.2.3. <i>Liriomyza bryoniae</i>	71
11.2.4. <i>Autographa gamma</i>	73
11.2.5. <i>Thrips tabaci</i> et <i>Frankliniella occidentalis</i>	74
11.2.6. <i>Tuta absoluta</i>	75
11.2.6.1. Capture par de pièges à phéromone sexuelle.....	75
11.2.6.2. Taux d'infestation de <i>T. absoluta</i> à B. El-Bahri.....	77
11.2.6.3. Evolution temporelle des populations de <i>T. absoluta</i>	77
11.2.6.3.1. Zéralda.....	77
11.2.6.3.2. Boudouaou El Bahri.....	78
11.2.6.4. Fluctuation de <i>T. absoluta</i> sur Aubergine.....	80
12. Complexe parasites/ prédateurs.....	82

12.1. Principaux prédateurs.....	83
12.2. Principaux parasites et hyperparasites.....	86
DISCUSSION.....	89
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	101

Liste des figures

Figure 1.	Plant de tomate <i>Lycopersicum esculentum</i> Miller.....	6
Figure 2.	Stades larvaires et adulte de <i>Tuta absoluta</i>	12
Figure 3.	Génitalia mâle de <i>Tuta absoluta</i>	13
Figure 4.	Dégâts de la mineuse de la tomate sur fruits et sur feuilles.....	14
Figure 5.	Adultes de deux noctuelles.....	16
Figure 6.	Adulte du puceron <i>Aphis gossypii</i>	17
Figure 7.	Adulte de <i>Myzus persicae</i>	18
Figure 8.	Adulte de <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	19
Figure 9.	Adulte du puceron <i>Aulacorthum solani</i>	20
Figure 10.	Adulte de l'aleurode <i>Bemisia tabaci</i>	21
Figure 11.	Cicadelle de la pomme de terre (<i>Empoasca fabae</i>)	22
Figure 12.	Différents stades des <i>Liriomyza bryoniae</i>	23
Figure 13.	Adulte de thrips et dégâts de thrips sur feuilles.....	24
Figure 14.	Adulte de thrips thrips <i>Frankliniella occidentalis</i>	25
Figure 15.	Localisation du site de Boudouaou El – Bahri.....	27
Figure 16.	Localisation du site expérimental de Boudouaou El Bahri.....	28
Figure 17.	Localisation du site expérimental de Zéralda.....	29
Figure 18.	Piège type plaquettes engluées.....	30
Figure 19.	Pièges types bassines jaunes et noires.....	30
Figure 20.	Piège à phéromones sexuelles.....	31
Figure 21.	Emplacement de la plaquette engluée et piège à phéromone dans la serre	32
Figure 22.	Emplacement du piège à phéromone dans la serre	33
Figure 23.	Fréquences par ordre taxonomique de l'entomofaune récoltée à Zéralda et Boudouaou El Bahri	43
Figure 24.	Abondance des familles taxonomique à Zéralda et à Boudouaou El Bahra	45
Figure 25.	Fréquences de l'entomofaune par statut trophique à Zéralda et Boudouaou El Bahri	47
Figure 26.	Courbe de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus	49
Figure 27.	Courbe de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) mensuelle de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus	49
Figure 28.	Comparaison des Courbes de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) entre les sites de Zéralda et Boudouaou	50
Figure 29.	Ajustement du complexe entomologique fonctionnel à la série géométrique du modèle de Motumura rang et logarithmes des abondances à Zéralda	55

Figure 30.	Ajustement du complexe entomologique fonctionnel à la série géométrique du modèle de Motumura rang et logarithmes des abondances à Boudouaou El Bahri	56
Figure 31.	Statut écologique de l'entomocenose à Zéralda.....	60
Figure 32.	Statut écologique de l'entomocenose à Boudouaou El Bahri.....	63
Figure 33.	Diagramme rang/fréquence de log abondance des bioagresseurs de la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri	68
Figure 34.	Evolution spatio-temporelle des populations des pucerons inféodés à la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri	71
Figure 35.	Evolution spatio temporelles des populations ailées de <i>Bemisia tabaci</i> sur tomate à Zéralda et à Boudouaou El Bahri	72
Figure 36.	Evolution spatio temporelle des populations de <i>Liriomyza bryoniae</i> sur tomate à Zéralda et à Boudouaou El Bahri	73
Figure 37.	Fluctuations spatio temporelle des populations de la noctuelle <i>Autographa gamma</i> à Boudouaou El Bahri et à Zéralda	74
Figure 38.	Fluctuations spatio temporelle des populations de Thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> et <i>Thrips tabaci</i> à Zéralda et à Boudouaou El Bahri	75
Figure 39.	Comparaison entre les captures des mâles de <i>Tuta absoluta</i> par l'utilisation de pièges à phéromone sexuelle dans la tomate sous abris à Boudouaou El Bahri en 2016	76
Figure 40.	Taux de captures des mâles par l'utilisation de pièges à phéromone sexuelle de <i>Tuta absoluta</i> à l'intérieur et à L'extérieur des serres sur deux variétés de tomate à Boudouaou El Bahri	76
Figure 41.	Taux d'infestation par des adultes de <i>Tuta absoluta</i> selon la variété de tomate à Boudouaou El Bahri en 2016	77
Figure 42.	Evolution spatio temporelle de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> capturée à l'aide de piège à phéromone à Zéralda en 2016	78
Figure 43.	Evolution spatio temporelle des adultes de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> capturée à l'aide de piège à phéromone à Boudouaou El Bahri en 2016	40
Figure 44.	Dégâts de la mineuse sur tomate et aubergine.....	81
Figure 45.	Fluctuation de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> sur sa plante de substitution l'aubergine	81
Figure 46.	Taux des stades de développement des populations de la mineuse <i>Tuta absoluta</i> et de ses parasitoïdes sur aubergine à Boudouaou El Bahri en 2016	82
Figure 47.	Importance du complexe parasites/prédateurs.....	82
Figure 48.	Espèces de prédateurs répertoriées dans les deux sites.....	85
Figure 49.	Espèces de prédateurs répertoriées dans les deux stations.....	88

Liste des Tableaux

Tableau 1 - Evolution des superficies, production et rendement de la tomate fraiche en Algérie de 2015 à 2019	5
Tableau 2 - Besoins en éléments fertilisants chez la tomate.....	10
Tableau 3 – Paramètres climatiques mensuels de la zone d’étude Boudouaou El Bahri entre, mai et juillet 2016.....	27
Tableau 4 - Paramètres climatiques mensuels de la zone d’étude à Zéralda entre octobre 2015 et mars 2016.....	28
Tableau 5 - Diversité entomologique répertoriée sur tomate sous abris à Zéralda et Boudouaou El Bahri.....	39
Tableau 6 – Répartition des espèces recensées par statut trophiques.....	45
Tableau 7 - Qualité d’échantillonnage de l’entomofaune à Zéralda et à Boudouaou El –Bahri	47
Tableau 8 - Richesses spécifiques et nombre d’individus de l’entomocenose à Zéralda.....	48
Tableau 9 - Richesses spécifiques et nombre d’individus de l’entomocenose à Boudouaou El Bahri.....	48
Tableau 10 - Richesse spécifiques, abondances et indices de diversité des espèces à Zéralda en 2015 et 2016.....	52
Tableau 11 - Richesse spécifiques, abondances et indices de diversité des espèces Boudouaou El Bahri en 2015 et 2016.....	53
Tableau 12 - Paramètres du milieu Motomura de Zéralda et de Boudouaou El Bahri.....	55
Tableau 13 - Statut écologique de l’entomocénose fonctionnelle sur tomate primeur à Zéralda en 2015 et 2016.....	58
Tableau 14 - Statut écologique de l’entomocénose fonctionnelle sur tomate primeur à Boudouaou El Bahri en 2016.....	61
Tableau 15 - Barycentres et amplitudes d’habitat des peuplements dans deux sites de Zéralda Boudouaou El Bahri	65
Tableau 16 - Principaux bioagresseurs de la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri.....	69
Tableau 17 - Principales espèces prédatrices et leurs statuts trophiques	84
Tableau 18 - Espèces de parasites et hyperparasites et leurs statuts trophiques à Zéralda et Boudouaou El Bahri	87

Introduction

Introduction

INTRODUCTION

La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais ou après transformation (Blancard et al., 2009). La tomate sauvage est d'origine américaine en particulier de l'Amérique centrale et de l'Amérique latine (Kolev, 1976). Au XVI^{ème} siècle, elle traverse le continent américain vers l'Europe, sur les bateaux des conquérants espagnols, où elle est cultivée dans la région sévillane (Vernouillet, 2007).

C'est une plante annuelle appartenant à la famille des *Solanaceae*, dont le fruit est une baie, qui est souvent de couleur rouge, jaune ou verte. Sa forme est ronde, plus ou moins allongée selon les espèces. Le fruit à périsperme charnu, contient des pépins. La pulpe charnue est divisée en quartiers contenant les graines dans un mucilage (Calvert, 1965). Il existe plus de 700 variétés de tomate, dont l'identification est généralement fondée sur plusieurs caractères (Lemoines, 1999).

En raison de sa grande valeur nutritionnelle, de sa teneur en potassium (280 mg / 100 g), en vitamine A (750 UI/ 100g), en vitamine C (22mg / 100g), en pigment lycopène (10 mg / 100 g), en bêta-carotène et en vitamines E correspondent à des propriétés d'antioxydants et anticancéreuses : la tomate est considérée comme l'une des cultures légumières les plus importantes en Algérie, (Nechadi et al., 2001). Les Algériens, en tant que grands consommateurs de culture, la préfèrent à l'état industriel c'est-à-dire en concentrée (Bédrani et al., 1993; Baci, 1993). En effet un Algérien consomme jusqu'à 30 kg de tomate /an/ha (Anonyme , 2016).

La superficie mondiale consacrée à la culture de tomate est estimée à près de 5051983 ha en 2020 (FAO, 2022). Elle a permis une production d'environ 100 millions de tonnes (Naika et al.,2005). En 2020, la production mondiale de la tomate est 186821216 de tonnes (FAO, 2022). En Algérie, la production totale de la tomate pour l'année 2019 est estimée à 15 millions de tonnes (MADR, 2020).

Les cultures maraichères sont très sensibles à un grand nombre de pathogènes (champignons , bactéries , virus) et de ravageurs. Ainsi, en Algérie, les agriculteurs se plaignent des pertes économiquement insupportables engendrées sur fruits ces dernières années (Benmessaoud et al., 2010 ; Allache et al ., 2012 ; Laamari et Houamel , 2015 ; Zaid et al ., 2019)

En effet , de nombreux travaux sur l'entomofaune de cette culture ont été réalisés ; à cet effet , nous citons ceux de Tendeng (2017), dans son étude réalisé au Sénégal sur l'actualisation de l'entomofaune des cultures maraichères notamment les Solanaceae, les Cucurbitaceae, les Brassicaceae et les Malvaceae en Basse Casamance a inventorié 38 genres avec 35 espèces de ravageurs répartis en 17 familles d'insectes et une famille d'acariens. Ces résultats ont permis également de recenser 13 genres avec 11 espèces d'auxiliaires réparties en 09 familles différentes. Au Benin, l'inventaire sa montré que les insectes inféodés à la culture de la tomate varient en abondance

et en diversité ; au total, 37 genres et espèces d'insectes ont été identifiés. Ces insectes appartiennent à neuf ordres et 26 familles (Choudourou , 2012). De même Son et *al.*, (2018) rapportent l' impact des prédateurs et parasitoïdes à l'égard des ravageurs de la tomate en au Burkina Faso . En dépit des ravages, les fellahs payent chaque année un lourd tribut des dommages causés par déprédateurs (Chailleux et *al.*, 2013 ; Zappalà et *al.*, 2013).

En Algérie, de nombreux travaux ont mis en évidence l'importance des dégâts et les pertes causés par les ravageurs de la tomate sous abri plastique. Ainsi, la mineuse sud-américaine de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, : Gelechiidae) est un des ravageurs majeurs des solanacées cultivées et sauvages dans le monde entier . En Algérie, l'espèce *T. absoluta*, a été signalée pour la première fois décrite en 2008 dans la région de Mostaganem (Guenouï et *al.*, 2008). Une décennie après, forte de ses capacités invasives bien connues elle est installée dans toutes les wilayas productrices de légumes et particulièrement de tomates à l'échelle nationale (Boualem et *al.*, 2012 ; Allache et *al.*, 2012) . Les pertes moyennes en rendement par serre sont respectivement de 9,28 % à Ténès et 4, 17% à Zeboudja (Koidjil et *al.*, 2015).

L'étude menée sur les pucerons des Solanaceae cultivées sous serre dans la région de Tizi-Ouzou a révélé la présence de 14 espèces d'ennemis naturels Aphidiphages, dont 8 espèces prédatrices, 4 espèces parasitoïdes primaires des pucerons et trois espèces d'hyperparasitoïdes. Les Coccinellidae sont les plus dominantes parmi les ennemis naturels des aphides (Ait-Amar et *al.*, 2022).

L'étude réalisée dans la région de Biskra (Sud algérien) a permis de mentionner pour la première fois la présence de *Thrips tabaci* et de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera, Thripidae) sur les cultures sous serre en Algérie ; la tomate est relativement plus infestée par rapport au piment et au poivron (Laamari et Houamel , 2015). Recemment , Oudjiane et *al.*, (2018) rapportent les fluctuations saisonnières et les dégâts causés par *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) sur cultures maraichères sous serre dans la région de Bejaia.

Nous tenons à souligner que l'épandage abusif de pesticides a provoqué la destruction de l'entomofaune utile et a entraîné la résurgence d'organismes nuisibles après une période de faibles effectifs . De ce fait, nous assistons à l'émergence à nouveau de ces déprédateurs. C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à cette culture dont l'objectif est de dresser un état général des principaux ravageurs et leurs ennemis naturels de la tomate sous abris afin de mieux maîtriser leur gestion.

Les données de ce présent travail vont certainement nous fournir une base de données sur la diversité de l'entomofaune nuisible et utile. Cette évaluation de l'entomocénose va permettre de mener des programmes de lutte contre les principaux ravageurs et vecteurs potentiels des agents pathogènes de la tomate à travers l'évaluation de la résistance aux insectes des variétés locales ou introduites d'une part, et la mise au point des techniques appropriées de gestion contre les ravageurs majeurs . Les

résultats de cette étude vont contribuer également à déterminer des mécanismes et des conditions de réduction des impacts négatifs des bioagresseurs de cette culture.

Ce document est composé en deux grandes parties : La première est réservée à une Analyse bibliographique comportant deux chapitres: la première est consacrée à la présentation de la filière tomate : *Lycopersicon esculentum* (Mill), et les généralités sur les ravageurs de culture.

La deuxième partie renferme les données expérimentales : elle comprend plusieurs chapitres dont le premier chapitre porte sur la présentation des sites d'étude à savoir Zeralda et de Boudouaou El Bahri ainsi que la description et l'utilisation des pièges chromatiques, des pièges colorés et les pièges à phéromones (type Delta) dans les deux sites d'étude.

Le deuxième est dédié aux résultats où plusieurs aspects seront développés, nous débuteront par un inventaire de l'entomofaune associée à la tomate qui sera présenté par ordre taxonomique en précisant le statut trophique de chaque espèce ; les données sont analysées par les indices écologiques de composition et de structure.

L'évolution spatio-temporelle des principaux prédateurs comme : le Lépidoptère : la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, l'aleurode *Bemisia tabaci*, le puceron : *Aphis gossypii*, le Diptère : *Liriomyza brioniae* et le thrips *Frankliniella occidentalis* a été également abordée dans les sites d'étude. Celle-ci va nous renseigner sur l'impact de chaque espèce et les principales périodes de leurs fluctuations.

Un troisième aspect a été consacré sur l'impact du cortège parasite - prédateur, cet aspect mérite d'être développé dans les futurs travaux comme moyen alternatif.

Enfin, les paramètres bioécologiques de cette diversité entomologique seront discutés dans le dernier chapitre et enfin une conclusion et des perspectives seront présentées à la fin de cette étude afin de protéger la culture de la tomate en utilisant la combinaison des méthodes alternatives afin de limiter l'usage des pesticides.

CHAPITRE I
CHAPITRE I

Données bibliographiques
Données bibliographiques

CHAPITRE I

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

I - PLANTE HOTE : LA TOMATE *LYCOPERSICUM ESCULENTUM* (MILL)

1. Taxonomie

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une plante herbacée de la famille des Solanacées, elle est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, y compris les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri (Mensah *et al.*, 2016). D'après Kolev (1976), la classification de la tomate est comme suite :

Embranchement..... Phanérogames
 Sous /Embranchement Spermaphytes
 Ordre..... Polemonia
 Famille*Solanacea*
 Genre*Lycopersicum*
 Espèce*Lycopersicon esculentum* Mill, 1763

2. Origine et historique

La tomate est originaire d'Amérique du Sud dont l'ancêtre sauvage est *Solanum lycopersicum var. cerasiforme*, qui est présent au Pérou, au Chili, dans la vallée des Andes et en Equateur. Cette plante à fruits très petits fut d'abord domestiquée au Mexique et améliorée par les Aztèques. Dans la première moitié du 16^{ème} siècle, la tomate fut rapportée en Europe par les conquistadors espagnols qui adoptèrent son nom indien « tomât ». Elle fut d'abord implantée dans le Sud de l'Europe, notamment en Espagne et en Italie. (Doré *et al.*, 2006). En Algérie, elle fut cultivée près d'Oran au départ, puis elle s'est étendue aux autres régions du pays dans la mesure où les conditions du sol et du climat sont propices pour cette culture (Kolev, 1976).

3. Importance de la tomate

3.1. Dans le monde

La superficie mondiale consacrée à la culture de tomate est estimée à près de 5051983 ha en 2020 (FAO, 2022). Elle a permis une production d'environ 100 millions de tonnes (Naika *et al.* 2005). En 2020, la production mondiale de la tomate est de 186821216 tonnes (Fao.stat, 2022).

Le premier pays producteur mondial de tomate est la Chine avec 22 millions de tonnes, suivie par l'Union Européenne avec 15 millions de tonnes, les Etats Unis d'Amérique produisent 10 millions de tonnes, la Turquie est le 4eme pays dans le classement mondial des pays producteurs de tomate, avec un tonnage de plus de 8 millions (Desneux et *al.*, 2010).

3.2. En Algérie

L'une des cultures légumières les plus importantes en Algérie est celle de la tomate (Nechadi et al. 2001). La production totale de la tomate pour l'année 2019 est de 14.778.786 qx (MADR, 2019), ce qui est en deçà des besoins de la population. Les rendements obtenus sous serres varient entre 600 qx à 1200 qx/ha, selon la maîtrise de l'itinéraire technique. Pour une production annuelle de 5,6 millions de qx (ITCMI, 2017).

Tableau 1. Evolution des superficies, production et rendement de la tomate fraiche en Algérie de 2015 à 2019 (MADR, 2020)

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2015	24065	11637658,13	483,6
2016	22556	12805701	567,7
2017	23977	12862858	536,5
2018	24996	14778786	591 ,2
2019	24996	14778786	591,2

4. Biologie

4.1. Aspects botaniques

La tomate est une plante annuelle, dont le fruit est une baie, qui est souvent de couleur rouge, jaune ou verte. Sa forme est ronde, plus ou moins allongée selon les espèces. Le fruit à péricarpe charnu, contient des pépins. La pulpe charnue est divisée en quartiers contenant les graines dans un mucilage (Calvert, 1965). La tomate possède un système racinaire touffu et pivotant qui s'enfonce dans le sol à plus de 50cm. La racine principale produit une multitude de radicelles. Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige pleine, fortement poilue et glandulaire pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. Les feuilles constituées de plusieurs folioles sont couvertes de poils glandulaires et poussent en spirales. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6cm. Les fleurs sont bisexuées, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs. Le fruit est

une baie charnue de forme globulaire ou aplatie et ronde ou côtelée, jusqu'à 15cm de diamètre. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu, La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. (Naika et *al.*,2005) (Fig.1)

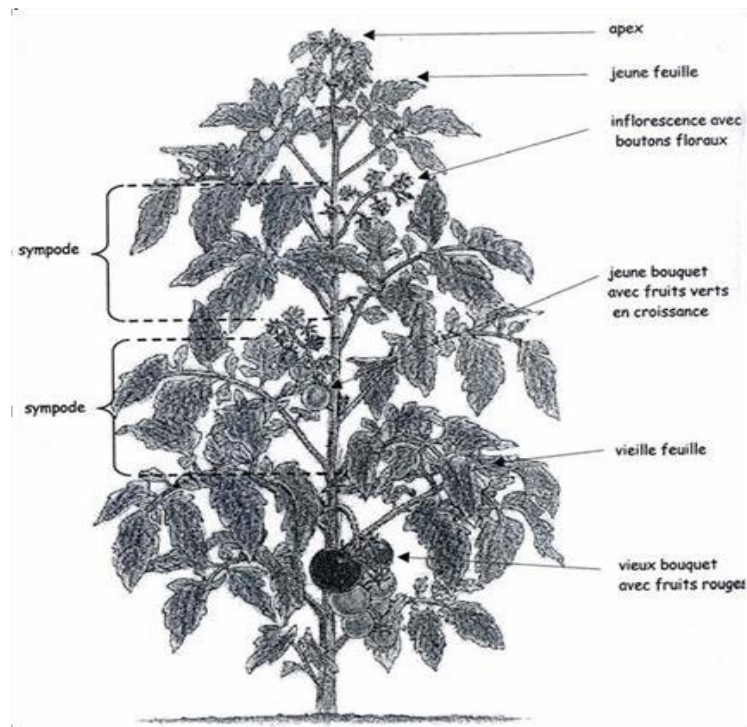


Figure 1. Plant de tomate *Lycopersicum esculentum* Miller

(Naika et *al.*, 2005)

4.2. Phénologie de la tomate

Le cycle de la graine est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3,5 à 4 mois, de 7 à 8 semaines de la graine à la fleur et de 7 à 9 semaines de la fleur au fruit (Gallais et Bannerot, 1992).

La tomate est une culture annuelle bien qu'elle soit pérenne dans certaines conditions. Les semences sont mises en pépinière et la germination a lieu 3 à 4 jours après. Elle est épicée. Les plantules sont repiquées au bout de 25 à 45 jours après la mise en pépinière lorsqu'elles ont à peu près 15 cm de hauteur, 5 à 6 feuilles et une tige d'environ 5 mm de diamètre. La floraison débute 50 à 65 jours après la mise en pépinière. Les plantes sont très sensibles à la température qui joue un rôle au moment de la formation des fleurs. La première récolte intervient 60 à 80 jours après le repiquage et se fait lorsque les fruits sont rouges

(pour la transformation), orange à rouge pour la consommation immédiate ou vert jaunâtre pour la consommation différée (De Lannoy, 2001).

4.3. Mode de production de la tomate

La tomate est produite selon plusieurs modes de production :

4.3.1. Sous abris sous tunnel (primeur) et sous serre multi chapelles (primeur)

Ce système de culture vise à produire les tomates tout au long de l'année. Il permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol (Cirad et Gret, 2002). La culture sous abri fournit aujourd'hui une part essentielle du marché de frais pour les légumes-fruits tels que la tomate (Jeannequin et *al.*, 2005). Les serres présentent des avantages non négligeables par rapport aux cultures de plein champ. Elles permettent en premier lieu de pallier les difficultés liées aux fluctuations de température, de lumière et des conditions d'humidité de plein champ, ce qui a pour avantage d'étendre considérablement la période de production (près de 11 mois de cycle) (Pilkington et *al.*, 2009).

4.3.2. Plein champ (saison et arrière-saison)

Ce système de culture est le plus répandu. Si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche. La mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol (Cirad et Gret, 2002). Par ses différents modes de production, la tomate est disponible toute l'année (Senoussi, 2010).

4.4. Classification de la tomate selon le mode de croissance

Les tomates peuvent être classées d'après leurs caractères morphologiques et botaniques. Elles sont classées selon leur mode de croissance en deux types : les variétés à croissance déterminée et les variétés à croissance indéterminée (Polese, 2007) et selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate : fixées et hybrides.

4.4.1. Variétés à croissance indéterminée

Ces variétés se caractérisent par la dominance apicale, la tige principale forme un bouquet à fleurs toutes les trois ou quatre feuilles. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. L'arrêt de la croissance se fait en en étêtant le bourgeon terminal. Cette opération, a lieu généralement au 4ème ou 5ème bouquet, ce qui favorise un rendement important et l'étalement de la production sur une longue période (Laumonnier, 1979).

4.4.2. Variétés à croissance déterminée

Selon Laumonier (1979), ce sont des variétés précoces réservées, souvent destinées aux industries agro-alimentaires (destinées à la conserve) ; Elles ne nécessitent ni ébourgeonnage, ni tuteurage parce que le développement ne se poursuit pas à plus d'une hauteur de 50 cm et les fruits mûrissent presque ensemble. La croissance de la tige s'arrête avec l'apparition de l'inflorescence terminale.

4.5. Classification de la tomate selon le mode de reproduction

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate

4.5.1. Variétés fixées

Elles se caractérisent par l'homozygotie, c'est-à-dire qu'elles conservent les caractères parentaux (Chaux et Fourry, 1994).

4.5.2. Variétés hybrides

Elles se caractérisent par un effet hétérosis qui permet un cumul de gènes favorables, de résistance aux maladies, une meilleure nouaison, particulièrement en conditions défavorables (Chaux et Fourry, 1994).

4.6. Valeur alimentaire

La tomate est riche en vitamine A, C (19mg/100g de fruit de la tomate) et B₆ bénéfique pour les globules rouges (Clinton, 1998). D'après ce même auteur, cette baie renferme du magnésium (Mg), du potassium (K), du phosphore (P) et des oligoéléments. Sa couleur rouge vif provient du pigment appelé lycopène dont la quantité dépend en grande partie de la variété de la tomate et de son degré de mûrissement.

La tomate est très importante dans l'alimentation humaine, elle constitue un bon réservoir d'antioxydants, comme le lycopène, l'acide ascorbique, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques (Arab et Steck, 2014). Elle est riche en glucides, en protéines, en lipides, en vitamines (A, B, C, E) et ainsi qu'en oligo-éléments (potassium). Sa peau et ses graines sont riches en fibres (Sawadogo et *al.*, 2015).

4.7. Exigences écologiques de la tomate

4.7.1. Exigences climatiques

4.7.1.1. Température

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Les températures optimales pour la plupart des variétés se situent entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C, les tissus végétaux sont endommagés. L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Naika et *al.*, 2005). Les températures optimales de développement du plant se situent entre 20 et 25°C le jour, 13 et 17°C la nuit et 14 et 18°C dans le sol (Chibane, 1999).

4.7.1.2. Lumière

Un éclairage de 14h par jour est nécessaire pour le développement végétatif de la plante. Toutefois, la photopériode ne doit pas dépasser 18h par jour (Naika et *al.*, 2005).

4.7.1.3. Humidité

L'humidité en pépinière doit être supérieure à 75 % pour une bonne germination. Lors de la pollinisation, elle doit être comprise entre 55 et 60 % pour éviter le développement des maladies cryptogamiques (Naika et *al.*, 2005).

4.7.2. Exigences édaphiques

4.7.2.1. Type du sol

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées (Naika et *al.*, 2005).

4.7.2.2. PH de sol

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais, pousse mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 (Naika et *al.*, 2005).

4.7.2.3. La salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité (Chibane, 1999).

4.7.2.4. Besoins en éléments fertilisants

Les carences en éléments minéraux les plus connues chez la tomate sont : Calcium, Magnésium, Potassium et Manganèse. Alors les besoins en éléments organiques sont très importants, elles doivent être ajustées par des apports en éléments fertilisants. Les besoins en ce dernier chez la tomate sont regroupés dans le tableau 2 suivant

Tableau 2. Besoins en éléments fertilisants de la tomate (Peron, 2006).

Elément fertilisants	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	MgO
Apports (Kg/t de fruits)	4 à 5	1 à 1,5	5 à 8	3 à 5	0,8 à 1,2

II. INSECTES RAVAGEUS DE LA TOMATE

1. Lépidoptères

A l'instar des autres plantes, la tomate est menacée aussi par plusieurs ravageurs. Parmi ces déprédateurs on cite : les acariens Tetranychus, les aleurodes ou mouches blanches, les pucerons, les thrips, les mineuses et les noctuelles en serres (Trottin caudal et *al.*, 1995).

Les ravageurs et les maladies de la tomate sont souvent communs à d'autres espèces de solanacées cultivées, comme l'aubergine ou le tabac. Cette sensibilité est due à la particularité écologique de cette culture qui l'expose à diverses nuisances, notamment les maladies et les insectes déprédateurs dont les dégâts sont parfois très importants (Blancard, 1988 ; Pyron, 2006 ; Blancard et *al.*, 2009).

1.1. Mineuse de la tomate : *Tuta absoluta*

La mineuse *Tuta absoluta* est un nouveau ravageur de la tomate sur le pourtour méditerranéen. C'est un micro lépidoptère de la famille des Gelechiidae, Ses chenilles mineuses peuvent provoquer des dégâts pouvant aller jusqu'à 80 et même 100 % de pertes au niveau de la culture (Desneux et *al.*, 2010).

1.1.1. Origine et aire de répartition

Selon Urbaneja et *al.*, (2007) *T. absoluta* est un ravageur d'origine sud-américaine, signalé en Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Paraguay, Uruguay et Venezuela. En Espagne, il a été signalé pour la première fois en 2006 dans la province de

Castellon (Urbaneja et al., 2007). En 2007, *T. absoluta* a été détecté dans plusieurs sites le long de la côte méditerranéenne dans la province de valencia (OEPP, 2009).

En Algérie ce déprédateur a été signalé pour la première fois en 2008 sur le littoral de l'ouest par les agriculteurs dans la commune d'Achaacha dans la wilaya de Mostaganem (Guenaoui, 2008). Il s'est infiltré en Algérie par la frontière ouest, soit à l'état de papillons emportés par le vent ou par les bateaux attirés par la lumière, soit par le biais des introductions de tomate non contrôlée et provenant de sites marocaines ou espagnols proches de la frontière Algérie- Maroc (Guenaoui, 2008). Les dernières données indiquent qu'il est présent aussi dans toutes les régions même au sud. Pour séparer et identifier *Tuta absoluta* de *Phthorimaea operculata* Zelez 1873, Badaoui et al., (2011) et Saharaoui (1999) ont étudié et comparé leurs génitalia (organes génitaux sclérotinisés) (Fig. 2).

1.1.2. Critères d'identification

➤ L'œuf, de couleur crème, est de forme elliptique, Il mesure 0,36 cm de long et 0,22 de large. Les œufs sont déposés individuellement à la face inférieure des feuilles alors que l'incubation dure de 4 à 10 jours selon la température (Margarida, 2008) (Fig. 2a).

➤ La larve du premier stade est de couleur beige clair avec une tête noire. Elle vire de la couleur verdâtre à rose du second au quatrième stade. La larve du premier stade mesure 0,9 mm et celle du quatrième 7,5 mm. La durée des stades larvaires varie de 12 à 15 jours selon la température (Marcano, 2008) (Fig. 2b).

➤ La nymphe est le stade où la larve cesse de s'alimenter. Elle est de forme cylindrique et mesure 4,3 mm de large et 1,1 mm de diamètre. La nymphose peut avoir lieu au sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines. Elle est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux. La température affecte considérablement le cycle biologique de l'insecte (Guenaoui, 2008) (Fig. 2c).

➤ Arrivée à son terme, l'adulte est de couleur marron. La métamorphose dure de 9 à 11 jours. Ils possèdent des antennes filiformes, ornées d'une bande brune foncée et blanche. La femelle est légèrement plus grande que le mâle (Margarida, 2008) (Fig. 2d).

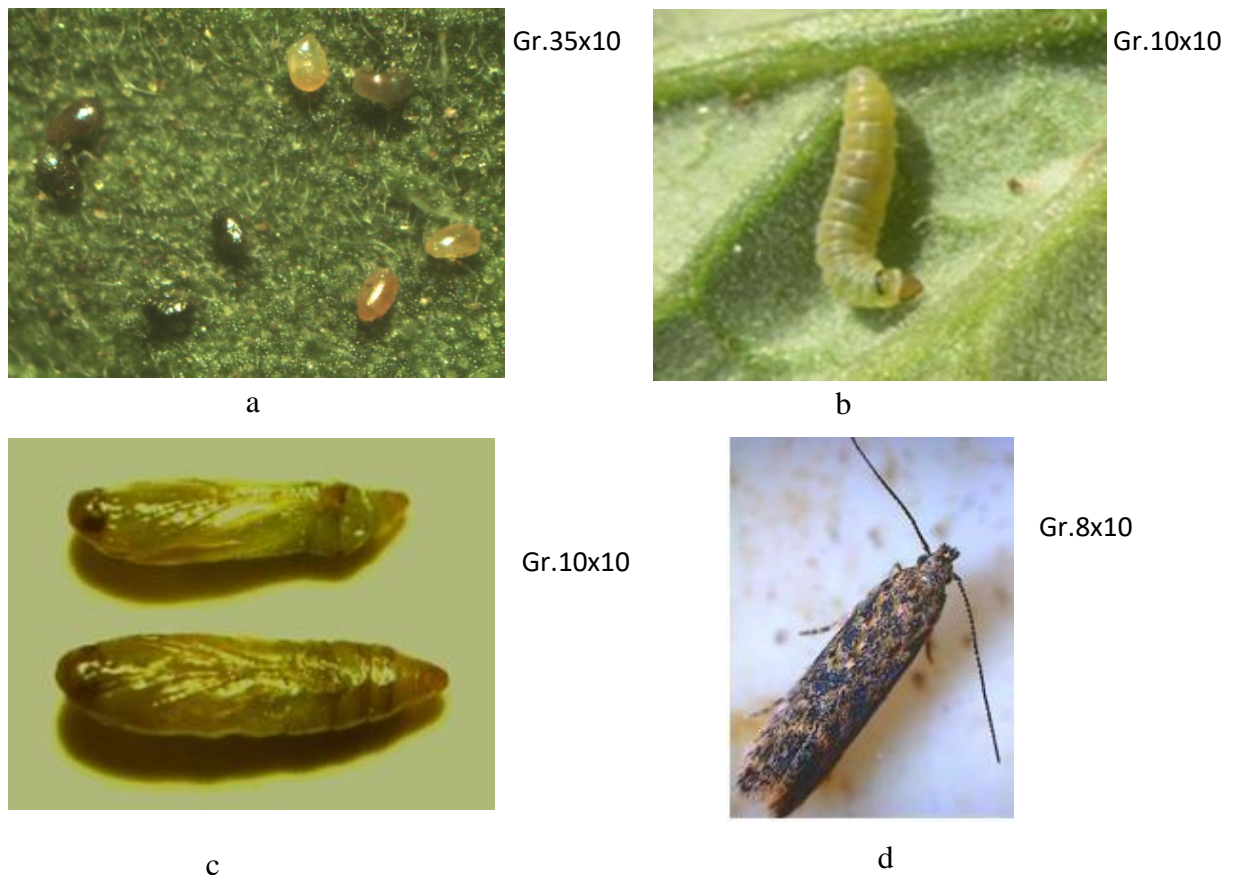


Figure 2. Stades larvaires et adulte de *Tuta absoluta*
 a. Œufs, b. Larve, c. Nymphe, d. Adulte (Idermouchen, 2011)

1.1.2.1. Genitalia mâle

La structure du génitalia mâle (Fig. 3a) est formée de deux valves latérales divisées en deux parties: l'une basale rattachée au vinculum, et l'autre partie haute est très poilue et rétrécie au milieu. Au milieu des deux valves on retrouve le Gnathos (Fig. 3b) de forme arrondie environ deux fois plus large que la valve (Fig. 3c). La transtilla est une pièce maitresse (Fig. 6d), elle comprend deux lobes latéraux qui supportent le vinculum. Celui-ci est de forme allongée et arrondie à l'apex. L'édéage ou pénis joue un rôle essentiel dans la reproduction, il est de forme allongée légèrement large à l'extrémité, vers l'avant il est rattaché directement au gnathos et la transtilla (Fig. 3e).

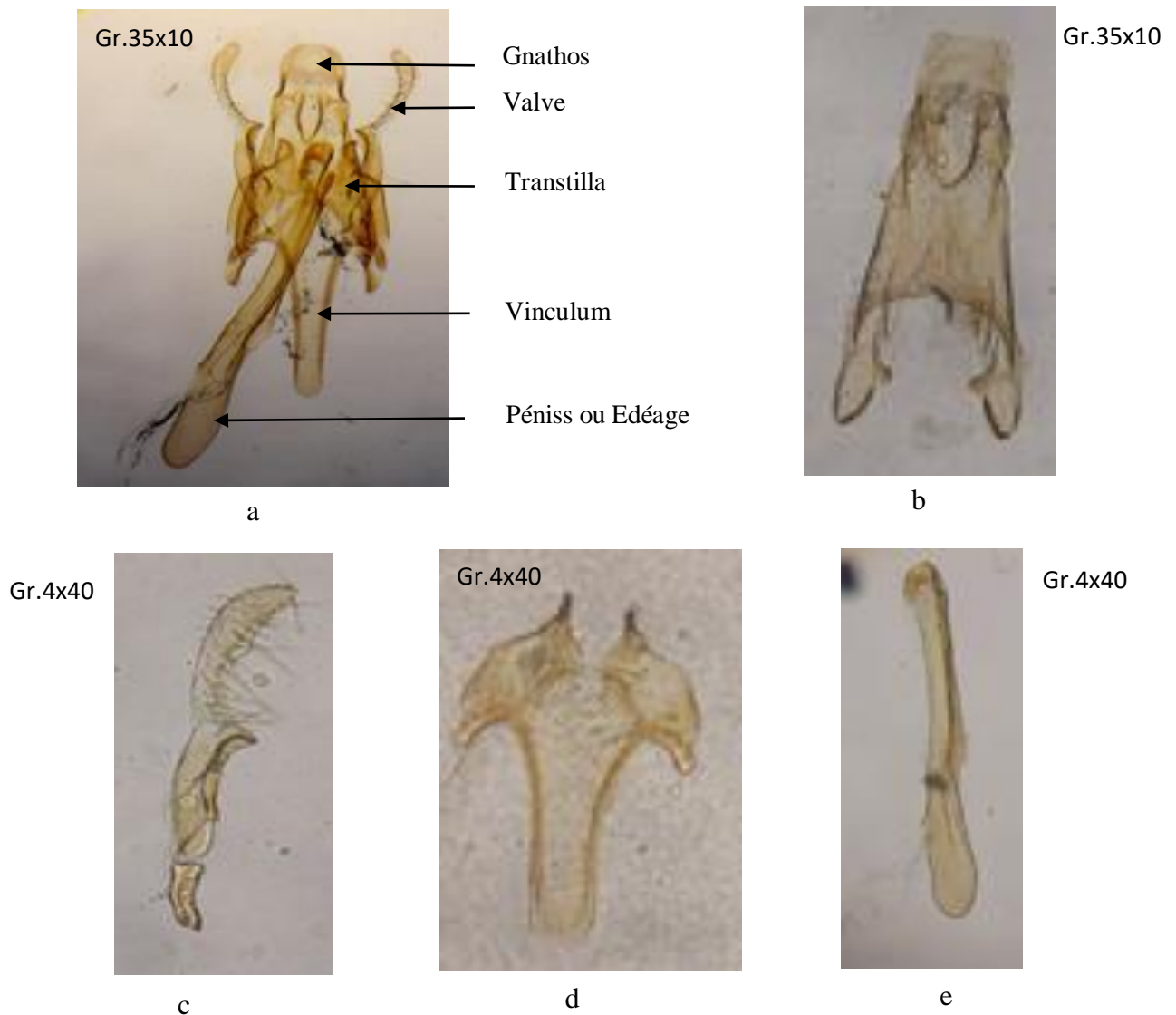


Figure 3. Génitalia mâle de *Tuta absoluta* (Saharaoui, 1999)

a. Genitalia mâle, b. Gnathos, c. Valve, d Transtilla, e. Pénis

1.1.3. Plantes hôtes.

Selon Urbaneja et *al.*, (2007), *Tuta absoluta* se développe principalement sur la tomate (*Lycopersicon esculentum*) mais aussi sur diverses autres espèces de Solanacée cultivées telles que la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), l'aubergine (*Solanum melongena*), la poire-melon ou pépino (*Solanum muricatum*), les piments (*Capsicum* sp) et même les solanacées sauvages telles *Lycopersicon hirsutum*, *Solanum lyratum*, *Solanum nigrum*, *Solanum elaeagno folium*, *Solanum puberulum*, *Datura stramonium*, *Datura ferox* et *Nicotiana glauca*.

1.1.4. Symptômes et dégâts

Après l'éclosion, les jeunes larves pénètrent dans le fruit de la tomate, les feuilles ou les tiges sur lesquelles ils se nourrissent et se développent, créant ainsi des mines et des galeries. Les fruits peuvent être attaqués dès qu'ils sont formés, et dans les galeries les larves peuvent être envahies par des pathogènes secondaires conduisant à la pourriture des fruits. (Caffarini et al., 1999; Notz, 1992).

➤ Sur feuille, l'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en laissant l'épiderme de la feuille. Par la suite, les folioles attaquées se nécrosent entièrement (Fig. 4a).

➤ Sur tige ou pédoncule, la nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes.

➤ Sur fruits, les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet.

➤ Les premiers dégâts de *T. absoluta* sont localisés préférentiellement sur les parties jeunes des plantes : apex, jeune fruit, fleur (Fig. 4b). Contrairement à la mineuse des feuilles de *Citrus* dont les larves sont strictement endophytes (Berkani et al., 2008), celles de *Tuta absoluta* peuvent vivre à l'air libre, ce qui leur permet d'attaquer plusieurs fois une même feuille (provoquant plusieurs plages minées) mais également visiter plusieurs fruits, avec des dégâts considérables dans les cultures sous serre, détruisant parfois la totalité de la production (Fig. 4a et b)



a



b

Figure 4. Dégâts de la mineuse de la tomate sur fruits et sur feuilles
a: sur feuilles, b: Sur fruit

1.2. *Autographa gamma* (Noctuidae)

La famille des Noctuidae est le groupe le plus diversifié au sein des Lépidoptères et comprend le plus grand nombre d'espèces d'intérêt agricole (Lafontaine et Schmidt, 2010). En effet, les noctuelles sont des ravageurs courants de la tomate. Les femelles pondent leurs œufs qui se reconnaissent à leurs couleurs vertes ou brunes, sur les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits. A l'éclosion, les larves se nourrissent des feuilles, des fleurs, des fruits et même des racines. Les chenilles en grandissant passent par un certain nombre de phases de croissance avant de tomber dans le sol pour former des cocons. Quelques semaines plus tard, les adultes ailés émergeront, s'envoleront et se disperseront (Naika et *al.*, 2005). Les chenilles âgées occasionnent des dégâts importants en consommant le limbe de diverses cultures maraichères et en particulier la tomate. Cela se traduit par la présence de nombreuses perforations plus ou moins régulières situées sur le limbe ou à sa périphérie. Ces perforations facilitent la pénétration de nombreux agents de pourriture (Kristensen et Skalski, 1998). Certaines noctuelles se nourrissent de diverses cultures économiquement importantes, notamment le soja, le coton, le sorgho, le maïs, le tournesol, les arachides, les haricots, les poivrons et les tomates (Carneiro et *al.*, 2014). Deux principales espèces s'attaquent aux différentes cultures maraichères en Algérie et plus particulièrement à la tomate.

Le papillon mesure 40 à 45 mm d'envergure, les ailes antérieures sont rougeâtres, plus foncées sur leurs disques, au milieu se trouve une tache ressemblant à la lettre grecque gamma. Les ailes postérieures sont d'un brun clair rembrunies sur les pourtours. Selon Barkou, (2018), en Algérie *A gamma* a une constante activité de vol avec des pics au printemps, de fin mai à fin juin et en d'automne du début août à la mi-septembre, ce qui suppose plusieurs générations par an (Fig. 5a).

1.3. *Agrotis segetum*

Le papillon de 4 cm d'envergure est nocturne, aux ailes antérieures gris brun portant des dessins plus clairs bordés de noir ; les ailes postérieures sont blanches chez le mâle, grises chez la femelle (Barkou, 2018) (Fig. 5b).



a
Figure 5. Adultes de deux noctuelles (Gr.8X10)
 a: *Autographa gamma*, b: *Agrotis segetum*
 (Barkou, 2018)

2. Homoptères

Les pucerons sont des insectes mous, allongés, avec une longueur d'environ 2,5 mm. Chez chaque espèce, il existe des ailés ainsi que des aptères. Les dommages directs sont produits lorsque les colonies apparaissent en grand nombre sur la culture. Les pucerons préfèrent les feuilles et les tiges tendres. En plus des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus (Naika et *al.*, 2005). Ils constituent un problème économique et agricole majeurs dans de nombreuses cultures tempérées par la transmission de virus et par les dommages directs qu'ils infligent aux plantes en se nourrissant du phloème (Dedryver et *al.*, 2010). Sur tomate, les pucerons sont surtout redoutables par leur capacité à transmettre plusieurs viroses. Selon Will et Vilcinkas (2015), Ils sont vecteurs de virus phytopathogènes et sont capables de transmettre 28 % des phytovirus transmis par les insectes. Les cultures maraîchères sous serre et plus particulièrement la tomate sont confrontées aux attaques de plusieurs espèces de pucerons. C'est le cas d'*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, et *Aulacorthum solani* (Alhmedi et *al.*, 2006). Remaudière (1997) rapporte que la maîtrise chimique des populations de ces ravageurs est souvent problématique du fait de leur résistance possible à plusieurs insecticides.

2.1. *Aphis gossypii* (Puceron du coton)

L'individu aptère est vert olive à brunâtre, en général dépourvu de pigmentation dorsale (Fig. 6a et b). Parfois la région pleurale présente des sclerites inter - segmentaires. Les cornicules sont noires uniformément pigmentées, elles sont plus foncées que la Cauda notamment à l'extrémité. Le sinus frontal de la tête est faiblement et régulièrement sinué.

La cauda est rembrunie et porte six soies caudales (Hullé et *al.*, 1999) (Fig.6a et b). L'individu aile porte parfois de petites taches pigmentées éparses sur l'abdomen, notamment entre les cornicules (Remmaudière et *al.*, 1997). Deux morphes ailés et aptères peuvent être observés dans la même population : Les individus ailés sont généralement petits (Dixon, 1987) et souvent noirs (Patti, 1983). *A.gossypii* est l'une des espèces de puceron la plus répandue à travers le monde. On la trouve sur tous les continents, avec une préférence pour les climats chauds (zones tropicales, subtropicales et tempérées) (Christelle, 2007).

C'est une espèce très polyphage et souvent présente sur les cultures protégées (serres, tunnels^o). Il s'attaque aux cucurbitacés comme le melon (*Cucumis melo*), la courgette, (*Cucurbita pepo*), le concombre (*Cucumis sativus*), les Malvaceae et les Rutaceae (*Citrus*) (Turpeau et *al.*, 2010). En effet, il occasionne des dégâts directs pouvant aboutir à la destruction quasi totale de la culture. Il est également vecteur de nombreux virus selon deux modes, non persistant : mosaïque du concombre (CMV) et persistants (jaunisses du pois (PELRV) (Robert, 1982).



a



Gr10x10

b

Figure 6. Adulte du puceron *Aphis gossypii*
(<https://lh3.googleusercontent.com>)

a: aptère b: aptère après montage

2.2. *Myzus persicae* (Puceron vert du pêcher)

Le puceron aptère, de couleur vert clair à vert-jaunâtre, a une longueur qui varie de 1,2 à 2,5 mm alors que les individus ailés mesurent entre 1,2 à 2,3 mm de long Il se distingue par une tête et thorax brun-noirâtre d'une part et, d'autre part par un abdomen vert à vert-jaunâtre et souvent rosâtre, avec une tache dorsale foncée présentant une marque claire au centre (Fig 7a et b). La tête est munie à la base des antennes et des tubercules convergents.

Les cornicules de couleur claire et à extrémité foncée, sont assez longues, et se caractérisent par leur moitié supérieure renflée tandis que la cauda est triangulaire (Hullé et *al.*, 1999) (Fig. 5a et b). Cette espèce peut avoir deux types de cycle différents ; l'un holocyclique dioecique alternant entre des hôtes primaires du genre *Prunus* dont le pêcher et des hôtes secondaires herbacés et l'autre anholocyclique sur hôtes secondaires comme les Solanacées, les Astéracées, les Brassicacées, les Apiacées et les Cucurbitacées) (Hulle et *al.*, 1999 ; Richard et Boivin, 1994 et Saljoqi, 2009).

Ce puceron est particulièrement dangereux comme vecteur de virus (virus B du Chrysanthème et des virus agents de la mosaïque). *M. persicae* transmet de nombreux virus selon le mode persistant : jaunisse modérée de la betterave (BMYV), jaunisse énation du pois (PEMV), le virus de l'enroulement (PLRV) sur pomme de terre. Il transmet également des virus selon le mode non persistant: mosaïque du concombre (CMV), mosaïque de la laitue (LMV), le virus Y (PVY) sur pomme de terre (Turpeau et *al.*, 2010). Il cause aussi des dégâts directs dus à la production de miellat, de fumagine et l'enroulement des feuilles sous l'effet de la salive (Turpeau et *al.*, 2010).



a



b

Gr.10x10

Figure 7. Adulte de *Myzus persicae*
 a : aptère (<https://fitosofia.blogspot.com>)
 b : ailé après montage

2.3. *Macrosiphum euphorbiae* (Puceron de la pomme de terre)

C'est une grosse espèce verte, parfois rose. Le puceron aptère et ailé possèdent un corps ovale, appendices très longs (Fig. a et b). Le front a la forme d'un U. Les antennes sont longues, assez pigmentées sauf aux articulations. Elles portent 1 à 8 sensorias secondaires sur le troisième article. Les cornicules présentent un réculum dans leur partie apicale.

La cauda montre 10 soies (Remmaudière et *al.*, 1997) (Fig. 8 a et b). Les larves sont allongées et plus pales que les adultes (Taylor et *al.*, 1984).

Macrosiphum euphorbiae est une espèce holocyclique dioecique dont les hôtes primaires sont les rosiers. Les hôtes secondaires s'élèvent à environ 200 plantes appartenant à 20 familles différentes dont beaucoup sont des maraîchères comme les Solanacées (poivron), les Brassicacées (chou), les Astéracées (laitue), les Apiacées, les Cucurbitacées (concombre), les Liliacées ou les Fabacées ou même des plantes à fleurs appartenant à diverses familles (chrysanthème) (Blackman et Eastop, 2006). Il peut causer des dommages importants en attaquant surtout les fleurs et les pousses (Haward et *al.*, 1994).

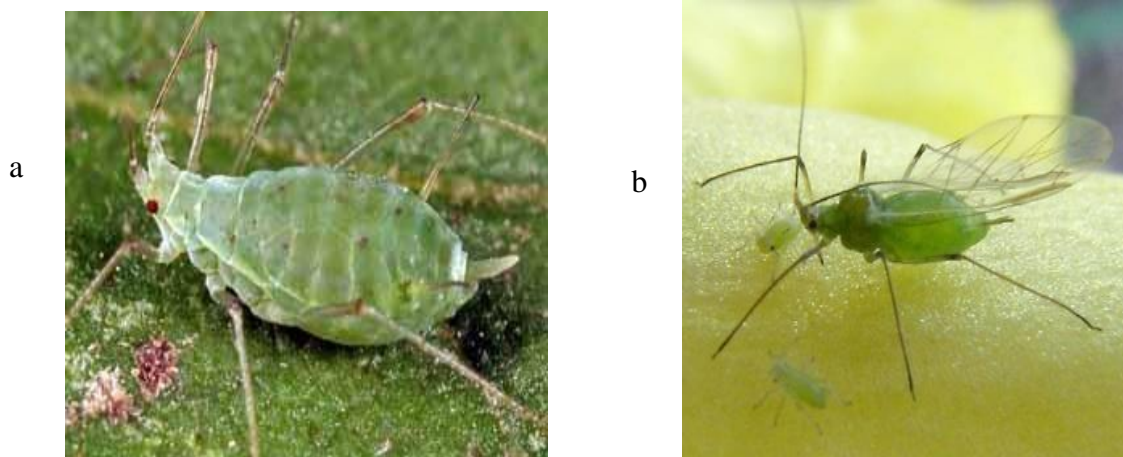


Figure 8. Adulte de *Macrosiphum euphorbiae*

a : aptère (<https://www.google.dz>)

b : ailé (<https://plantamus.com>)

2.4. *Aulacorthum solani* (Puceron tacheté de la pomme de terre)

Femelle aptère : 1,8 à 3,0 mm de long ; piriforme, jaune-verdâtre brillant, avec des taches plus foncées à la base des cornicules ; antennes presque aussi longues que le corps ; cornicules longues, minces et effilées, claires, foncées à l'extrémité et nettement frangées. Ailé : 1,8 à 3,0 mm de long ; tête et thorax brun foncé à noirs, abdomen vert jaunâtre marqué de points et de barres transversales brun foncé. (Remmaudière et *al.*, 1997). (Fig. 9a et b).

Aulacorthum solani est une espèce holocyclique dioecique. Les oeufs d'hiver sont pondus sur des plantes appelées digitales (*Digitalis purpurea*) et épervières (*Hieracium sp.*) ainsi que sur de très nombreuses autres plantes. En effet, les digitales, et les épervières sont les plantes hôtes primaires de l'aphide tandis que ses plantes hôtes secondaires sont les

Apiacées, les Astéracées (salade), les Brassicacées (chou, navet), les Solanacées (tomate pomme de terre) et de nombreuses autres plantes (tulipes) (Blackman et Eastop, 2000). Elle peut également passer l'hiver sur digitale en se maintenant toute l'année sous forme d'individus parthénogénétique (anholocyclie) lorsque les conditions climatiques le permettent. C'est une espèce très polyphage, elle est répandue dans les régions à climat tempéré. On la retrouve également dans les régions subtropicales. Elle transmet de nombreux virus aux plantes maraichères : virus de la Mosaïque du concombre (CMV), virus de la jaunisse de la betterave (BYV), de la jaunisse occidentale de la betterave (BWYV) (Hullé et *al.*, 1999).

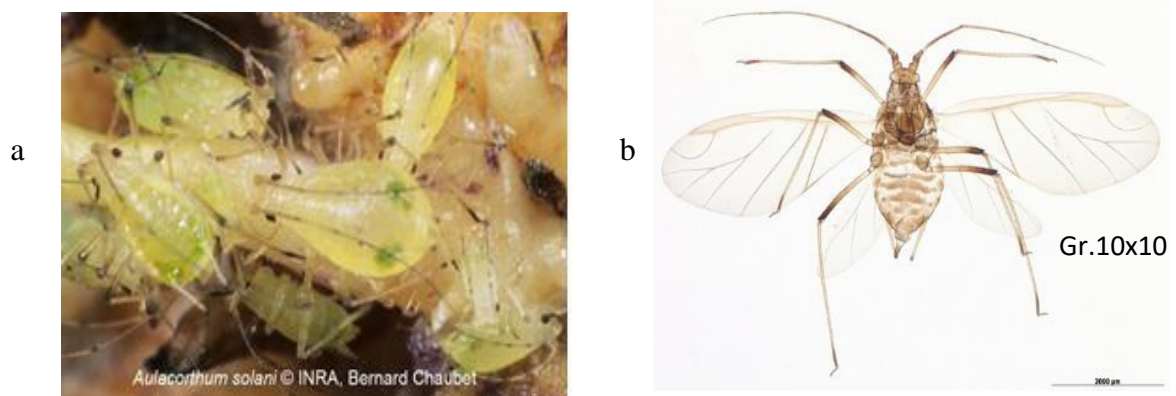


Figure 9. Adulte du puceron *Aulacorthum solani*

a : aptère (<https://www6.inrae.fr>)

b : ailé après montage

2.5. *Bemisia tabaci* (mouche blanche, aleurode)

L'adulte de *Bemisia tabaci* est de couleur blanche, il a une longueur de 1 à 2 mm (Fig. 10). Tout comme les larves, il se nourrit de la sève des feuilles. La femelle dépose ses œufs à la face inférieure des feuilles. Ceux-ci éclosent après environ 1 semaine. Après 2 à 4 semaines, les larves vont former un cocon dans lequel elles resteront pendant à peu près une semaine afin de se métamorphoser (Naika et *al.*, 2005). *Bemisia tabaci* vit souvent en Cohabitation avec une autre espèce d'aleurode, *Trialeurodes vaporariorum*. C'est un insecte très polyphage, il peut s'attaquer à plus de 540 espèces végétales appartenant à 75 familles botaniques (Bosco et *al.*, 2001). Il est en effet l'un des ravageurs agricoles les plus dévastateurs des cultures sous serres. Il affecte les rendements de diverses cultures maraichères comme les tomates, les concombres et les plantes ornementales comme le

poinsettia, le gerbera et un certain nombre de cultures printanières. Certaines espèces de mauvaises herbes servent également d'hôtes à l'aleurode et sont souvent sources d'infestations (Byrne et Bellows, 1991; Cahill et *al.*, 1996). Par ailleurs, il transmet comme ses autres congénères certaines virus responsables de la TYLCD (Dalmon et Marchoux, 2000) et de la maladie des feuilles jaunes de la tomate (Tahiri et *al.*, 2010) (Fig. 10).



Figure 10. Adulte de l'aleurode *Bemisia tabaci*, (<https://lh3.googleusercontent.com>)

3. Hémiptères

3.1. *Empoasca fabae* (Cicadelle de la pomme de terre)

L'adulte mesure 3,0 à 4,0 mm. Il se distingue par une couleur vert pâle avec des taches blanches sur la tête, le thorax et le scutellum. Les pattes postérieures sont longues, épineuses et adaptées au saut. Les ailes sont translucides et plus longues que le corps (Fig. 11). La larve mesure 3,0 mm à maturité de couleur vert pâle, semblable à celui de l'adulte, mais avec des ailes incomplètes. L'œuf ayant 1,0 mm environ, est transparent juste après la ponte et devient vert par la suite (Capinera, 2001).

Son cycle biologique est particulier, les œufs de la cicadelle sont insérés au niveau des pétioles et des nervures des feuilles ou directement dans la tige. Une période d'incubation d'une dizaine de jours est nécessaire à l'éclosion des œufs. Le développement larvaire est maintenu lorsque la température se situe entre 8,4°C et 29°C. Le stade d'adulte est généralement atteint après une période de 20 à 35 jours. Le développement se fait en cinq stades (Capinera, 2001).

La cicadelle de la pomme de terre et la tomate est une espèce polyphage pouvant se nourrir de plus de 200 espèces végétales, cependant elle préfère la luzerne, le haricot et la pomme de terre. Parmi les autres plantes hôtes, on retrouve le trèfle, le concombre, la citrouille, la gourgane, l'aubergine, la rhubarbe, la betterave, le bleuet, la fraise, la framboise,

la courge, la patate douce et le soya (Capinera, 2001)

La cicadelle la plus commune qui cause des ravages sur la tomate est la cicadelle de la pomme de terre. Elle dépose ses œufs verts ayant une forme de banane à la face inférieure des feuilles. La cicadelle de la pomme de terre ne se trouve qu'en Amérique du Nord, du Centre et du Sud et se nourrit de la sève de la plante. Aux endroits où la cicadelle a sucé la feuille et si les dommages sont importants la couleur de la feuille devient plus claire (Naika *al.*, 2005)



Figure 11. Cicadelle de la pomme de terre (*Empoasca fabae*) (<https://www.google.dz>)

4. Diptères

4.1. *Liriomyza bryoniae* (mouche mineuse des feuilles de tomate)

La femelle adulte a une longueur de 2,0 à 2,3 mm alors que le mâle mesure 1,5 mm de longueur (Fig. 12a). C'est une petite mouche verdâtre avec un mésonotum noir brillant. Les fémurs sont majoritairement jaunes mais les tibias et les tarsi sont plutôt marrons. L'abdomen est pourvu latéralement de tergites jaunes. Les squames sont jaunâtres avec des marges sombres et des franges ocre à marron. Les larves âgées sont jaunes à l'avant et blanches à l'arrière (Fig. 12b). La pupa ovale est de couleur jaune-doré à marron-noir sombre (fig. 12c).

L. bryoniae a quatre stades larvaires le dernier stade survient au moment de la formation de la pupa (Parella, 1987). Les stades se distinguent par la taille des crochets buccaux sclérifiés. Le premier stade mesure environ 0,57 mm avec une taille des crochets buccaux de 95 µm ; le deuxième stade 1,55 mm et une taille des crochets buccaux de 188 µm ; le troisième stade 2,50 mm et taille des crochets buccaux de 323 µm (OEPP/CABI, 1996). Troisième segment de l'antenne petit, rond, habituellement jaune clair et arrêtes amincissant

progressivement (Spencer, 1973).

L. bryoniae est un Diptère de la famille des Agromyzidae, originaire du nord-ouest de l'Europe. C'est une mouche qui s'attaque aux cultures maraichères notamment les tomates, les concombres, les melons, les aubergines, les pommes de terre et diverses autres plantes poussant sous serres et en plein champs (Fig 12d). Il est hautement polyphage car il a été signalé sur 16 familles botaniques (Spencer, 1990). Les larves se nourrissent de mésophylle foliaire, ce qui peut provoquer la dépréciation de la qualité et la réduction du rendement (Spencer, 1990).

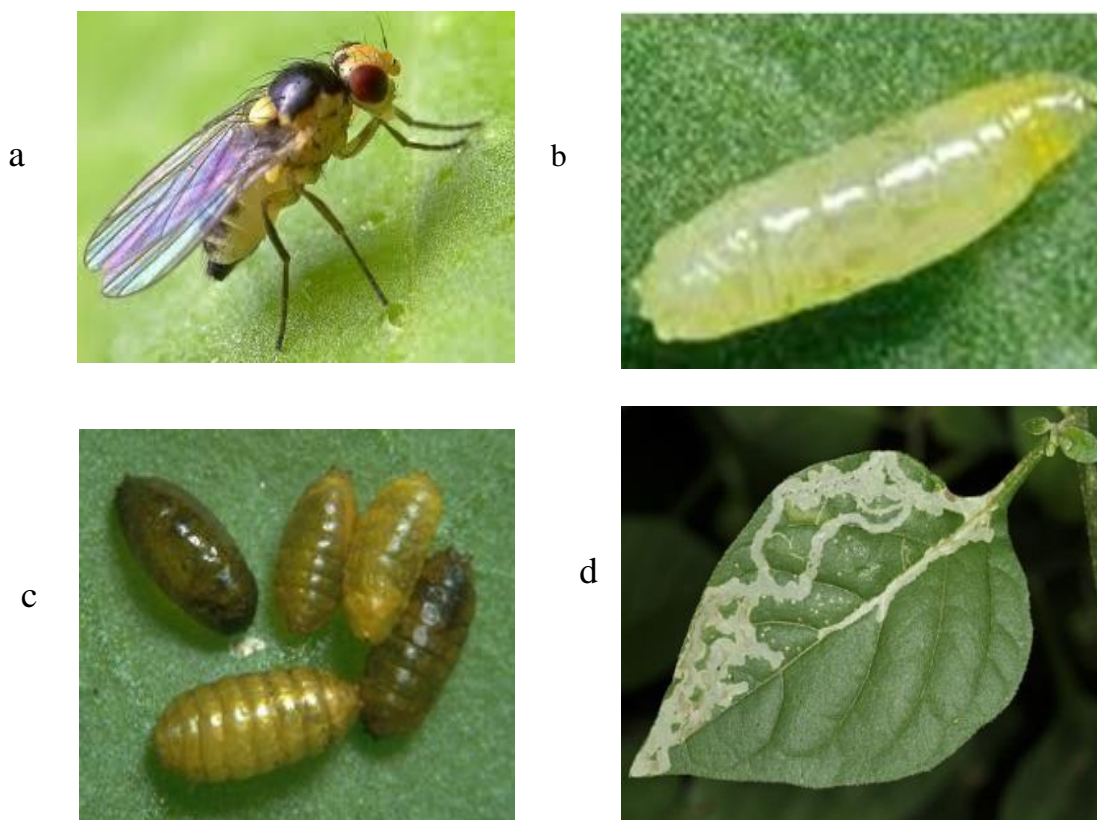


Figure 12. Différents stades de *Liriomyza bryoniae*

a : Adulte, b : Larve, c : Nympe

(Google.<http://ephytia.inra.fr>) d : Dégâts

5. Thysanoptères

Les Thysanoptères contiennent plus de 6500 espèces qui se répartissent en deux sous ordres : les Tubulifera et les Terebrantia (Mound et *al.*, 2013). Les thrips appartiennent au sous-groupe des Terebrantia qui renferme plusieurs familles dont celle des Tripidae qui comprend plus de 2000 espèces (Mound et Morris, 2007). Les thrips sont des insectes très petits qui mesurent 0,5 à 2 mm de long (Fig. 13a). Il faut observer attentivement pour pouvoir

les remarquer. En général, les femelles déposent leurs œufs sur les feuilles (Fig. 11a) (Naika et *al.*, 2005). Les nymphes et les adultes des thrips endommagent les plantes en frottant et en égratignant les tissus végétaux, ce qui laisse sortir la sève qu'ils sucent par la suite et par conséquent, l'apparition de taches pâles et argentées (Fig. 13b). Plus de 50 des espèces sont nuisibles aux cultures dont 10 sont vectrices de virus : on cite à titre d'exemple le IYSV de la tache jaune de l'iris (Iris Yellow Spot Virus), le TSWV (Tomato spotted wilt virus) ou le virus de la tache bronzée de la tomate et INSV (Impatiens necrotic spot virus ou le virus de l'impatiens) qui affecte souvent les solanacées (Moritz, 1994). Les thrips peuvent transmettre le virus de la tache bronzée de la tomate, une maladie qui attaque un grand nombre de plantes. Deux principales espèces s'attaquent à la tomate en Algérie, *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci*.



Gr.35x10

a



Gr.10x10

b

Figure 13. Adulte de thrips et dégâts de thrips sur feuilles
a : Adulte de thrips, b : Dégâts sur feuilles

5.1. Thrips : *Frankliniella occidentalis* (Thrips californien)

Le mâle adulte mesure environ 1 mm de long, la femelle est légèrement plus grande, environ 1,4 mm de long. Les mâles sont rares. Ils sont de couleur variée, certains types de couleurs étant plus abondants à certaines saisons. Les couleurs varient du rouge au jaune et au brun. Les adultes sont allongés et fins, avec deux paires de longues ailes. Les œufs, ovales ou réniformes, sont blancs et mesurent 0,2 millimètre de long. La nymphe est jaunâtre aux yeux rouges. (Elimam et *al.*, 2011 ; Bournier, 2002).

Le développement de *F. Occidentalis*, de l'œuf à l'adulte est lié linéairement à la température (Macdonald et *al.*, 1998). Le thrips peut avoir jusqu'à 12 à 15 générations par an (Laamari, 2011) et passe par six stades : deux larvaires, deux nymphaux inactifs, l'adulte et l'œuf (Moritz, 2002).

Le thrips de Californie *F. Occidentalis* est une espèce polyphage. Il se nourrit de plus de 500 espèces végétales appartenant à 50 familles (Moritz, 2004). Il attaque les plantes ornementales, les cultures sous serres et les arbres ainsi que le Chrysanthème (Bournier, 2002). *F. occidentalis* est l'agent le plus important de transmission de plusieurs virus qui causent des dommages énormes aux cultures sous serres (Reitz, 2011). (Fig. 14).



Figure 14. Adulte de thrips *Frankliniella occidentalis*
(<https://www.soundhorticulture.com>)

CHAPITRE II
CHAPITRE II

Données expérimentales
Données expérimentales

CHAPITRE II

DONNEES EXPERIMENTALES

Le présent travail a pour objectif l'étude de la diversité entomologique associée à la culture de tomate sous abris d'une part et l'évaluation et le suivi des fluctuations de ces principaux bioagresseurs d'autre part. Le travail a été mené dans deux types de cultures de tomate l'une primeur variété de Daoucen et l'autre de saison variété d'Agora respectivement à Boudouaou El Bahri (Sahel oriental) et à Zéralda (Sahel occidental) au cours des années 2015 et 2016. Afin de garantir un travail plus représentatif et fiable, on a utilisé plusieurs types de pièges avec les mêmes techniques d'échantillonnage pour les deux cultures en veillant aussi à ne pas utiliser des traitements insecticides.

I. METHODOLOGIE

1. Description des sites d'étude

1.1. Site de Boudouaou El Bahri

La commune de Boudouaou El Bahri, se localise dans la wilaya de Boumerdes dont les coordonnées géographiques sont de 3°07' et 3°27' de longitude Est et 36°43' et 36° 49' de l'attitude Nord. Elle s'élève à une altitude de 15 m par rapport au niveau de la mer. Elle est située à 5 km au nord de Boudouaou, à 7 km à l'ouest de Boumerdès à environ 35 km à l'est d'Alger. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par la commune de Réghaia, au sud par la commune de Boudouaou et à l'est par Corso. L'étude a été menée dans une serre d'une superficie de 400 m² à environ 800 mètres au sud du bord de la mer. Celle-ci fait partie d'une ferme privée (E.A.I), spécialisée dans la culture de la tomate, son sol est du type limono sableux (Fig. 15).



Figure 15. Localisation de la commune de Boudouaou El – Bahri

Le site expérimental de Boudouaou El Bahri (Fig. 16) se caractérise par un climat méditerranéen (hivers froids et humides et étés chauds et secs). La pluviométrie est irrégulière et varie entre 500 et 1300 mm/an. Les amplitudes thermiques annuelles sont, en général faibles, ceci est dû à la proximité de la mer. Au cours de notre expérimentation nous avons relevé des températures variant entre 20,5 °C en mai et 25,1°C en juillet. En revanche, la pluviométrie affiche 19 mm en mois de mai et seulement 2 mm en juillet (tableau 3).

Tableau 3. Paramètres climatiques mensuels de la zone d'étude Boudouaou El Bahri entre Mai-Juillet 2016

Paramètres climatiques	Mai	Juin	Juillet
Température moyenne (°C)	20.5	22.8	25.1
Précipitations cumulée (mm)	19	-	2



Figure 16. Localisation du site expérimental de Boudouaou El Bahri

1.2. Site de Zéralda

A Zéralda, l'expérimentation a été réalisée dans le domaine " Kheloufi El Djillali dont les coordonnées géographiques sont de $2^{\circ} 49' 45E$, $36^{\circ} 41' 15N$. Le site se localise à une altitude de 120 m au-dessus de la mer. Il se trouve à 40 km à l'ouest d'Alger (Fig. 17).

Le climat de la région est caractérisé par un hiver humide, un été sec et chaud. Le site est entouré de forêts domaniales et repose sur un sol argilo-argileux à pH neutre et à faible teneur en matière organique (0,57%), avec un calcaire total de 2,25%. L'étude a été menée dans une serre d'une superficie de 400 m² à environ 800 mètres. Le domaine est spécialisé dans la viticulture, les agrumes et les cultures maraîchères, où les principales cultures sont la tomate et le poivron. Les données climatiques consignées dans le tableau nous indiquent que les températures étaient favorables pour le développement de la culture. Elles varient entre $15,1^{\circ}C$ en mois de mars et $22,4^{\circ}C$ en octobre. De même, les précipitations ne dépassaient pas 149 mm. Dans la mesure où la culture était protégée, les précipitations n'ont pas gêné le développement de la culture.

Tableau 4. Paramètres climatiques mensuels de la zone d'étude Zéralda entre Octobre 2015 et Mars 2016.

Paramètres climatiques	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Température moyenne ($^{\circ}C$)	22.4	17.9	16.6	16.2	16.1	15.1
Précipitations cumulée (mm)	149	102	-	73	112	95



Figure 17. Localisation du site expérimental de Zéralda

2. Matériel expérimental

Nous avons utilisé dans le site de Boudouaou El Bahri des pièges chromatiques, des pièges colorés (Bassines jaunes et noires) et les pièges à phéromones (type Delta), alors que dans le site de Zéralda, nous n'avons travaillé avec des pièges chromatiques et les pièges à phéromones (type Delta). Ce dispositif expérimental va permettre d'inventorier l'entomofaune inféodée à la tomate, déterminer les périodes de vol des espèces nuisibles d'une part, et d'autre part comparer l'efficacité des pièges.

2.1. Pièges chromatiques (Plaquettes angulées jaunes)

Ce sont des plaques en matière plastique, de couleur jaune de dimensions 25x40 cm. Ces pièges sont résistants à l'eau et biodégradables, et peuvent être mis en terre après leur utilisation. Ils sont utilisés pour la capture de différentes espèces d'insectes comme les mouches, les aleurodes, les mineuses, les noctuelles, les pucerons, les thrips et autres volants, grâce à la fréquence lumineuse émise par la couleur des plaques engluées (Fig. 18).

Les plaquettes engluées ont été utilisés pour réaliser l'inventaire de l'entomofaune associée à la tomate et l'étude des principaux bioagresseurs de la culture au niveau des deux sites d'étude.

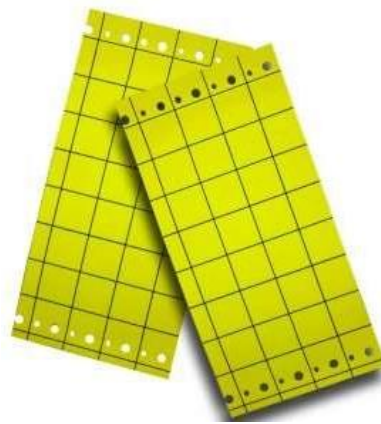


Figure 18. Piège type plaquettes engluées

2.2. Pièges colorés (Bassines jaunes et noires)

Il s'agit des bassines en matière plastique, de couleur jaune et noire (Fig. 19a et b), de dimensions de 25x25cm. Appelés aussi pièges de Moericke, ils sont destinés à capturer les insectes volant se déplaçant au-dessous des milieux prospectés (Duviard et Trehen, 1981). Selon Lamotte et Bourliere (1969), ce type de pièges sont particulièrement efficaces à l'égard des insectes héliophiles et floricoles.

Les bassines ont été remplies à 1/3 d'eau savonneuse en additionnant un peu de détergent afin d'éviter l'envol des insectes. Ils sont ensuite posés au ras du sol à l'intérieur des serres. Elles sont soulevées au fur et à mesure avec la hauteur de la plante. Les insectes vont se noyer dans le liquide en tombant dans le piège. Ces deux types de pièges ont été utilisés pour la capture et le suivi des périodes de vols d'insectes.



a



b

Figure 19. Pièges types bassines jaunes et noires
a: Bassines jaunes, b: Bassines noires

2.3. Pièges à phéromones Delta

Les pièges à phéromone sont constitués de feuilles cartonnées enduites de colle, pourvus d'une sorte de petits bouchons de la taille d'un coude imbibé d'une dose de phéromone femelle qui attire les adultes mâles. Cette phéromone sexuelle est spécifique à chaque espèce animale (mammifères ou insectes). Elle est secrétée par la femelle pour attirer les mâles lors de l'accouplement. La phéromone utilisée est placée dans le piège Delta de couleur verte sur une plaquette engluée blanchâtre. Ce piège a été utilisé pour la capture les adultes d'insectes dans les deux sites (Fig. 20)



Figure 20. Piège à phéromones sexuelles

3. Inventaire de l'entomofaune

L'étude de la diversité entomologique de la tomate a été réalisée dans les deux sites, de Zéralda et de Boudouaou El Bahri. Pour l'inventaire de l'entomofaune a été effectué sur la base de captures d'insectes par les pièges englués jaunes qui ont été placés à l'intérieur de la serre à 1,5m du sol environ à hauteur de la végétation et à raison d'un piège par serre (Fig. 21). Les insectes sont dénombrés et observés sous une loupe binoculaire en vue de leur identification. Parfois on utilise de l'acétate d'Ethyle pour détacher les insectes afin ne pas les abimer et pouvoir réaliser de bons montages entre lames et lamelles à partir desquelles sont effectuées les identifications au laboratoire par nos soins et l'aide du Dr. Saharaoui Lounes de l'ENSA d'El Harrach. On s'est basé également sur les travaux de plusieurs auteurs comme Remmaudiere (1997) et Leclant (1999) pour les pucerons, Iablokoff-Khenzorian (1981) et Gourreaux (1974) pour les coccinelles et Barkou (2018) pour les noctuelles.

L'échantillonnage à Boudouaou El Bahri a été effectué au cours de la période du 2 mai au 31 juillet 2016 tandis qu'à Zéralda, celui-ci a été réalisé entre le 31 octobre 2015 et le 7 mars 2016. Les relevés sur lesquelles sont mentionnés, la spéculation, la date et le lieu de récolte, ont été effectués deux fois par mois pour les deux sites. Les comptages se font pour toutes les espèces.



Figure 21. Emplacement de la plaquette engluée et piège à phéromone dans la serre

4. Périodes de vol des bioagresseurs

Le suivi des périodes de vol des bioagresseurs sur toute la période du cycle végétatif de la tomate, a été mené au niveau des deux sites d'étude sur différentes variétés de tomate en utilisant les pièges Delta comme instrument de capture que l'on place au-dessus de la plante (Fig. 22a). Parallèlement à ce travail, on a jugé utile de suivre les fluctuations de la mineuse *Tuta absoluta* non seulement sur tomate, mais aussi sur une plante de substitution (aubergine). Par ailleurs, il a été comparé l'efficacité de 3 types de piège en l'occurrence les bassines jaunes, les bassines noires munies de capsules à phéromones sexuelles posées à même le sol (Fig. 22b) et le piège Delta dans le but de déterminer leur efficacité quant aux captures des insectes. Pour des problèmes relatifs à la disponibilité du matériel, ce travail a été effectué uniquement sur le site de Boudouaou El Bahri.

5. Récupération et tri des captures

Le contenu des bassines jaunes et noires est récupéré dans des piluliers en matière plastique. Au laboratoire et pour le cas de *Tuta absoluta*, les adultes récupérés des pièges sont directement triés et comptés par type de piège et par variété de tomate. Pour certains spécimens, on a fait recours à des préparations des genitalia après montage entre lames et

lamelles, soit de l'insecte complet ou soit d'un organe pour d'éventuelles observations des critères d'identification de l'espèce. Certains organes sont examinés au microscope afin de confirmer l'espèce c'est le cas des pucerons et quelques Coléoptères ou Diptères.



Figure 22. Emplacement du piège à phéromone dans la serre

6. Identification et montages des insectes

Pour faciliter l'identification des insectes, on a eu recours à des préparations et des montages soit de l'insecte complet ou d'organes servant de critères d'identification de l'espèce. Dans le cas des Diptères et des Hyménoptères, on a effectué plusieurs préparations d'organes entre lames et lamelles en utilisant le liquide de Faure pour leur fixation et leur conservation. Pour le cas des pucerons, les préparations exigent un montage spécial entre lame et lamelle de l'insecte avant son identification. La technique de préparation préconisée est celle citée par Leclant (1999) qui comprend les étapes suivantes :

- ❖ Incision transversale entre le 4^{ème} et le 6^{ème} sternite abdominale, à l'aide d'une épingle entomologique.

- ❖ Dégraissage des pucerons, cette opération consiste à extraire toutes les réserves lipidiques. A cet effet, le puceron est chauffé dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant environ 3 minutes ou plus selon la nature du puceron. L'éclaircissage de l'échantillon nécessite un passage dans une solution de chloral phénol pendant 24 heures pour mettre en évidence certains détails morphologiques non éclaircis auparavant.

- ❖ Montage du puceron est effectué entre lame et lamelle. Dans une goutte de liquide de Faure, le puceron est posé sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes,

les ailes et les pattes (les pattes et les antennes vers le haut, les médianes et les postérieurs vers lebas).

❖ Séchage de l'échantillon s'effectue en mettant le puceron ainsi monté dans une étuve pendant une semaine.

7. Indices écologiques

La qualité de l'échantillonnage, la richesse totale S, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence et constance sont les indices de composition que nous avons utilisés pour l'étude de l'entomofaune.

7.1. Qualité de l'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage permet d'identifier les secteurs pour lesquels l'information faunistique est satisfaisante (Lobo et *al.*, 1997). Elle est représentée par le rapport :

$$a/N.$$

- a : est le nombre de l'espèce vue une seule fois en un seul exemplaire
- N : est le nombre de relevés (Blondel, 1979).

7.2. Richesse totale S

La richesse totale S est égale au nombre total des espèces présentes, elle est obtenue à partir du nombre total des relevées (Blondel, 1979 ; Ramade, 1984).

7.3. Abondance relative

L'abondance relative est une importance numérique relative d'une espèce dans un peuplement. On distingue l'abondance absolue mesurée par la densité de la population de l'espèce dans son habitat et l'abondance relative, appelée probabilité d'occurrence de l'espèce, **pi**. Elle se mesure à partir de descripteurs quantitatifs : dénombrement d'individus, biomasse totale ou encore fréquence d'occurrence (Ramade, 1993)

$$AR = ni / N$$

- **ni**: nombre d'individus d'une espèce i
- **N**: nombre total d'individus toutes espèces confondues.

7.4. Fréquence d'occurrence et constance

La fréquence d'occurrence représente le rapport du nombre d'apparitions d'une espèce donnée n_i au nombre total de relevés N (Dajoz, 1985). Elle est calculée par la formule suivante :

$$C \% = n_i / N \times 100$$

- $C \%$: Fréquence d'occurrence ;
- n_i : Nombre de relevés contenant l'espèce i
- N : nombre total de relevés.

Pour déterminer le nombre de classes de constance ($N.c.$), nous avons utilisé l'indice de Sturge (Scherrer, 1984)

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

Où

- N : nombre total des individus capturés.

Une espèce est accidentelle, si $C\% < 25\%$ (espèce est présente au hasard sans aucun rôle dans le peuplement). Elle est accessoire, si $25\% \leq C\% \leq 50\%$ (n'appartient pas au peuplement mais sert à son fonctionnement). L'espèce est régulière, si $50\% \leq C\% \leq 75\%$ alors qu'elle est constante, si $75\% \leq C\% \leq 100\%$, et omniprésente si $C\% = 100\%$.

7.5. Indice de Shannon H'

Il est actuellement considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité (Blondel *et al.*, 1973). Selon Ramade (1984), cet indice est donné par la formule suivante :

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

- H' : est indice de diversité exprimé en bits
- p_i : est la fréquence relative de l'abondance de l'espèce i .

Il est conseillé d'utiliser conjointement l'indice de Shannon avec l'indice de Simpson et de Hill pour mieux apprécier non seulement la composition, mais aussi la structure des peuplements.

7.6. Indice d'équitabilité E

L'équitabilité est le rapport de la diversité spécifique à la diversité maximale (Ponel, 1983)

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

- H' : est la diversité spécifique
- H'_{\max} : est la diversité maximale.

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Quand E tend vers 0, on dit qu'il y a une ou deux espèces qui dominent le peuplement, dans ce cas le milieu est écologiquement en déséquilibre. Si E tend vers 1, les peuplements sont représentés par des effectifs qui sont sensiblement proches, on dit que le milieu est écologiquement en équilibre.

7.7. Indice de Simpson_1-D

L'indice de Simpson (λ) permet de mesurer la probabilité que deux individus tirés au hasard appartiennent à la même espèce.

$$\lambda = 1 - [\sum NI(NI-1)/N(N-1)]$$

- NI : nombre d'individus de l'espèce considérée
- N : nombre total des individus du peuplement

Selon Dumont (2008), l'ajout des espèces rares à un échantillon ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

7.8. Indice de Hill

L'indice de diversité de Hill est une mesure de l'abondance proportionnelle, qui permet d'associer les indices de Shannon et Simpson. Il est représenté de la manière suivante :

$$\text{Hill} = (1/D) / e^{H'}$$

- $1/D$: inverse de l'indice de Simpson et
- $e^{H'}$: exponentielle de l'indice de Shannon.

Cet indice est un indice synthétique. En effet, il prend en compte les espèces abondantes (Simpson) et les espèces rares (Shannon). Lorsque l'indice de Hill tend vers 0, la biodiversité est plus importante.

7.9. Indice d'Evenness

La diversité des espèces augmente avec la complexité de l'habitat. Cette diversité tient compte à la fois de la richesse et de la régularité des espèces. La régularité est une mesure de l'abondance relative de différentes espèces qui font la richesse d'un territoire. Cette régularité est une composante importante des indices de diversité (Hill, 1973; Turchi et *al.*, 1995; Leinster et Cobbold, 2012) et exprime une répartition uniforme des individus parmi les différentes espèces c'est-à-dire leur régularité.

$$e = H / S$$

- H = Shannon – Indice de diversité de Wiener
- S = nombre total d'espèces dans l'échantillon

7.10. Indices de Margalef

L'indice de Margalef (R) est un moyen simple de mesurer la biodiversité car il fournit des données sur la richesse des espèces végétales. Il mesure le nombre d'espèces par le nombre d'individus spécifiés ou le nombre d'espèces par zone dans un échantillon (Margalef, 1969). Sa formule est :

$$R = S-1/ \ln N$$

- S = nombre d'espèces.
- N = nombre total d'individus.

7.11. Indices de Menhinick

L'indice de diversité de Menhinick (R'), comme l'indice de Margalef, est basé sur le rapport entre le nombre d'espèces et le nombre total d'individus observés, qui augmente avec la taille de l'échantillon, il augmente avec l'augmentation de la taille de l'échantillon.

7.12. Indice alpha de Fisher

L'Indice α de Fisher est la pente de la relation linéaire entre le nombre d'espèces observées et le logarithme du nombre d'individus inventoriés. Cette relation correspond à une distribution d'abondance des espèces en log-séries, valide à l'échelle de la méta-communauté. Son utilisation à l'échelle locale est discutable.

7.13. Barycentre écologique (G).

Le barycentre mesure le centre de gravité de la distribution des présences de l'espèce le long d'un descripteur et situe la position moyenne de chaque espèce le long d'un gradient (Blondel, 1979). Il permet de situer statistiquement et avec précision l'optimum écologiques des espèces. Il s'exprime de la manière suivante.

$$G = \frac{X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + nX_n}{\sum X}$$

- X_1 = Fréquence centésimale de l'espèce dans la classe 1

- X_2 = Fréquence centésimale de l'espèce dans la classe 2 etc...

Lheritier et *al.*, (1979) mentionnent que l'amplitude d'habitat et le barycentre permettent de mieux cerner la façon dont chaque espèce se répartit le long de la succession écologique.

7.14. Amplitude d'habitat (AH)

Pour tirer le maximum d'informations des profils écologiques, nous avons utilisé le paramètre d'amplitude d'habitat (AH) pour chaque espèce afin de mieux mesurer la plasticité écologique vis-à-vis d'un descripteur de milieu. La formule suivante a été appliquée :

$$AH = e^{H'}$$

- e = Base des logarithmes népériens
- H' = Fonction de Shannon.

8. Analyse statistique

Les résultats de l'inventaire de l'entomofaune associée à la tomate, ont été interprétés par l'utilisation des indices écologiques et des méthodes statistiques en utilisant le logiciel PAST (Paleontological Statistics ; version 2.17) et XLStat 2016.

I. RESULTATS

1. Entomofaune associée a la tomate

1.1. Inventaire taxonomique

Les résultats de l'inventaire de l'entomofaune associée à la tomate réalisé dans deux stations l'une à Zéralda (Sahel Nord d'Alger) et l'autre à Boudouaou El Bahri (Mitidja orientale) sont regroupés dans le tableau 5 suivant:

Tableau 5. Diversité entomologique répertoriée sur tomate sous serre à Zéralda et Boudouaou El Bahri

Ordres	Familles	Espèces	Zeralda	Boudouaou El Bahri	Status trophiques
Homoptères	Aphididae	<i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach 1843		+	Phy
		<i>Aphis frangulae</i> Kaltenbach, 1845	+		Phy
		<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	+		Phy
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877	+	+	Phy
		<i>Brachycaudus cardui</i> Linné, 1758	+		Phy
		<i>Brachycaudus helychrysi</i> Kaltembacher, 1843	+		Phy
		<i>Therioaphis trifoli</i> Monell, 1882	+		Phy
		<i>Lypaphis erysimi</i> Kaltenbach 1843	+		Phy
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878	+	+	Phy
		<i>Megoura viciae</i> Buckton, 1876	+		Phy
		<i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776	+	+	Phy
	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius, 1889	+	+	Phy
Psyllidae	<i>Psyllidae sp</i>	+	+	Phy	
Hémiptères	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemorum</i> Linnaeus, 1761	+	+	Pré
		<i>Anthocoridae sp</i>	+		Pré
		<i>Orius (Orius) laevigatus</i> Fieber 1860		+	Pré
	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i> Linnaeus, 1758		+	Omn
	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> Linnaeus, 1758	+		Omn
	Miridae	<i>Nesidiocoris tenuis</i> Reuter, 1895	+	+	Pré
		<i>Lygocoris pabulinus</i> Linnaeus, 1760	+		Phy
	Cicadellidae	<i>Empoasca fabae</i> Harris, 1841	+	+	Phy
<i>Empoasca sp</i>		+	+	Phy	
<i>Graphocephala coccinea</i> Forster, 1771		+	+	Phy	

Névroptères	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, 1836	+	+	Pré
Dermaptères	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> Liaeunns, 1758	+		Omn
Diptères	Syrphidae	<i>Eupeodes corolae</i> Fabricius, 1794	+	+	Pré
		<i>Episyrphus balteatus</i> De geer, 1776	+	+	Pré
		<i>Allographa obliqua</i> Say, 1823		+	Pré
		<i>Sphaerophoria scripta</i> Linnaeus, 1758		+	Pré
	Cecidomyiidae	<i>Mayetiola destructor</i> Say, 1817	+	+	Phy
		<i>Holoneurus marginatus</i> De Meijere, 1901	+	+	Phy
	Agromyzidae	<i>Liriomyza brioniae</i> Kaltenbach, 1958	+	+	Phy
		<i>Agromyzidae</i> sp	+	+	Phy
		<i>Phytomyza</i> sp	+		Phy
	Chloropidae	<i>Chlorops calceatus</i> Meigen, 1830	+	+	Phy
		<i>Thaumatomyia</i> sp	+	+	Phy
	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i> Rob-Desv, 1830	+	+	Nécr
		<i>Lucilia sericata</i> Meigen, 1826	+		Omn
		<i>Calliphora</i> sp	+	+	Nécr
	Muscidae	<i>Musca domerstica</i> Linnaeus, 1758	+	+	Nécr
	Anthomyiidae	<i>Delia platura</i> Meigen, 1826	+		Omn
Sciaridae	<i>Sciaridae</i> sp	+	+	Phy	
Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen, 1830		+	Phy	
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga carnaria</i> Linnaeus, 1758		+	Nécr	
Tephritidae	<i>Dacus olae</i> Gmelin, 1790		+	Phy	
Coléoptères	Coccinellidae	<i>Clitostethus arcuatus</i> Rossi, 1794	+	+	Pré
		<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	+	+	Pré
		<i>Chilocoris bipunctatus</i> Linnaeus, 1758		+	Pré
		<i>Rhyzobius lophantae</i> Blaisdell, 1892		+	Pré
		<i>Scymnus interruptus</i> Goeze, 1777	+	+	Pré
		<i>Stethorus punctillum</i> Weise, 1885	+	+	Pré
	Curculionidae	<i>Otiorhynchus</i> sp	+	+	Phy
		<i>Hypera nigrirostris</i> Fabricius, 1775		+	Phy
	Cantharidae	<i>Malthodes minimus</i> Linnaeus, 1758	+	+	Phy
		<i>Cantharis paludosa</i> Fallén, 1807	+	+	Phy
	<u>Melyridae</u>	<i>Psilothris viridicoerulea</i> Küster, 1850	+	+	Phy
	Bruchidae	<i>Bruchus</i> sp	+		Phy
	Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp		+	Phy
	Chrysomelidae	<i>Epitrix cucumeris</i> Harris, 1851	+		Phy
		<i>Chrysomela</i> sp		+	Phy
Staphilinidae	<i>Staphylin</i> sp	+	+	Pré	
Lépidoptères	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i> Meyrick, 1917	+	+	Phy
	Noctuidae	<i>Chrysodeixis chalcites</i> Esper, 1789	+		Phy
		<i>Agrotis segetum</i> De & Schi., 1775	+		Phy
		<i>Autographa gamma</i> Linnaeus, 1758	+	+	Phy
		<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner, 1808	+	+	Phy

		<i>Lacanobia oleracea</i> Linnaeus, 1758		+	Phy	
Hyménoptères	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	+	+	Poli	
	Cephalidae	<i>Cephus spinipes</i> Panzer 1800	+	+	Phy	
	Braconidae	<i>Apanteles glomeratus</i> Linnaeus, 1758	+	+	Par	
		<i>Aphidius matricariae</i> Haliday, 1834	+		Par	
		<i>Aphidius colemani</i> Viereck, 1912		+	Par	
		<i>Binodoxys angelicae</i> Halliday, 1833	+		Par	
		<i>Aphidius ervi</i> Haliday, 1833	+	+	Par	
		<i>Aphedrus sp</i>	+	+	Par	
		<i>Diaeretiella rapae</i> M'Intosh, 1855	+	+	Par	
		<i>Lysiphlebus testaceipes</i> Marshall, 1896	+	+	Par	
		<i>Choribus sp</i>		+	Par	
		Eulophidae	<i>Pediobius sp</i>			+
	<i>Pnigalio sp</i>		+	+	Par	
	<i>Diglyphus isaea</i> Walker, 1838		+	+	Par	
	<i>Neochrysocharis formosa</i> Westwood, 1833		+	+	Par	
	<i>Chrysocharis sp</i>		+	+	Par	
	Aphelinidae	<i>Aphytis sp</i>	+	+	Par	
		<i>Aphelinus abdominalis</i> Dalman, 1820	+	+	Par	
		<i>Encarcia formosa</i> Gahan, 1924	+	+	Par	
	Andreninae	<i>Endrena flavipes</i> Panzer, 1799	+	+	Poli	
	Crabronidae	<i>Mellinus arvensis</i> Linnaeus, 1758		+	Phy	
	Sphecidae	<i>Pemphredon species</i> Latreille, 1796	+	+	Pré	
	Bethylidae	<i>Rhabdopyris fasciatus</i> Kieffer, 1906		+	Par	
	Figitidae	<i>Aganaspis pelleranoi</i> Brèthes, 1924		+	Par	
	Ichneumonidae	<i>Venturia canescens</i> Gravenhorst, 1829	+	+	Par	
		<i>Stibeutes sp</i>	+	+	Par	
		<i>Isdromus lycaenae</i> Howard	+		Par	
		<i>Nemeritis caudatula</i> Thomson, 1887		+	Par	
		<i>Diadegma sp</i>		+	Par	
	Pteromalidae	<i>Asaphes sp</i>	+		Par	
		<i>Pachyneuron aphidis</i> Bouché, 1834	+		Par	
	Encyrtidae	<i>Surphophagus aphidivorus</i> Mayr, 1876	+		Par	
<i>Ooencyrtus sp</i>			+	Par		
Chalcididae	<i>Haltichella rufipes</i> Olivier 1791	+	+	Par		
Cimbicidae	<i>Cimbex connatus</i> Schrank, 1776		+	Phy		
Vespididae	<i>Vespa germanica</i> Fabricius, 1793	+	+	Pré		
Bombyliidae	<i>Bombylius sp</i>		+	Pol		
Figitidae	<i>Alloxysta victrix</i> Westwood, 1833		+	Par		
Formicidae	<i>Cataglyphus sp</i>	+	+	Phy		
	<i>Messor barbarus</i> Linné, 1767	+	+	Phy		
Thysanoptère	Thripidae	<i>Aeolothrips fasciatus</i> Linnaeus 1758	+	+	Phy	
		<i>Melanthrips pallidior</i> Priesner 1919	+		Phy	

		<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande, 1895	+	+	Phy
		<i>Thrips tabaci</i> Lindeman 1889	+	+	Phy
Total	51	Nombre d'Espèces 111	3507	5262	
			82	86	

Légende: Phy : Phytophage ; Par : Parasite ; Pré : Prédateur ; Poli : Polinisateur ; Nécr : Nécrophage ; Omn : Omnivore

L'inventaire de l'entomofaune associée à la tomate réalisé dans deux stations, l'une à Zéralda (Sahel Nord d'Alger) et l'autre à Boudouaou El Bahri (Mitidja orientale) en 2015 et 2016, nous a permis de recenser un total de 8769 individus qui représentent 111 taxons. Ces derniers sont répartis dans neuf ordres, 51 familles et 115 genres. La station de Boudouaou El Bahri comprend 86 espèces tandis que celle de Zéralda abrite 82 taxons (Tableau 3).

1.2. Répartition de l'entomofaune par ordre taxonomique

Les Hyménoptères prédominent aussi bien à Boudouaou El Bahri qu'à Zéralda. Ils se composent de 33 et 28 espèces respectivement pour Boudouaou El Bahri et Zéralda, soit 37,80 % et 33,75% de l'entomofaune répertoriée. Cet ordre regroupe quatre principales familles, les Braconidae, les Ichneumonidae, les Eulophidae et les Aphelinidae. Par contre, les Diptères abritent 18 taxons à Boudouaou El Bahri et 13 à Zéralda, soit 21,75% et 16,25% de l'entomofaune. Parmi les espèces de ce groupe taxonomique figure un ravageur clé de la tomate *Liriomyza brioniae* qui montre une intense activité dans les deux sites avec des pics respectifs enregistrés en mois de février pour la culture primeur et en juillet pour celle de saison. Deux importants parasites ont été identifiés: *Diglyphus isaea* et *Diglyphus spaux* auxquels il faut rajouter deux prédateurs, *Episyrphus balteatus* et *Eupeodes corolae*. A Boudouaou El Bahri, les Coléoptères arrivent en troisième position avec 13 espèces, soit 15,85%. Ils sont suivis par les Homoptères et les Hémiptères avec 6 taxons chacun. Les Lépidoptères, les Thysanoptères et les Névroptères sont faiblement représentés et comptent respectivement 4 ; 3 et 1 espèces dont les fréquences varient entre 4,88% et 1,22%.

A Zéralda, les Homoptères comprennent 12 taxons tandis que les Coléoptères et les Hémiptères ont respectivement 11 et 6 taxons. Les Lépidoptères et les Thysanoptères comptent 5 et 4 taxons, alors que les Névroptères et les Dermaptères regroupent une seule espèce chacun. Quant aux Homoptères, ils comprennent 12 taxons alors que les Coléoptères et les Hémiptères regroupent respectivement 11 et 6 taxons. Les Lépidoptères et les Thysanoptères comptent 5 et 4 taxons. Les Névroptères et les Dermaptères abritent une seule espèce chacun (Fig. 22).

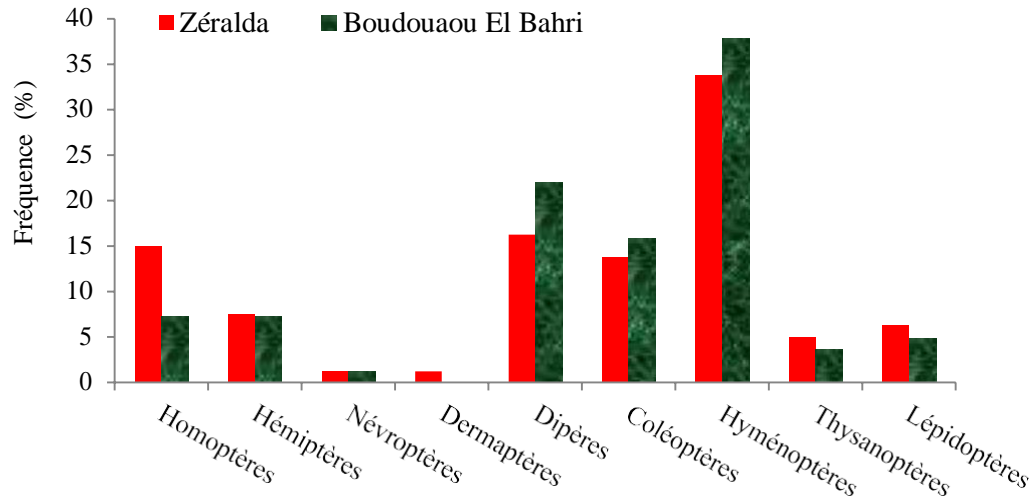


Figure 23. Fréquences par ordre taxonomique de l'entomofaune récoltée à Zéralda et Boudouaou El Bahri

1.3. Répartition de l'entomofaune par famille taxonomique

Dans le site de zéralda, la famille des Aphididae est la plus représentée avec 10 espèces, soit 12,35% de l'effectif total. Les pucerons *Aphis gossypii* et à un degré moindre *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* prédominent et comptent respectivement 233 ; 53 et 40 individus. Les Hyménoptères arrivent en deuxième position avec 07 taxons, soit 8,64% de l'effectif total. Les Braconidae regroupent essentiellement des espèces parasitoïdes si bien que leur présence se justifie par l'abondance des pucerons répertoriés dans la serre. En effet, il existe cinq principales espèces de parasites Hyménoptères aphidiphages: il s'agit de *Aphidius matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Aphidius ervi*, *Lysiphlebus testaceipes* et *Binodoxys angelicae* qui sont présents avec des effectifs respectifs de 81 ; 64 ; 58 ; 57 et 19 individus; soit 2,35%, 1,86%, 1,68%, 1,65% et 0,55%. Chez les parasitoïdes Hyménoptères, nous retrouvons également les Eulophidae, les Aphelinidae et les Ichneumonidae qui comptent 03 espèces chacune. Enfin, les autres familles ne dépassent pas 2 taxons.

Chez les Coléoptères, la famille des Coccinellidae, très connue pour son rôle de régulateur de certains ravageurs de la tomate tels que les pucerons, les acariens et les aleurodes occupent la troisième position avec 4 taxons (4,94%) soit un total de 134 individus. Parmi les coccinelles, il y a lieu de citer *Clitostethus arcuatus* qui possède un régime alimentaire aleurodiphage (40 individus), alors que *Coccinella septempunctata* (20 individus) et *Scymnus interruptus* (1 individu) sont aphidiphages. *Stethorus punctillum* ayant un régime alimentaire acariphage est la mieux représentée dans la mesure où elle regroupe 72

individus, soit 11,96 %. Les Noctuidae (Lepidoptera) comptent 05 taxons, dont *Autographa gamma* prédomine aussi bien à Boudouaou El – Bahri qu'à Zéralda. Les Thysanoptères comprennent principalement 04 espèces appartenant aux Thripidae où les espèces *Thrips tabaci* (193 individus) et *Frankliniella occidentalis* (163 individus) sont les plus nombreuses en raison d'une importante biomasse de nourriture qui leur permet de bien prospérer lors de la floraison des différents bouquets de la tomate (Fig. 24).

Dans la station de Boudouaou El Bahri, l'expérimentation a été réalisée dans une serre de tomate de saison. Pas moins de 5262 individus d'insectes ont été capturés, ils se répartissent dans 46 familles taxonomiques. Contrairement aux résultats de la station de Zéralda, les parasites et les prédateurs prédominent à Boudouaou El Bahri. Les Braconidae parasites constituent 8,05%, ensuite viennent les Eulophidae (5,81%) et les Ichneumonidae (5,75%). Les prédateurs coccinellides comptent un taux de 6,90% et les Syrphidae 4,60%. Les Braconides regroupent les espèces *Aphidius ervi*, *aphedrus sp* et *Choribus sp*, leur prédominance est due à la présence des aphides qui constituent leurs proies essentielles en particulier *Aphis gossypii*. Les Eulophidae et les Ichneumonidae comprennent 5 espèces chacune à savoir *Pediobius sp*, *Pnigalio sp*, *Diglyphus isaea*, *Neochrysocharis formosa*, *Neochrysocharis sp*, *Aganaspis pelleranoi*, *Stibeutes sp*, *Nemeritis caudatula* et *Diadegma sp*. Ces parasites s'attaquent à divers ravageurs notamment les Diptères, les aphides et les chenilles de Lépidoptères. Les prédateurs regroupent principalement les coccinelles qui ont une intense activité dans la serre de tomate, ils comptent 6 taxons qui représentent un taux de 6,98% de l'effectif total. L'espèce aleurodiphage *Clitostethus arcuatus*, est très active en raison de la présence de sa nourriture essentielle l'aleurode *Bemisia tabaci*. En effet, pas moins de 71 individus ont été capturés lors de notre expérimentation. Les Syrphidae, contiennent quatre espèces (4,65%), dont le syrphe *Episyrphus balteatus* prédomine dans la serre où il a été capturé 15 individus ailés. Les principaux bioagresseurs de la tomate sont regroupés dans trois familles: les aphididae représentés par 4 taxons, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum solani* et *Myzus persicae* ayant des effectifs respectifs de 121; 22; 17 et 14 individus. Viennent ensuite les Noctuidae dominées par *Autographa gamma* tandis que les Thripidae comptent deux thrips en l'occurrence *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci*. Ces deux derniers ravageurs montrent une intense activité dans la serre où l'on a recensé 1885 individus (Fig. 24).

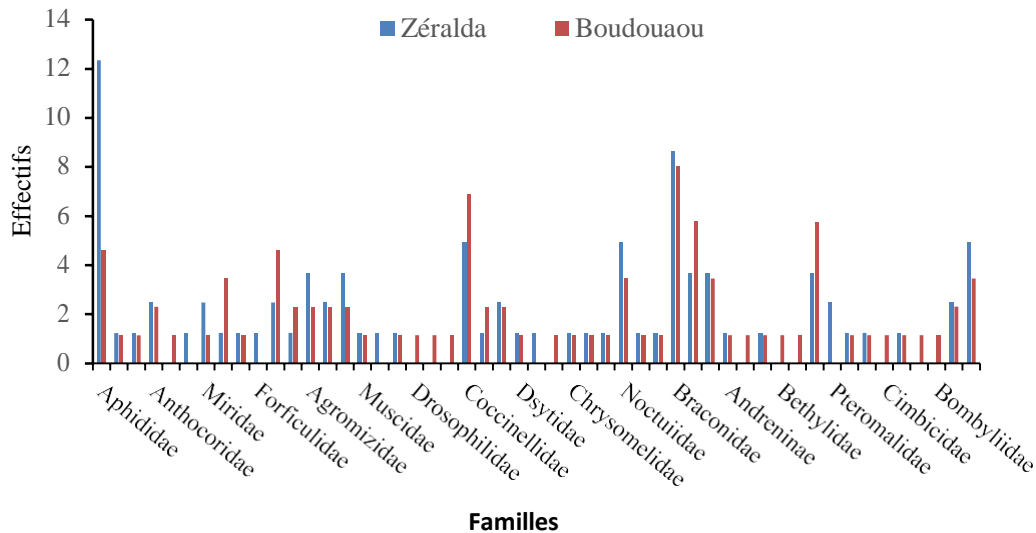


Figure 24. Abondance des familles taxonomique à Zéralda et à Boudouaou El Bahra

1.4. Répartition de l'entomofaune par statut trophique

En plus de l'analyse qualitative et quantitative de l'inventaire, nous avons jugé utile de voir comment cette faune entomologique est structurée et organisée en étudiant non seulement le statut trophique de chaque espèce, mais aussi en appréciant et en évaluant l'impact de l'entomofaune utile dans les deux stations (Tableau 6).

Tableau 6. Répartition des espèces recensées par statuts trophiques

Statuts trophiques	Zéralda	Fréquences (%)	Boudouaou El – Bahri	Fréquences (%)
Phytophages	41	50	37	42,02
Prédateurs	13	15,85	18	20,93
Parasites	20	24,39	23	27,71
Pollinisateurs	2	2,44	3	3,49
Nécrophages	3	3,66	4	4,65
Omnivores	3	3,66	1	1,16
Total	82	100	86	100

En effet, les phytophages représentent le groupe trophique le plus diversifié aussi bien à Zéralda qu'à Boudouaou El Bahri car il regroupe 41 espèces pour la station de Zéralda et 37 pour celle de Boudouaou El Bahri soit respectivement 50% et 42,02% de l'effectif total. Dans cette catégorie nous relevons la dominance des Homoptères avec 12 espèces de

pucerons répertoriées à Zéralda et 6 taxons à Boudouaou El Bahri. Les Coléoptères sont constitués des Curculionidae, des Cantharidae, des Melyridae, des Bruchidae et des Chrysomelidae. Chez les Lépidoptères, nous relevons la présence des 5 noctuelles phytophages *Chrysodeixis chalcites*, *Agrotis segetum*, *Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera* et *Lacanobia oleracea* dont les larves causent d'importants dégâts à la tomate. Les Thysanoptères se composent de deux principales espèces de Thrips phytophages : *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci* ((Fig. 25). A Zéralda, on a dénombré 20 parasites et 13 prédateurs soit respectivement 24,39% et 15.85% de l'effectif total. Les Braconidae aphidiphages, *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Lesiphlebus testaceipes* et *Diaeretiella rapae* montrent une intense activité grâce à la présence d'une importante biomasse de nourriture constituée de pas moins de 12 espèces de pucerons. Chez les prédateurs les coccinelles *Clitostethus arcuatus*, *Stethorus punctillum* et *Coccinella septempunctata* constituent les principaux prédateurs qui vivent dans la serre et profitent de la présence de leur nourriture essentielle respective en l'occurrence l'aleurode *Bemisia tabaci*, divers acariens et pucerons. A Boudouaou El Bahri, le complexe parasites/prédateurs est constitué de 23 parasites et 18 prédateurs soit respectivement 27,71% et 20,93%. Chez les parasites le Braconidae *Aphidius ervi*, l'Eulophidae *Pediobius sp* et l'Aphelinidae *Encacia formasa* sont les plus actifs dans la serre, alors que chez les prédateurs c'est surtout la coccinelle aleurodiphage *Clitostethus arcuatus* qui montre une intense activité au cours de la période de notre expérimentation. On a dénombré deux taxons de pollinisateurs soit 2,44% à Zéralda et 3 espèces soit 3,49% à Boudouaou El Bahri. Elle regroupe les abeilles *Apis mellifera* et *Andrena flavipes* et *Bombylius sp*, cette dernière est présente seulement à Boudouaou El Bahri.

A Zéralda, on a recensé 03 espèces nécrophages et 04 taxons à Boudouaou El Bahri soit respectivement 3,66% et 4,65% de l'effectif total. Chez les nécrophages, nous relevons la présence de *Musca domerstica*, *Calliphora vicina*, *Calliphora sp* dans les deux sites.

Les omnivores sont les moins représentés avec 03 taxons soit 3.66% à Zéralda et une espèce soit 1,16% à Boudouaou El Bahri, il s'agit de *Nezara viridula*, *Forficula auricularia*, *Lucilia sericata*, *Pyrrhocoris apterus*, cette dernière présente seulement à Boudouaou El Bahri.

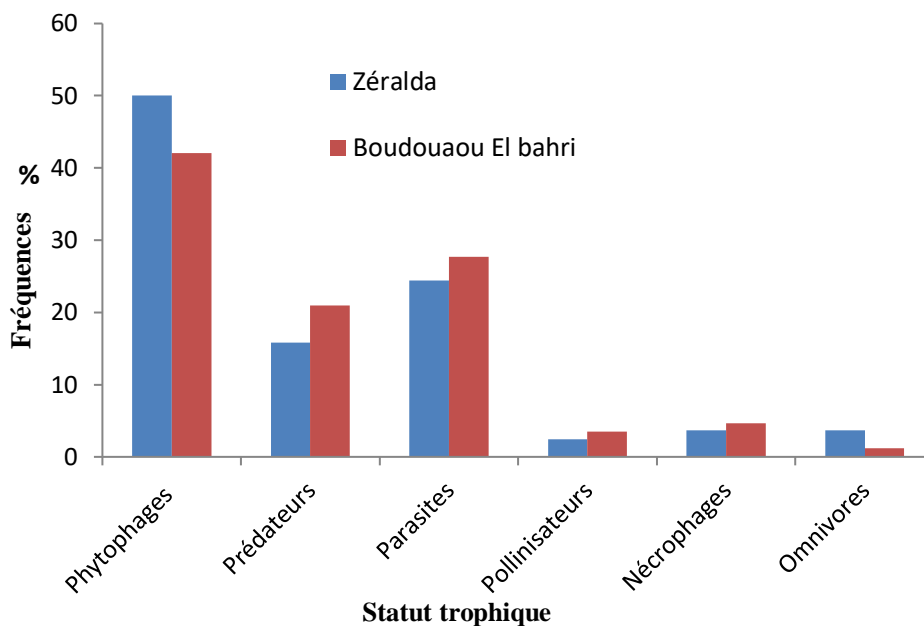


Figure 25. Fréquences de l'entomofaune par statut trophique à Zéralda et Boudouaou El Bahri

2. Qualité d'échantillonnage

La qualité d'échantillonnage (QE) est le quotient du nombre d'espèces contactées une seule fois sur le nombre total de relevés (a/N). D'une façon générale Lorsque a/N est inférieure à 1, on considère que la qualité d'échantillonnage est satisfaisante (Blondel, 1979). Le quotient a/N est égale à 0,71 à Boudouaou El Bahri, cette valeur est inférieure à 1, ce qui donne une qualité d'échantillonnage satisfaisante. A Zéralda a/N est égale à 0,60. Là encore, la qualité d'échantillonnage est également bonne (Tableau 7). La qualité d'échantillonnage a été effectuée sur tomate au cours de la période du 3 octobre 2015 au 7 avril 2016 à Zéralda et du 2 mai au 31 juillet 2015 à Boudouaou El Bahri.

Tableau 7. Qualité d'échantillonnage de l'entomofaune à Zéralda et à Boudouaou El –Bahri

Année	Stations d'étude	
	Boudouaou	Zéralda
Nombre de relevés (N)	7	10
Nombre des espèces notées une fois (a)	5	06
a/N	0,71	0.60

3. Richesse spécifique et courbe de raréfaction

La richesse spécifique de l'entomocénose capturée à l'aide de plaquettes engluées jaunes à Zéralda et Boudouaou El Bahri sont regroupées dans le Tableau 8 et 9 suivant.

Tableau 8. Richesses spécifiques et nombre d'individus de l'entomocénose à Zéralda

Sites	Dates	31/10/ 2015	12/11/ 2015	27/11/ 2015	12/12/ 2015	31/12/ 2015	19/01/ 2016	28/01/ 2016	13/02/ 2016	26/02/ 2016	07/03/ 2016
Zéralda	Taxa	24	36	44	38	48	59	71	74	79	67
	ni	94	232	223	122	169	266	501	705	712	478

Tableau 9.- Richesses spécifiques et nombre d'individus de l'entomocénose à Boudouaou El Bahri

Sites	Dates	02/05/2016	10/05/2016	30/05/2016	10/06/2016	30/06/2016	17/07/2016	30/07/2016
Boudouaou El-Bahri	Taxa	14	36	50	66	72	66	41
	Ni	129	303	594	748	1299	1299	890

ni : Nombre d'individus

L'évolution de la richesse spécifique d'un peuplement est fonction du nombre d'individus dénombrés. Elle est donnée par la représentation graphique de raréfaction appelée également courbe de Michaelis-Menten (Asymptote) (Fig. 26a et b). A Boudouaou El Bahri, la richesse spécifique est plus importante par rapport à Zéralda. En effet il existe 86 espèces à Boudouaou El Bahri contre 82 à Zéralda, quoique la différence est presque négligeable si l'on considère que les espèces dénombrées une ou deux fois peuvent être considérées comme négligeables. Même le nombre d'individus est largement plus élevé à Boudouaou (5562) qu'à Zéralda (3507). La richesse spécifique varie selon les mois. Elle s'élève à 48, 51 et 40 espèces respectivement en mai, juin et juillet tandis qu'à Zéralda celle-ci est plus importante en janvier, février et avril dans la mesure où elle est respectivement de 51, 56 et 52 taxons.

4. Evolution temporelle de la richesse spécifique

L'évolution temporelle de la richesse spécifique va en augmentant d'octobre à février. Elle est la plus élevée aussi bien en début de février qu'à la fin de ce même mois où nous avons compté respectivement 74 et 79 taxa. Au début de l'installation de la tomate c'est-à-dire en date du 31/10 et 12/11/2015, le nombre de taxa reste de loin faible et atteint à peine

24 et 36 taxons. Mais il augmente tout le long du cycle végétatif de la plante avant de décliner en début d'avril à 67 taxons à Zéralda (Fig. 27a). Il se passe la même chose quant à Boudouaou El Bahri où au début de la plantation, la richesse spécifique est faible, elle s'élève à 14 taxa en date du 2/5/2016 et de 36 en date du 10/5/2016. Ensuite, celle-ci croît progressivement pour atteindre 72 en fin juin en passant par 50 au 30/5/2016 (Fig. 27b)

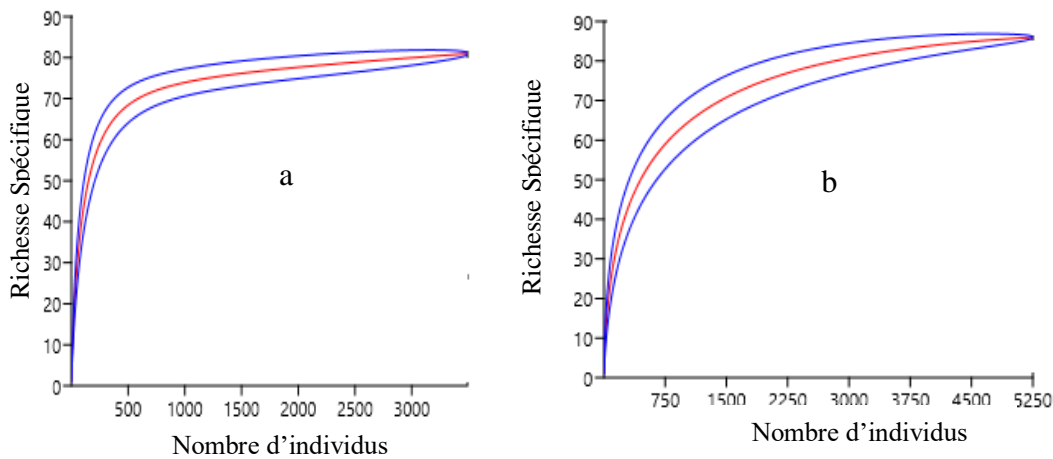


Figure 26. Courbe de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus
a : Zéralda, b : Boudouaou El Bahri

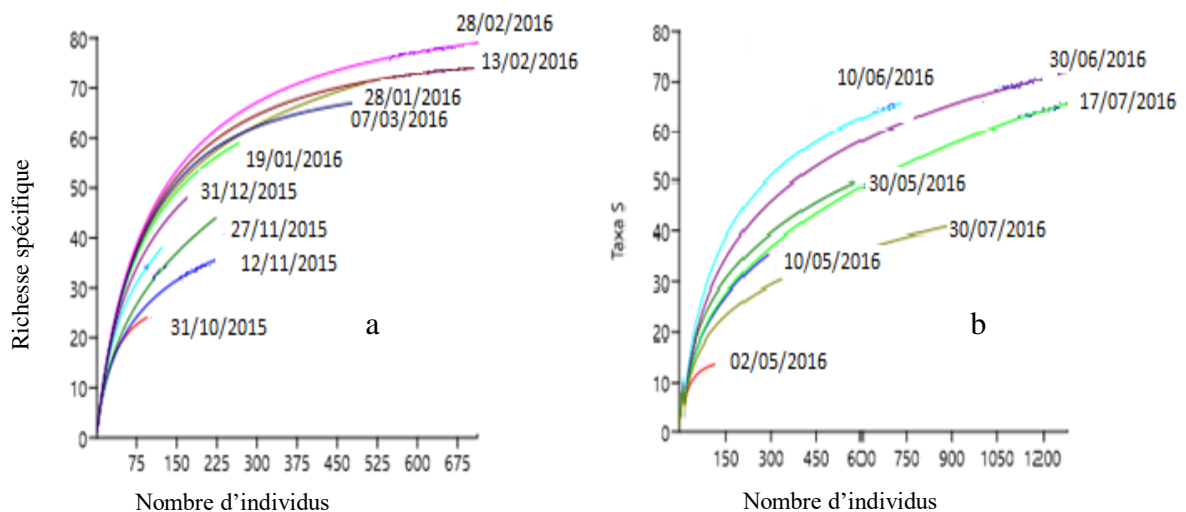


Figure 27. Courbe de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) mensuelle de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus
a. Zéralda, b. Boudouaou El Bahri

5. Comparaison de la richesse spécifique entre les sites

La comparaison de la richesse spécifique et de l'abondance des espèces entre le site de Zéralda et celui de Boudouaou El Bahri montre que ce dernier est mieux pourvu en espèces y compris de point de vu nombre d'individus, ce qui est représentée toujours par la courbe de Michaelis-Menten (Asymptote). En effet, le site de Zéralda se distingue par une richesse spécifique plus importante au début de l'installation de la culture et même à la fin du cycle végétatif de la tomate où il a été enregistré 79 espèces. Quant à Boudouaou El Bahri, bien que la richesse spécifique soit moindre, puisque nous avons compté 72 espèces, voit sa courbe se prolonger en raison de son nombre d'individus par rapport à Zéralda. En effet, cette dernière comprend de 3502 contre 5262 individus (Fig. 28).

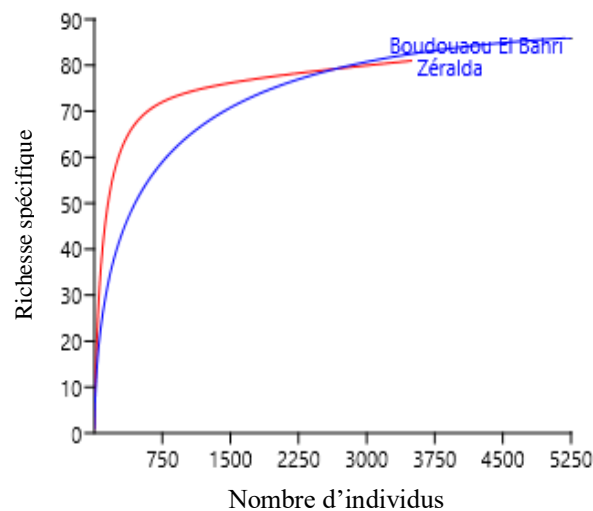


Figure 28. Comparaison des Courbes de raréfaction de Michaelis-Menten (Asymptote) entre les sites de Zéralda et Boudouaou

6. Indices de diversité

Dans le but de caractériser la diversité spécifique des peuplements de l'entomofaune répertoriée dans les deux sites d'étude, nous avons calculé plusieurs paramètres écologiques en particulier l'abondance, l'indice de Shannon (H'), l'indice d'équitabilité (E) l'indice de Simpson, l'indice de Hill, l'indice d'Evenness e^H/S , l'indice de diversité de Margalef, l'indice de diversité de Menhinick et l'indice de Fisher alpha. Les résultats sont reportés dans les tableaux 8 et 9.

a. Indice de diversité de Shannon et équitabilité

L'abondance de l'entomofaune dans la serre de tomate primeur est la plus élevée en février où il a été dénombré un total de 1417 individus alors que le minimum de capture a été enregistré en octobre avec 64 individus. La diversité mensuelle de Shannon est en général acceptable, elle est supérieure à 2,72 bits et va en augmentant jusqu'à février (3,72) avant de décliner en avril (3,68). Lorsque l'indice de diversité est inférieur à 2, on considère que celle-ci est faible. On parle de diversité moyenne, lorsque l'indice est compris entre 2 et 3 bits, et celle-ci élevée lorsque l'indice de Shannon est compris entre 4 et 5. Elle est très forte et élevée quand elle dépasse 5 bits. D'une façon générale l'équitabilité varie de 0,82 novembre et 0,91 en octobre et tend, par conséquent, vers 1. On dit, dans ce cas, que le peuplement est représenté par un nombre d'individus proches et qu'il n'y a aucune espèce qui domine. Le milieu est alors dit en équilibre écologique (Tableau 10). Dans le site de Boudouaou El Bahri, les indices mensuels de diversité ne diffèrent guère de ceux de Zéralda et évoluent sensiblement de la même façon. Ils varient de 2,21 en mai à 3,31 bits en ce même mois, ce qui représente une diversité là encore acceptable ou moyenne. Ils sont légèrement moins

élevés que ceux de Zéralda. Les valeurs de l'équitabilité tendent vers 1, ce qui nous donne là encore, un milieu écologiquement équilibré sauf peut-être pour juillet où une espèce domine d'une façon négligeable le peuplement du fait de son équitabilité qui s'élève à 0,63 (Tableau 11).

b. Indice de Simpson

L'indice de Simpson est la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce dans un peuplement. Plus il est proche de 1, plus le peuplement est homogène. En effet il varie entre 0,93 en fin octobre à 0,97 pour le mois de décembre février et mai à Zéralda (Tableau 10). Les valeurs de cet indice à Boudouaou El Bahri, bien qu'elles soient élevées, restent plus basses que celle de Zéralda. Elles oscillent entre 0,85 au milieu de juillet environ à 0,84 en début de juin (Tableau 11). Nous rappelons que l'indice de diversité de Simpson donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Celui-ci traduit donc la codominance de plusieurs espèces dans la mesure où il tend vers 1 aussi bien à Zéralda qu'à Boudouaou El Bahri.

c. Indice de Hill

L'indice de Hill est la synthèse de l'indice de Simpson qui prend en compte les espèces abondantes et l'indice de Shannon qui tient compte des espèces rares. Il compare les indices de Shannon et de Simpson. Pour plus de commodités, il est possible de convertir l'indice de Hill en 1-Hill afin que celui-ci soit croissant avec la biodiversité présente. Plus l'indice de Hill s'approche de 1, et plus la diversité est maximale. En effet à Zéralda, ses valeurs varient de 0,65 en date du 27/11/2015 à 0,83 en date du 19/01/2016 (Tableau 10). Dans l'ensemble il tend vers 1 pour toutes les sorties que nous avons effectuées lors de notre travail de recherches. En revanche pour Boudouaou El Bahri, l'indice de Hill est faible, notamment en fin de mai et de juin et même à la fin de juillet où il a été enregistré respectivement du 0,53 ; 0,49 ; 0,47 et 0,53. Il faut noter qu'exceptionnellement, seul le mois de mai se distingue par une diversité de 0,73 que l'on peut considérer comme proche de 1 (Tableau 11).

d. Indice d'Evenness e^H/S

L'indice d'Evenness e^H/S est obtenu en divisant l'indice de diversité H de Shannon par le logarithme népérien de la richesse spécifique $\ln(S)$. La régularité des espèces varie de zéro à un. Lorsque celle-ci est de zéro, la régularité est insignifiante et quand elle tend vers 1 la régularité est complète c'est-à-dire que le milieu est en équilibre écologique.

Tableau 10. Richesses spécifiques, abondances et indices de diversité des espèces à Zéralda en 2015 et 2016

Paramètres	31/10/2015	12/11/2015	27/11/2015	12/12/2015	31/12/2015	19/01/2016	28/01/2016	13/02/2016	26/02/2016	07/03/2016
Taxa_S	24	36	44	38	48	59	71	74	79	67
Individuals	94	232	223	122	169	266	501	705	712	478
Dominance_D	0,07	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Shannon_H	2,89	2,95	3,09	3,29	3,50	3,69	3,81	3,87	3,91	3,78
Equitability_J	0,91	0,82	0,82	0,90	0,90	0,90	0,89	0,90	0,89	0,90
Simpson 1-D	0,93	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Hill (1-Hill)	0,79	0,75	0,65	0,75	0,76	0,83	0,74	0,70	0,67	0,76
Evenness e^H/S	0,75	0,53	0,50	0,71	0,69	0,68	0,64	0,64	0,63	0,65
Margalef	5,06	6,43	7,95	7,70	9,16	10,39	11,26	11,13	11,88	10,70
Menhinick	2,48	2,36	2,95	3,44	3,69	3,62	3,17	2,79	2,96	3,07
Fisher_alpha	10,41	11,93	16,42	18,93	22,36	23,49	22,59	20,84	22,73	21,21

Tableau 11. Richesse spécifiques, abondances et indices de diversité mensuelle des espèces à Boudouaou El Bahri en 2016

Paramètres	02/05/ 2016	10/05/ 2016	30/05/ 2016	10/06/ 2016	30/06/ 2016	17/07/ 2016	30/07/ 2016
Taxa_S	14	36	50	66	72	66	41
Individuals	129	303	594	748	1299	1299	890
Dominance_D	0,14	0,10	0,10	0,06	0,10	0,15	0,14
Simpson_1-D	0,86	0,90	0,90	0,94	0,90	0,85	0,86
Shannon_H	2,21	2,74	2,93	3,31	3,02	2,65	2,53
Equitability_J	0,84	0,76	0,75	0,79	0,71	0,63	0,68
Simpson_1-D	0,86	0,90	0,90	0,94	0,90	0,85	0,86
1 – Hill	0,73	0,65	0,53	0,61	0,49	0,47	0,53
Evenness_e^H/S	0,65	0,43	0,38	0,42	0,29	0,21	0,30
Margalef	2,68	6,13	7,67	9,82	9,90	9,07	5,89
Menhinick	1,23	2,07	2,05	2,41	2,00	1,83	1,37
Fisher_alpha	3,99	10,64	13,01	17,46	16,43	14,69	8,88

Contrairement à l'équitabilité, l'indice d'Evenness indique que la régularité est faible au début et à la fin du mois de novembre puisqu'elle est de 0,53 et 0,50. Pour les mois suivants, le milieu est en équilibre comme nous l'avions déjà montré avec l'équitabilité (Tableau 10). Contrairement à Zéralda, le site de Boudouaou El Bahri se distingue par des valeurs basses de l'indice d'Evenness à l'opposé de l'équitabilité. Celui-ci est 0,21 en juillet et 0,29 en juin. On peut dire, par conséquent que le milieu est en quelque sorte en déséquilibre écologique exception faite de la première décade de mai où cet indice est de 0,65 c'est-à-dire que le milieu est en équilibre précaire (Tableau 11)

e. Indice de Fisher alpha

L'indice alpha de Fisher (α) est un modèle d'abondance dérivé d'une série logarithmique et utilise uniquement le nombre d'espèces (S) et le nombre total d'individus (N). Plus la valeur est élevée, plus la dominance d'une d'espèce est (S) est faible. En effet les valeurs sont très élevées et varient entre 10,41 en octobre à 23,49 à la deuxième décade de janvier, ce qui donne un milieu où les espèces vivent dans un biotope écologiquement équilibré et qu'il n'existe pas d'espèces qui dominant le peuplement dans le site de Zéralda (Tableau 10). L'indice de Fisher (α) à Boudouaou El Bahri, se caractérise par une valeur très faible notamment en début de mai (3,99) indiquant un milieu complètement en déséquilibre. A partir de la deuxième décade de mai, l'indice alpha de Fisher augmente à 10,64 puis continue son ascension à 16,43 en fin juin en passant par la deuxième décade de juin (17,46). On est donc

en présence d'un milieu écologiquement équilibré (Tableau 11).

f. Indice de diversité de Margalef et Indice de diversité de Menhinick

Dans le but de corriger les erreurs dûes au fait que les sites étudiés n'ont pas la même taille, nous avons jugé utile de faire les calculs d'indices biocénétiques à savoir l'indice de diversité de Margalef et celui de Menhinick pour avoir une idée plus précise sur l'inventaire de l'entomofaune. L'indice de diversité de Margalef permet d'estimer la richesse spécifique absolue, indépendamment de la taille de l'échantillon. Il est utilisé pour vérifier la diversité dans différents sites, et permet aussi de pondérer la taille des échantillons. L'indice de diversité de Menhinick est similaire à l'indice de Margalef, il est basé sur la relation entre le nombre d'espèces et le nombre total d'individus observés, il augmente avec l'augmentation de la taille de l'échantillon comme l'indiquent les résultats regroupés dans le tableau 10 où les valeurs sont largement supérieures à zéro dans le site de Zéralda et celui de Boudouaou El Bahri (Tableau 11). Ces indices indiquent que les peuplements sont représentés par des espèces ayant des effectifs égaux sans que l'une d'entre elles domine.

7. Distribution d'abondance, modèle de Motomura

Le modèle de Motomura ou modèle de distribution d'abondances est une relation linéaire entre le logarithme de l'abondance et le rang. La constante de milieu ou constante de Motomura (m) s'écrit comme suite $a = \log m$ où a est la pente de la droite. Il est dit approximatif lorsque le coefficient de corrélation est au-dessus du seuil 0,95. Il peut être considéré comme assez rigoureux lorsqu'il est au-dessus de 0,98 et au-dessus de 0,99 comme rigoureux. Par contre la constante de Motomura est de 0,94 pour Zéralda et 0,93 pour Boudouaou El Bahri, indiquent que les groupes fonctionnels de l'entomocénose évoluent de la même manière ou se distinguent par une grande ressemblance structurale de l'entomocénose entre les deux sites. La loi de Motomura passe donc pour assez rigoureuse parce que leurs coefficients de corrélation sont inférieurs à 0,95 (Tableau 10). Dans le diagramme rang/fréquence les consommateurs primaires occupent les premiers rangs d'abondance, il s'agit de du puceron *Aphis gossypii*, l'aleurode *Bemisia tabaci*, les thrips *Francliniella occidentalis* et *Thrips tabaci* à cela s'ajoute diverses Agromyzidae. Les consommateurs secondaires occupent les rangs moyens aussi bien à Zéralda qu'à Boudouaou El Bahri. La covariance est très élevée, ce qui montre que l'entomocénose évolue de la même manière dans les deux stations (Fig. 29 et 30). La comparaison des pentes des droites sont presque identiques et donc non significatives ($F=0,10$, $ddl= 1; 153$; $P < 0,01$) et la constante de

Motomura est également presque la même (0,94 pour Zéralda et 0,93 pour Boudouaou El Bahri) (Tableau 12).

Tableau 12. Paramètres du milieu Motomura de Zéralda et de Boudouaou El Bahri

Paramètres	Zéralda	Boudouaou El Bahri
Droite de régression	$q_i = - 0,0563 * i + 1,7685$	$q_i = -0,0691X * i + 1,4261$
Coefficient de corrélation	$r = 0,95$	$r = 0,97$
Constante de Motomura	$m = 0,94$	$m = 0,93$

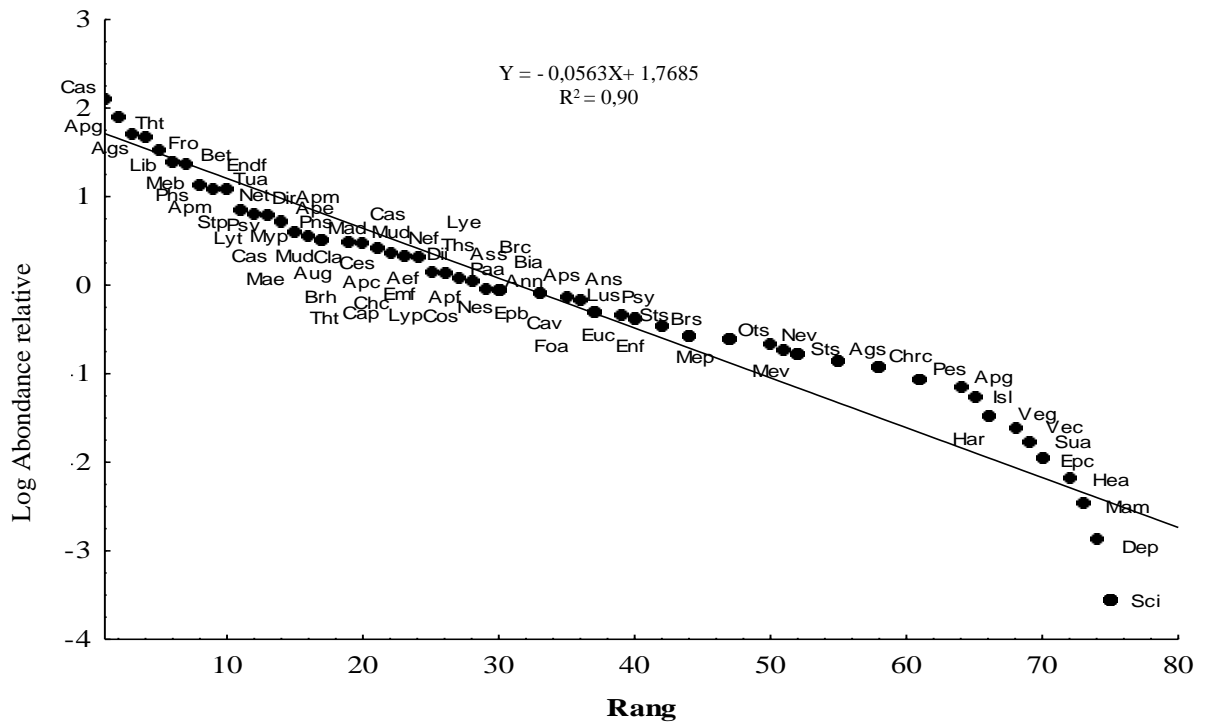


Figure 29. Ajustement du complexe entomologique fonctionnel à la série géométrique du modèle de Motumura rang et logarithmes des abondances à Zéralda

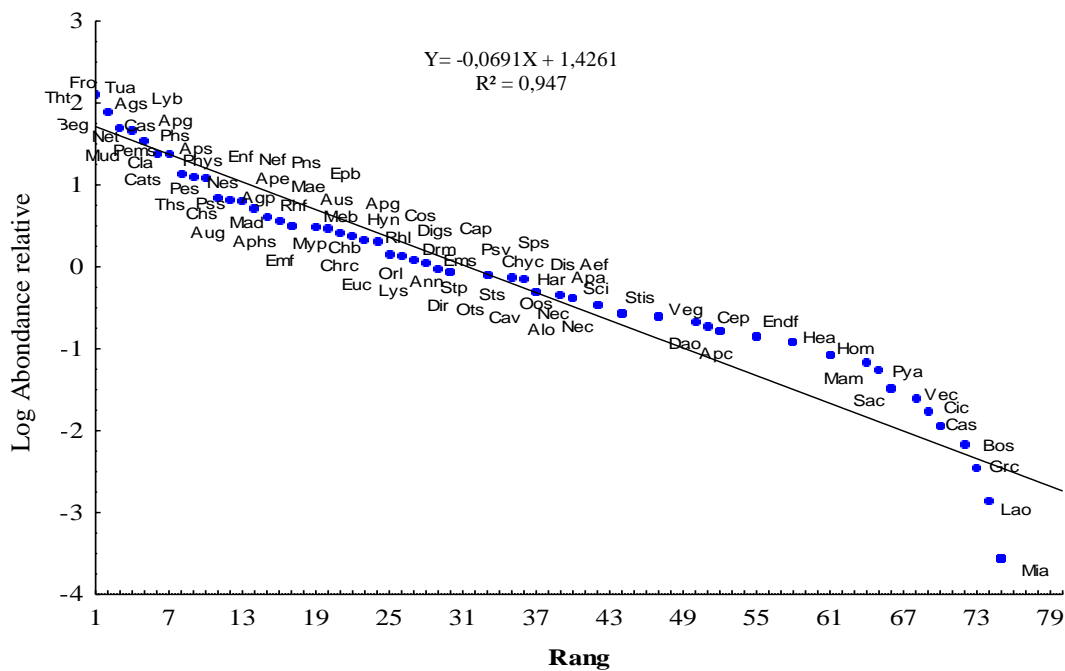


Figure 30. Ajustement du complexe entomologique fonctionnel à la série géométrique du modèle de Motumura rang et logarithmes des abondances à Boudouaou El Bahri

Légende

Aphis gossypii (**Apg**), *Macrosiphum euphorbiae*(**Mae**), *Bemisia tabaci*, *Anthocoris nemorum*(**Ann**), *Nesidiocoris tenuis* (**Net**), *Empoasca fabae* (**Emf**), *Chrysoperla carnean* (**Chc**), *Eupeodes corolae* (**Euc**), *Episyrphus balteatus*(**Epb**), *Mayetiola destructor*(**Mad**) *Liriomyza brioniae*(**Lib**), *Agromyzidae sp*(**Ags**), *Chlorops calceatus*(**Chc**), *Thaumatomyia sp*(**Ths**), *Calliphora vicina*(**Cav**), *Calliphora sp* (**Cas**), *Musca domerstica*(**Mud**), *Phoridae sp* (**Phs**), *Clitostethus arcuatus*(**Cla**), *Coccinella septempunctata* (**Cos**), *Scymnus interruptus*(**Sci**), *Stethorus punctillum*(**Stp**), *Otiorynchus sp* (**Ots**), *Malthodes minimas* (**Mam**), *Cantharis paludosa*(**Cap**), *Psilothris viridicoerulea*(**Psv**), *Staphylin sp*(**Sts**), *Tuta absoluta* (**Tua**), *Autographa gamma*(**Aug**), *Helicoverpa armigera*(**Hea**), *Apis mellifera* (**Apm**), *Aphidius ervi*(**Ape**), *Aphedrus sp*(**Aps**), *Diaeretiella rapae* (**Dir**), *Apanteles glomeratus*(**Apg**), *Pnigalio sp*(**Pns**), *Neochrysocharis formosa*(**Nef**), *Neochrysocharis sp*(**Nes**), *Aphytis sp*(**Aps**), *Aphelinus abdominalis*(**Apa**), *Encarcia formosa*(**Enf**), *Endrena flavipes*(**Enf**), *Pemphredon species*(**Pes**), *Venturia canescens* (**Vec**), *Siibeutes sp*(**Sts**), *Haltichella rufipes*(**Har**), *Vespa germanica*(**Veg**), *Cataglyphus sp*(**Cas**), *Messor barbarus*(**Meb**), *Aeolothrips fasciatus*(**Aef**), *Frankliniella occidentalis*(**Fro**), *Thrips tabaci*(**Tht**), *Lucilia sericata*(**Lus**), *Delia platura*(**Dep**), *Bruchus sp*(**Brs**), *Epitrix cucumeris*(**Epc**), *Chrysodeixis chalcites*(**Chc**), *Agrotis segetum*(**Ags**), *Cephus spinipes*(**Ces**), *Aphidius matricariae* (**Apm**), *Binodoxys angelicae*(**Bia**), *Lysiphlebus testaceipes*(**Lyt**), *Diglyphus isaea*(**Dii**), *Isdromus lycanae*(**Isl**), *Asaphes sp*(**Ass**), *Pachyneuron aphidis* (**Paa**), *Surphophagus aphidivorus*(**Sua**), *Melanthrips pallidior*(**Mep**), *Allographa obliqua*(**Alo**), *Sphaerophoria scripta*(**Sps**), *Aphidius colemani*(**Apc**)

8. Statut écologique de l'entomocénose

a. Site de Zéralda

Les fréquences d'occurrence et les constances de l'entomocénose associée à la tomate répétoriée à Zéralda, montrent qu'il existe 7 espèces dont les fréquences sont inférieures ou égales à 10%, indiquant l'existence des taxons rares (Tableau 11), il s'agit de *Delia platura*, *Scymnus interruptus*, *Malthodes minimas*, *Epitrix cucumeris*, *Helicoverpa armigera*, et *Venturia canescens*. Les taxons *Haltichella rufipes*, *Vespa germanica*, *Isdromus lycaenae* et *Chrysoperla carnea* sont accidentelles car leurs fréquences d'occurrence varient entre 20 et 30%. Les espèces régulières sont au nombre de 7 et leurs fréquences sont supérieures ou égales à 40%, ils sont représentés par les pucerons *Macrosiphum euphorbiae* et *Megoura viciae*, la punaise *Nezara viridula* et la noctuelle *Chrysodeixis chalcites*, les parasites *Apanteles glomeratus*, et *Pemphredon* et le Diptère. *Phytomyza sp.* Les taxons accessoires sont très importants car ils regroupent 19 espèces à savoir les pucerons *Aphis frangulae*, *Brachycaudus cardui* et *Theriothis trifoli*, les Diptères *Calliphora vicina*, *Eupeodes corolae* et *Episyrphus balteatus*, la noctuelle *Agrotis segetum*, les parasites Hyménoptères *Encarcia formosa*, *Stibeutes sp*, *Binodoxys angelicae*, *Aphedrus sp*, *Diglyphus isaea*, *Neochrysocharis formosa*, et *Aphytis sp*, le Thrips *Melanthrips pallidior*, *Psyllidae sp*, les Coléoptères *Otiorhynchus sp*, *Staphyla sp* et enfin l'Anthocoridae *Anthocoris nemoralis*.

Les espèces ayant des fréquences d'occurrence entre 70% à 80 % sont constantes, ils sont au nombre de 21 et ils se composent de *Lygocoris pabulinus*, *Forficula auricularia*, *Cantharis paludosa*, *Psilothris viridicoerulea*, *Bruchus sp*, les pucerons *Lypaphis erysimi*, *Aphis craccivora* et *Myzus persicae*, l'aleurode *Bemesia tabaci*, le Meridae *Nesidiocoris tenuis*, l'Anthocoridae *Anthocoridae sp*, les coccinelles *Coccinella septempunctata*, *Clitostethus arcuatus* et *Stethorus punctillum*. Le thrips *Aeolothrips fasciatus*, les Diptères *Chlorops calceatus*, *Mayetiola destructor*, *Lucilia sericata*, les Hyménoptères *Cephus spinipes*, *Asaphes sp* et *Pachyneuron aphidis* (Tableau 13).

Enfin les espèces omniprésentes sont les plus importantes, elles se composent de 24 espèces, parmi lesquelles il y a des bioagresseurs de la tomate comme *Aphis gossypii*, *Brachycaudus helychrysi*, *Liriomyza brioniae*, *Tuta absoluta*, *Autographa gamma*, *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci*, les parasites Hyménoptères *Aphidius matricariae*, *Aphidius ervi*, *Diaeretiella rapae*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Pnigalio sp*, *Neochrysocharis sp*, *Aphelinus abdominalis*, les fourmis *Cataglyphus sp*, *Messor barbarius*, les polinisateurs

Andrena flavipes et *Apis mellifera*, les Diptères *Calliphora sp*, *Phoridae sp* et *Musca domestica*. *Thaumatomyia sp*, *Agromyzidae sp* et la Cicadellidae, *Empoasca fabae* (Fig. 31).

Tableau 13. Statut écologique de l'entomocénose fonctionnelle sur tomate primeur à Zéralda en 2015 et 2016.

Espèces	Statut écologique
<i>Aphis frangulae</i>	Accessoire
<i>Aphis craccivora</i>	Constantes
<i>Aphis gossypii</i>	Omniprésentes
<i>Brachycaudus cardui</i>	Accessoire
<i>Brachycaudus helychrysi</i>	Omniprésentes
<i>Therioaphis trifolii</i>	Accessoire
<i>Lypaphis erysimi</i>	Constante
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Régulière
<i>Megoura viciae</i>	Régulière
<i>Myzus persicae</i>	Constantes
<i>Bemisia tabaci</i>	Constantes
<i>Psyllidae sp</i>	Accessoire
<i>Anthocoris nemorum</i>	Accessoire
<i>Anthocoridae sp</i>	Constante
<i>Nezara viridula</i>	Régulière
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Constantes
<i>Lygocoris pabulinus</i>	Constante
<i>Empoasca fabae</i>	Omniprésente
<i>Chrysoperla carnea</i>	Accidentelle
<i>Forficula auricularia</i>	Constante
<i>Eupeodes corolae</i>	Accessoire
<i>Episyrphus balteatus</i>	Accessoire
<i>Mayetiola destructor</i>	Constante
<i>Liriomyza brioniae</i>	Omniprésente
<i>Agromyzidae sp</i>	Omniprésente
<i>Phytomyza sp</i>	Régulière
<i>Chlorops calceatus</i>	Constante
<i>Thaumatomyia sp</i>	Omniprésente
<i>Calliphora vicina</i>	Accessoire
<i>Lucilia sericata</i>	Constante
<i>Calliphora sp</i>	Omniprésente
<i>Musca domestica</i>	Omniprésente
<i>Delia platura</i>	Rare
<i>Phoridae sp</i>	Omniprésente
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Constante
<i>Coccinella septempunctata</i>	Constante
<i>Scymnus interruptus</i>	Rare
<i>Stethorus punctillum</i>	Constante

<i>Otiorhynchus sp</i>	Accessoire
<i>Malthodes minimas</i>	Rare
<i>Cantharis paludosa</i>	Constante
<i>Psilothris viridicoerulea</i>	Constante
<i>Bruchus sp</i>	Constante
<i>Epitrix cucumeris</i>	Rare
<i>Staphylin sp</i>	Accessoire
<i>Tuta absoluta</i> <i>Meyrick</i>	Omniprésente
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	Régulière
<i>Agrotis segetum</i>	Accessoire
<i>Autographa gamma</i>	Omniprésente
<i>Helicoverpa armigera</i>	Rare
<i>Apis mellifera</i>	Omniprésente
<i>Cephus spinipes</i>	Constante
<i>Apanteles glomeratus</i>	Régulière
<i>Aphidius matricariae</i>	Omniprésente
<i>Binodoxys angelicae</i>	Accessoire
<i>Aphidius ervi</i>	Omniprésente
<i>Aphedrus sp</i>	Accessoire
<i>Diaeretiella rapae</i>	Omniprésente
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Omniprésente
<i>Pnigalio sp</i>	Omniprésente
<i>Diglyphus isaea</i>	Accessoire
<i>Neochrysocharis formosa</i>	Accessoire
<i>Neochrysocharis sp</i>	Omniprésente
<i>Aphytis sp</i>	Accessoire
<i>Aphelinus abdominalis</i>	Omniprésente
<i>Encarcia formosa</i>	Accessoire
<i>Endrena flavipes</i>	Omniprésente
<i>Pemphredon species</i>	Régulière
<i>Venturia canescens</i>	Rare
<i>Stibeutes sp</i>	Accessoire
<i>Isdromus lycaenae</i>	Accidentelle
<i>Asaphes sp</i>	Constante
<i>Pachyneuron aphidis</i>	Constante
<i>Surphophagus aphidivorus</i>	Rare
<i>Haltichella rufipes</i>	Accidentelle
<i>Vespa germanica</i>	Accidentelle
<i>Cataglyphus sp</i>	Omniprésente
<i>Messor barbarus</i>	Omniprésente
<i>Aeolothrips fasciatus</i>	Constante
<i>Melanthrips pallidior</i>	Accessoire
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Omniprésente
<i>Thrips tabaci</i>	Omniprésente

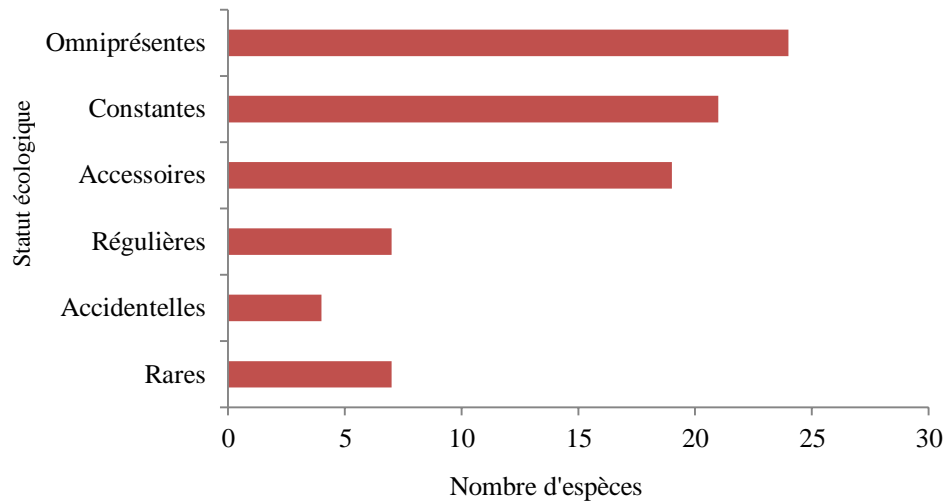


Figure 31. Statut écologique de l'entomocenose à Zéralda

b. Site de Boudouaou El-Bahri

13 espèces sont capturées par la méthode de plaquettes engluées jaunes et ont une fréquence d'occurrence de 100 %. Elles sont donc, considérées comme omniprésentes et regroupent en particulier, des bioagresseurs de la tomate (Fig. 32). Nous citons à cet effet, *Tuta absoluta* principal ravageur de la tomate, le puceron *Aphis gossypii*, le thrips *Frankliniella occidentalis*, l'aleurode *Bemesia tabaci* et le Diptère *Liriomyza brioniae*. Les espèces ayant des fréquences d'occurrence inférieure à 15% sont au nombre de 7. Elles ont un statut d'espèces rares : il s'agit de *Bombylius sp*, *Carpophilus sp*, *Cimbex connatus*, *Graphocephala coccinea*, *Lacanobia oleracea*, *Millinus arvensis* et *Venturia canescens*. 13 espèces accidentelles affichent des fréquences d'occurrences comprise entre 24,42% et 32,56%, c'est le cas de *Aeolothrips fasciatus*, *Aphidius colemani*, *Cephus pygmatius*, *Dacus olae*, *Endrena flavipes* et *Helicoverpa armigera*. 17 taxons sont réguliers, le syrphidae *Allographa obliqua*, l'Aphelinidae *Aphelinus abdominalis*, le Diptère *Calliphora vicina*, le Chrysope *Chrysoperla carnea* et le parasite Braconidae *Diaeretiella rapae*. Les taxons accessoires au nombre de 18 se composent de *Apanteles glomeratus*, *Apis mellifera*, *Cantharis paludosa*, *Cataglyphus sp* et les prédateurs coccinellides *Chilocorus bipunctatus* et *Coccinella septempunctata*. Les espèces *Aphitis sp*, *Lysiphlebus sp*, *Aulacorthum solani*, *Autographa gamma*, *Choribus sp*, *Drosophila melanogaster*, *Orius (Orius) laevigatus*, *Pnigalio sp*, *Rhyzobius lophantae*, *Staphyla sp*, *Chrysomela sp* et *Thaumatomyia sp* présentent une fréquence d'occurrence égale à 57,14 % et sont regroupées au sein de la classe des taxons constants (Fig. 32). Les fréquences d'occurrence et les constances de l'entomofaune associée à la tomate capturée au cours de la période du 2 mai au 30 juillet 2016, à Boudouaou El Bahri sont regroupées dans le tableau 6 (Tableau 14).

Tableau 14. Statut écologique de l'entomocénose fonctionnelle sur tomate primeur à Boudouaou El Bahri en 2016

Espèces	Classe11
<i>Anthocoris nemorum</i>	Régulière
<i>Aeolothrips fasciatus</i>	Accidentelle
<i>Aganaspis pelleranoi</i>	Régulière
Agromyzidae sp	Omniprésente
<i>Allographa obliqua</i>	Régulière
<i>Apanteles glomeratus</i>	Accessoire
<i>Aphedrus sp</i>	Constantes
<i>Aphelinus abdominalis</i>	Régulière
<i>Aphidius colemani</i>	Accidentelle
<i>Aphidius ervi</i>	Constantes
<i>Aphis gossypii</i>	Omniprésente
<i>Aphitis sp</i>	Constante.
<i>Apis mellifera</i>	Accessoire
<i>Aulacorthum solani</i>	Constante.
<i>Autographa gamma</i>	Constante.
<i>Bemesia tabaci</i>	Omniprésente
<i>Bombylius sp</i>	Rare
Calliphora sp	Omniprésente
<i>Calliphora vicina</i>	Régulière
<i>Cantharis paludosa</i>	Accessoire
<i>Carpophilus sp</i>	Rare
<i>Cataglyphus sp</i>	Accessoire
<i>Cephus pygmaeus</i>	Accidentelle
<i>Chilocorus bipunctatus</i>	Accessoire
<i>Chlorops calceatus</i>	Accessoire
Choribus sp	Constante.
<i>Chrysomela sp</i>	Accessoire
<i>Chrysoperla carnea</i>	Régulière
<i>Cimbex connatus</i>	Rare
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Constantes
<i>Coccinella septempunctata</i>	Accessoire
<i>Dacus olae</i>	Accidentelle
<i>Diadegma sp ic</i>	Régulière
<i>Diaeretiella rapae</i>	Régulière
<i>Diglyphus isaea</i>	Accessoire
<i>Drosophila melanogaster</i>	Constante.
<i>Empoasca fabae</i>	Régulière
<i>Empoasca sp</i>	Régulière
<i>Encarcia formosa</i>	Constante
<i>Endrena flavipes</i>	Accidentelle
<i>Episyrphus balteatus</i>	Accessoire
<i>Eupeodes corollae</i>	Régulière
<i>Frankliniella occidentalis</i>	Omniprésente
<i>Graphocephala coccinea</i>	Rare
<i>Haltichella rufipes</i>	Régulière

<i>Helicoverpa armigera</i>	Accidentelle
<i>Holoneurus marginatus</i>	Accidentelle
<i>Hypera nigrirostris</i>	Accessoire
<i>Lacanobia oleracea</i>	Rare
<i>Lyriomiza brioniae</i>	Omniprésente
<i>Lysiphlebus sp</i>	Accessoire
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Régulière
<i>Malthodes minimas</i>	Accidentelle
<i>Mayetiola destructor</i>	Régulière
<i>Messor barbarus</i>	Omniprésente
<i>Millinus arvensis</i>	Rare
<i>Musca domerstica</i>	Omniprésente
<i>Myzus persicae</i>	Constante
<i>Nemeritis caudatula</i>	Accidentelle
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Omniprésente
<i>Neochrysocharis formosa</i>	Constante
<i>Neochrysocharis sp</i>	Constante
<i>Ooencyrtus sp</i>	Régulière
<i>Orius (Orius) laevigatus</i>	Constante
<i>Otiorhynchus sp</i>	Accessoire
<i>Pediobius sp</i>	Constante
<i>Pemphredon species</i>	Omniprésente
<i>Phoridae sp</i>	Omniprésente
<i>Phytomyza sp</i>	Constante
<i>Pnigalio sp</i>	Constante
<i>Psilothris viridicoerulea</i>	Accessoire
<i>Psyllidae sp</i>	Accessoire
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	Accidentelle
<i>Rhabdopyris fasciatus</i>	Accessoire
<i>Rhizobius lophantae</i>	Constante
<i>Sarcophaga carnaria</i>	Accidentelle
<i>Scymnus interruptus</i>	Accidentelle
<i>Sphaerophoria scripta</i>	Accessoire
<i>Staphylin sp</i>	Accessoire
<i>Stethorus punctillum</i>	Régulière
<i>Stibeutes sp</i>	Accidentelle
<i>Thaumatomyia sp</i>	Constante
<i>Thrips tabaci</i>	Omniprésente
<i>Tuta absoluta</i>	Omniprésente
<i>Venturia canescens</i>	Rare
<i>Vespa germanica</i>	Régulière

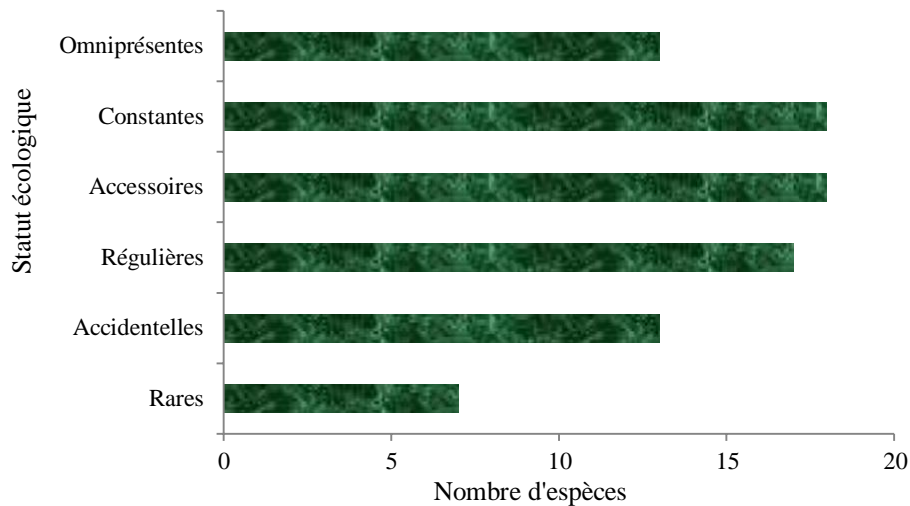


Figure 32. Statut écologique de l'entomocénose à Boudouaou El Bahri

9. Barycentre et Amplitude d'habitat

a. Site de Zeralda

Le barycentre (g) et l'Amplitude d'Habitat (AH) permet d'estimer la niche spatiale de chaque espèce et sa répartition. La station de Zéralda, se distingue par des barycentres élevés. Plus l'amplitude d'habitat est grande, plus l'espèce est souple est considérée comme généraliste et plus elle est faible plus l'espèce est exigeante (spécialiste) (Tableau 15).

Les espèces ayant un barycentre compris entre $5 < g \leq 5,45$ indiquant que les espèces sont confinées au stade de croissance mais les amplitudes d'habitat $1 < AH \leq 3,29$ indiquent leur importance aux premiers stades premiers de croissance, ce qui indique que les espèces sont plus ou moins spécialistes : il s'agit de *Scymnus interruptus*, *Malthodes minimas*, *Helicoverpa armigera*. En revanche certaines espèces dont les valeurs de l'amplitude d'habitats sont comprises entre $1,65 < g < 3,29$ débordent jusqu'en début de l'apparition du fruit comme *Macrosiphum euphorbiae*, *Eupeodes corolae*, *Episyrphus balteatus*, *Calliphora vicina*, *Coccinella septempunctata*, *Staphylin sp*, *Encarcia formosa*, *Isdromus lycaenae*. En effet la présence de certains prédateurs et parasites coïncident avec l'apparition des pucerons et autres consommateurs primaires.

Les espèces ayant des barycentres entre $4 < g \leq 4,88$ indiquent le stade de floraison et correspondent aux amplitudes d'habitats de $1 < AH \leq 4,95$, ce qui coïncide avec la croissance et le début de floraison. La présence est marquée par les consommateurs primaires *Bemisia tabaci*, *Empoasca fabae*, *Mayetiola destructor*, *Liriomyza brioniae*, *Clitostethus arcuatus*, *Cantharis paludosa*, *Tuta absoluta*, *Autographa gamma*, *Chlorops calceatus* et *Apis*

mellifera accompagnés par des consommateurs secondaires et tertiaires *Nesidiocoris tenuis*, *Stethorus punctillum*, *Chrysoperla carnea*, *Anthocoris nemorum*, *Pemphredon sp*, *Aphidius ervi*, *Diaeretiella rapae*, *Pnigalio sp* et *Cataglyphus sp*, *Aphedrus sp*, *Venturia canescens*, *Neochrysocharis formosa* qui se retrouvent depuis la croissance jusqu'à la floraison, la fructification et la maturation. En effet, ces espèces se caractérisent aussi bien par des amplitudes basses (spécialistes) qu'élevées indiquant qu'elles sont plus ou moins généralistes (Tableau 15).

Les espèces ayant des barycentres entre $3,24 < g \leq 3,99$ correspondent aux amplitudes $3,19 < AH \leq 5,26$ qui comprennent des espèces généralistes et ont donc une grande plasticité écologique : il s'agit de consommateurs primaires qui regroupent *Calliphora sp* ($g=3,82$, $AH = 5,16$), *Agromyzidae sp* ($g=3,49$, $AH = 5,00$) *Liriomyza brioniae* ($g=3,99$, $AH = 4,95$), *Messor barbarus* ($g=3,99$, $AH = 4,95$), *Aeolothrips fasciatus* ($g=3,97$, $AH = 4,95$), *Endrena flavipes* ($g=3,74$, $AH = 4,57$), *Cephus spinipes* ($g=3,24$, $AH = 3,19$), *Neochrysocharis sp* ($g=3,79$, $AH = 4,26$), *Aphytis sp* ($g=3,83$, $AH = 3,39$), *Aphelinus abdominalis* ($g=3,36$, $AH = 4,81$).

b. Site de Boudouaou El Bahri

Pour le cas du site de Boudouaou El Bahri (Tableaux 15), les barycentres compris entre $5 < g \leq 5,82$ ont des amplitudes indiquent la phase de fructification et de maturation, mais l'amplitude d'habitat se prolonge depuis la phase de croissance. L'amplitude d'habitat $1 < AH \leq 2,97$ indiquant que les espèces se cantonne à la phase de croissance et se prolonge jusqu'à la fructification et la maturation : c'est le cas de la noctuelle *Lacanobia oleracea* et *Carpophilus sp* ($g=5,00$ et $AH=1$), espèces consommatrices primaires que l'on peut qualifier de spécialistes eu égard $AH=1$, associées avec des consommateurs secondaires (*Chrysoperla carnea*) et tertiaires (*Aphelinus abdominalis*, *Haltichella rufipes*).

Les barycentres compris entre $3 < g \leq 4,63$ correspondent à la phase de floraison. Cependant les amplitudes thermiques variant de $1,88 < AH \leq 5,87$ s'étalent de la croissance à la phase de Floraison, la fructification et de la maturation. *Bemisia tabaci* ($g=3,43$ et $AH=5,87$), *Nesidiocoris tenuis* ($g=3,62$ et $AH=5,64$), *Agromyzidae sp* ($g=3,32$ et $AH=5,64$) *Liriomyza brioniae* ($g=4,05$ et $AH=5,58$), *Musca domestica* ($g=3,85$ et $AH=5,53$), *Pemphredon sp* ($g=3,91$ et $AH=5,53$), *Calliphora sp* ($g=4,0$ et $AH=5,42$), *Neochrysocharis formosa* ($g=3,90$ et $AH=5,26$), *Tuta absoluta* ($g=4,40$ et $AH=5,05$), *Pediobius sp* ($g=3,50$ et $AH=5,70$), *Phytomyza sp* ($g=3,89$ et $AH=5,37$), *Aphis gossypii* ($g=3,41$ et $AH=5,31$) (Tableau 15).

Les barycentre compris entre $1 < g \leq 2,94$ coïncide avec la phase de croissance, les amplitudes thermiques variant de $1 < AH \leq 3,78$ comprennent les espèces suivantes : *Thaumatomyia sp* (g=2,92 et AH=3,63), *Macrosiphum euphorbiae* (g=2,91 et AH=2,97), *Malthodes minimas* (g=2,50 et AH=1,99), *Vespa germanica* (g=2,67 et AH=2,97), *Aeolothrips fasciatus* (g=2,33 et AH=1,88), *Cephus pygmatius* (g=2,50 et AH=1,99), *Bombylius sp* (g=2 et AH=1), *Cimbex connatus* (g=1 et AH=1), *Empoasca sp* (g=2,83 et AH=2,97), *Graphocephala coccinea* (g=1,0 et AH=1,0), *Millinus arvensis* (g=1,0 et AH=1,0), *Rhabdepyris faont une lasciatus* (g=2,37 et AH=3,19), *Sphaerophoria scripta* (g=2,20 et AH= 3,78), En résumé les espèces ayant des amplitudes d'habitats élevées ont une large plasticité écologique, elles qualifiées de généralistes et celles dont les amplitudes sont basses sont considérées comme spécialistes.

Tableaux 15. Barycentres et amplitudes d'habitat des peuplements dans deux sites de Zéralda et de Boudouaou El Bahri

Espèces	Zéralda		Boudouaou El Bahri	
	G	AH	G	AH
<i>Aphis gossypii</i>	4,26	4,39	3,41	5,31
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	5,45	2,44	2,91	2,97
<i>Bemisia tabaci</i>	4,67	3,90	3,43	5,87
<i>Anthocoris nemorum</i>	4,63	3,19	3,43	2,59
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	4,69	3,60	3,62	5,64
<i>Empoasca fabae</i>	4,19	4,39	5,82	1,55
<i>Chrysoperla carnea</i>	4,75	1,75	5,20	2,86
<i>Eupeodes corolae</i>	5,00	3,42	3,11	2,89
<i>Episyrphus balteatus</i>	5,12	3,13	4,20	3,53
<i>Mayetiola destructor</i>	4,65	3,67	3,57	2,29
<i>Liriomyza brioniae</i>	3,99	4,95	4,05	5,58
<i>Agromyzidae sp</i>	3,49	5,00	3,32	5,64
<i>Chlorops calceatus</i>	4,23	3,16	3,29	3,86
<i>Thaumatomyia sp</i>	3,88	5,26	2,92	3,63
<i>Calliphora vicina</i>	5,20	2,86	3,80	2,86
<i>Calliphora sp</i>	3,82	5,16	4,00	5,42
<i>Musca domerstica</i>	4,15	4,48	3,85	5,53
<i>Phoridae sp</i>	4,23	4,81	3,67	4,76
<i>Clitostethus arcuatus</i>	4,63	3,46	4,24	4,39
<i>Coccinella septempunctata</i>	5,00	3,19	3,70	3,6
<i>Scymnus interruptus</i>	5,00	1,00	4,33	1,88
<i>Stethorus punctillum</i>	4,67	3,46	4,00	2,36
<i>Otiorhynchus sp</i>	4,67	2,92	4,20	3,78
<i>Malthodes minimas</i>	5,00	1,00	2,50	1,99
<i>Cantharis paludosa</i>	4,36	4,14	4,63	3,74
<i>Psilothris viridicoerulea</i>	4,72	3,06	3,80	2,86
<i>Staphylin sp</i>	5,07	3,29	4,60	3,78

<i>Tuta absoluta</i>	4,49	3,82	4,40	5,05
<i>Autographa gamma</i>	4,47	3,78	4,00	4,26
<i>Helicoverpa armigera</i>	5,00	1,00	4,50	1,99
<i>Apis mellifera</i>	4,33	4,48	3,80	3,53
<i>Aphidius ervi</i>	4,26	4,81	4,09	4,71
<i>Aphedrus sp</i>	4,38	2,83	3,15	4,01
<i>Diaeretiella rapae</i>	4,13	4,18	4,33	2,75
<i>Apanteles glomeratus</i>	4,60	1,95	3,08	3,53
<i>Pnigalio sp</i>	4,00	4,10	3,97	4,57
<i>Neochrysocharis formosa</i>	4,70	2,48	3,90	5,26
<i>Neochrysocharis sp</i>	3,79	4,26	3,97	4,9
<i>Aphytis sp</i>	3,83	3,39	4,53	4,22
<i>Aphelinus abdominalis</i>	3,36	4,81	5,00	2,97
<i>Encarcia formosa</i>	5,07	2,44	4,20	4,62
<i>Endrena flavipes</i>	3,74	4,57	3,50	3,53
<i>Pemphredon species</i>	4,50	2,75	3,91	5,53
<i>Venturia canescens</i>	4,00	1,00	5,00	1
<i>Stibeutes sp</i>	4,50	2,46	4,33	1,88
<i>Haltichella rufipes</i>	5,00	1,00	5,25	2,83
<i>Vespa germanica</i>	4,50	1,99	2,67	2,97
<i>Cataglyphus sp</i>	4,24	4,14	4,70	3,67
<i>Messor barbarus</i>	3,99	4,95	2,54	4,85
<i>Aeolothrips fasciatus</i>	3,97	3,94	2,33	1,88
<i>Frankliniella occidentalis</i>	4,13	4,53	4,20	5,1
<i>Thrips tabaci</i>	4,09	4,62	4,15	5,21
<i>Lucilia sericata</i>	4,40	4,71	-	-
<i>Delia platura</i>	5,00	1,00	-	-
<i>Bruchus sp</i>	4,42	3,86	-	-
<i>Epitrix cucumeris</i>	5,00	1,00	-	-
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	4,86	2,59	-	-
<i>Agrotis segetum</i>	4,88	2,94	-	-
<i>Cephus spinipes</i>	3,24	3,19	-	-
<i>Aphidius matricariae</i>	4,21	4,18	-	-
<i>Binodoxys angelicae</i>	4,58	3,53	-	-
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	4,14	4,48	-	-
<i>Diglyphus isaea</i>	4,72	3,25	-	-
<i>Isdromus lycaenae</i>	5,20	1,65	-	-
<i>Asaphes sp</i>	4,72	3,25	-	-
<i>Pachyneuron aphidis</i>	4,65	4,10	-	-
<i>Surphophagus aphidivorus</i>	5,00	1,00	-	-
<i>Melanthrips pallidior</i>	4,67	3,42	-	-
<i>Allographa obliqua</i>	-	-	4,00	2,97
<i>Aphelinus abdominalis</i>	-	-	5,00	2,97
<i>Aphidius colemani</i>	-	-	4,50	1,99
<i>Aphis gossypii</i>	-	-	3,41	5,31
<i>Aphitis sp</i>	-	-	4,53	4,22
<i>Apis mellifera</i>	-	-	3,80	3,53
<i>Aulacorthum solani</i>	-	-	4,00	4,26
<i>Autographa gamma</i>	-	-	4,00	4,26
<i>Bombylius sp</i>	-	-	2,00	1,00

<i>Carpophilus sp</i>	-	-	5,00	1,00
<i>Cephus pygmaeus</i>	-	-	2,50	1,99
<i>Chilocorus bipunctatus</i>	-	-	4,36	3,60
<i>Choribus sp</i>	-	-	2,89	4,14
<i>Chrysomela sp</i>	-	-	4,00	3,19
<i>Cimbex connatus</i>	-	-	1,00	1,00
<i>Dacus olae</i>	-	-	4,50	1,99
<i>Diadegma sp</i>	-	-	3,25	2,83
<i>Diglyphus sp</i>	-	-	3,63	3,74
<i>Drosophila melanogaster</i>	-	-	3,88	4,44
<i>Empoasca sp</i>	-	-	2,83	2,97
<i>Graphocephala coccinea</i>	-	-	1,00	1,00
<i>Holoneurus marginatus</i>	-	-	4,50	1,99
<i>Hypera nigrirostris</i>	-	-	4,40	3,19
<i>Lacanobia oleracea</i>	-	-	6,00	1,00
<i>Lysiphlebus sp</i>	-	-	3,00	3,56
<i>Millinus arvensis</i>	-	-	1,00	1,00
<i>Myzus persicae</i>	-	-	3,64	4,76
<i>Ooencyrtus sp</i>	-	-	3,33	2,97
<i>Orius (Orius) laevigatus</i>	-	-	4,25	4,44
<i>Pediobius sp</i>	-	-	3,50	5,70
<i>Phytomyza sp</i>	-	-	3,89	5,37
<i>Psyllidae sp</i>	-	-	5,57	2,12
<i>Pyrhocoris apterus</i>	-	-	5,50	1,99
<i>Rhabdopyris fasciatus</i>	-	-	2,37	3,19
<i>Rhyzobius lophantae</i>	-	-	3,44	4,57
<i>Sarcophaga carnaria</i>	-	-	4,50	1,99
<i>Sphaerophoria scripta</i>	-	-	2,20	3,78
<i>Staphylin sp</i>	-	-	4,60	3,78
<i>Tuta absoluta</i> Meyrick	-	-	4,40	5,05

Légende : g : Barycentres, AH : Amplitudes d'habitat

10. Distribution des individus en espèces : Diagramme Rang/fréquence de Frontier

La fréquence est calculée à partir du nombre d'individus de chaque espèce sur le nombre total d'individus de toutes les espèces confondues. Les diagrammes rangs/fréquences sont tracés en classant les espèces par ordre de fréquences décroissantes. Les rangs des espèces sont portés en abscisses et leurs fréquences en ordonnées avec une échelle logarithmique. Les diagrammes de la distribution des espèces montrent une grande importance des peuplements qui se composent de quatre espèces occupant les premiers rangs pour Zéralda, il s'agit d'*Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Liriomyza brioniae*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*. Ils sont suivis par *Tuta absoluta*, *Myzus persicae* et *Autographa gamma*. Tandis qu'à Boudouaou El Bahri il comprend *Aphis gossypii*, *Liriomyza brioniae*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*, *Tuta absoluta*, *Autographa gamma*. Ces peuplements ont les mêmes rangs avec cependant des permutations de certaines espèces telles que *Frankliniella*

occidentalis et *Liriomyza brioniae*. Ce peuplement indique que les espèces citées ci-dessus sont abondantes et courantes sur tomate. On remarque aussi, que la courbe se distingue par sa rupture dans les deux sites et indique que les peuplements suivants ne sont pas abondants. Par contre les espèces se trouvant en dernier sont présents accidentellement et ne sont pas inféodés à la culture de la tomate c'est le cas de *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera* et *Macrosiphum euphorbiae*. Les espèces rares qui forment la queue de l'extrémité de la courbe sur l'axe des abscisses sont: *Helicoverpa armigera*, *Chrysodeixis chalcites* et *Lacanobia oleracea* (Fig. 33).

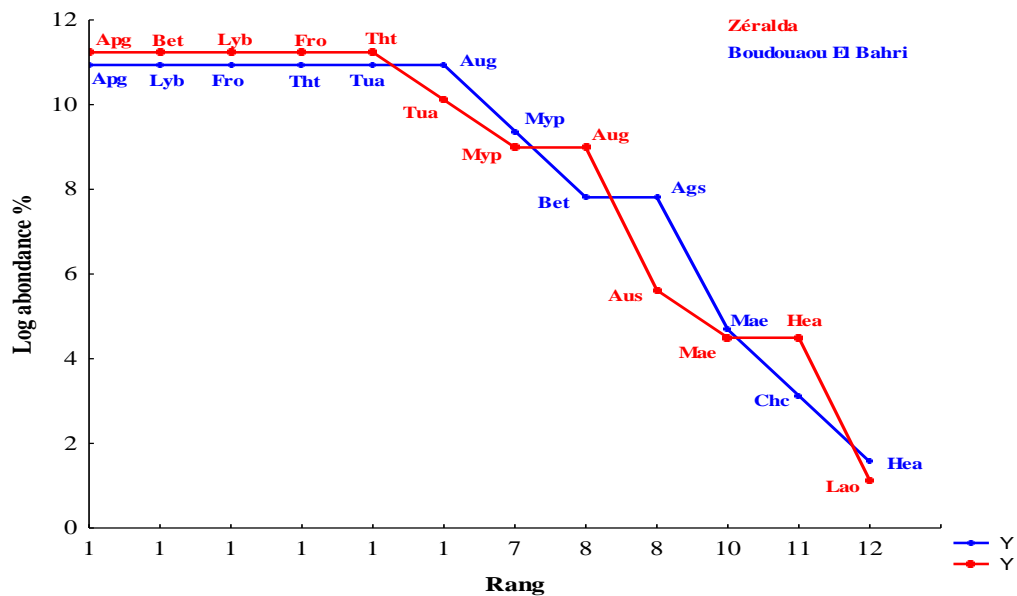


Figure 33. Diagramme rang/fréquence de log abondance des bioagresseurs de la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri

Légende

Aphis gossypii (Apg), *Bemisia tabaci* (Bet), *Macrosiphum euphorbiae* (Mae), *Myzus persicae* (Myp), *Liriomyza brioniae* (Lyb), *Frankliniella occidentalis* (Fro), *Thrips tabaci* (Tht), *Tuta absoluta* (Tua), *Myzus persicae* (Myp), *Aulacorthum solani* (Aus), *Autographa gamma* (Aug), *Agrotis segetum* (Ags), *Helicoverpa armigera* (Hea), *Chrysodeixis chalcites* (Chc), *Lacanobia oleracea* (Lao).

11. Principaux bioagresseurs de la tomate

11.1 Inventaire

Comme nous l'avons pu le démontrer par le biais des diagrammes rangs/fréquences, les espèces les plus abondantes qui sont susceptibles de causer des dégâts sur tomate sont par ordre d'importance décroissant *Frankliniella occidentalis* 43,3%, *Tuta absoluta* 16,04%, *Thrips tabaci* 15,06%, *Bemisia tabaci* 11,26%, *Liriomyza brioniae* 7,94%. En revanche, *Aphis gossypii* 3,75%, *Autographa gamma* 0,78%, *Macrosiphum euphorbiae*, 0,68%, *Aulacorthum solani* 0,53%, *Myzus persicae* 0,43%. Certaines espèces, bien qu'elles peuvent s'attaquer à la tomate, sont peu représentées et l'on peut les considérer comme négligeable du fait leurs très faibles populations comme *Helicoverpa armigera*, *Lacanobia oleracea*, *Chrysodeixis chalcites* et *Agrotis segetum* (Tableau 16).

Tableau 16. Principaux bioagresseurs de la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri

Espèces	Zéralda		Boudouaou El Bahri	
	Ni	Fréquences	Ni	Fréquences
<i>Aphis gossypii</i>	234	21,37	121	3,75
<i>Thrips tabaci</i>	193	17,63	485	15,05
<i>Frankliniella occidentalis</i>	163	14,89	1400	43,44
<i>Liriomyza brioniae</i>	140	12,79	256	7,94
<i>Bemisia tabaci</i>	139	12,69	363	11,26
<i>Tuta absoluta</i>	79	7,21	517	16,04
<i>Myzus persicae</i>	53	4,84	14	0,43
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	40	3,65	22	0,68
<i>Autographa gamma</i>	38	3,47	25	0,78
<i>Agrotis segetum</i>	8	0,73	0	0
<i>Chrysodeixis chalcites</i>	7	0,64	0	0
<i>Helicoverpa armigera</i>	1	0,09	2	0,06
<i>Aulacorthum solani</i>	0	0	17	0,53
<i>Lacanobia oleracea</i>	0	0	1	0,03
Total	1095	100	3223	100

11.2. Evolution spatio-temporelle des bioagresseurs

11.2.1. Pucerons

Parmi l'aphidofaune inventoriée, quatre sur 11 espèces sont inféodées à la tomate et peuvent causer des dégâts directs et indirects à la plante. Il s'agit par ordre d'importance d'*Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani* qui sont extrêmement polyphages. Ils se développent assez fréquemment sur la tomate sous forme de colonies et sont surtout redoutables par leur capacité à transmettre plusieurs viroses.

A Zéralda nous avons répertorié seulement trois pucerons inféodés à la tomate parmi lesquels *A. gossypii*, le plus important en effectifs apparaît dès le mois d'octobre et il continue sa progression pour former un pic ayant une population qui atteint 60 avant de 76, nous indiquent que l'activité intense de ces taxons intervient en mois de février mi - mars et marquent une présence presque ininterrompue. C'est toujours l'espèce *A. gossypii* qui est la plus active où nous avons enregistré un pic de 60 individus avant de chuter brusquement à 36 individus en avril. De faible population, *M. euphorbiae* apparaît tardivement par rapport à *A. gossypii* et *Myzus persicae*. Ce dernier a également un faible effectif, il atteint un maximum de 16 individus en début de février. Ces pucerons restent dans la culture jusqu'à la fin de notre expérimentation (Fig. 34a).

Les fluctuations de populations ailées des pucerons inféodés à la tomate capturée 0 Boudouaou El Bahri, à l'aide de plaquettes engluées jaunes indiquent la présence d'une période intense d'activité des pucerons qui s'étale du début du mois de mai à la fin juin. *Aphis gossypii* s'installe en premier sur la tomate dès le début de mai et sa population augmente progressivement pour former un pic qui comprend 42 individus en fin juin (21 juin). Bien que sa population ne soit pas importante, *Macrosiphum euphorbiae* n'arrive sur la culture qu'à partir du 10 mai, mais son activité n'est pas aussi importante que celle d'*A. gossypii*. Il forme un pic de 15 individus qui apparaît au même moment que celui d'*A. gossypii* (21 juin). De moindre importance de point de vu effectif, que les deux taxons précédents *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani* apparaissent tardivement à partir du début de juin, mais leurs pics arrivent toujours vers le 21 juin et, par conséquent leur activité est très limitée dans le temps (Fig. 34b).

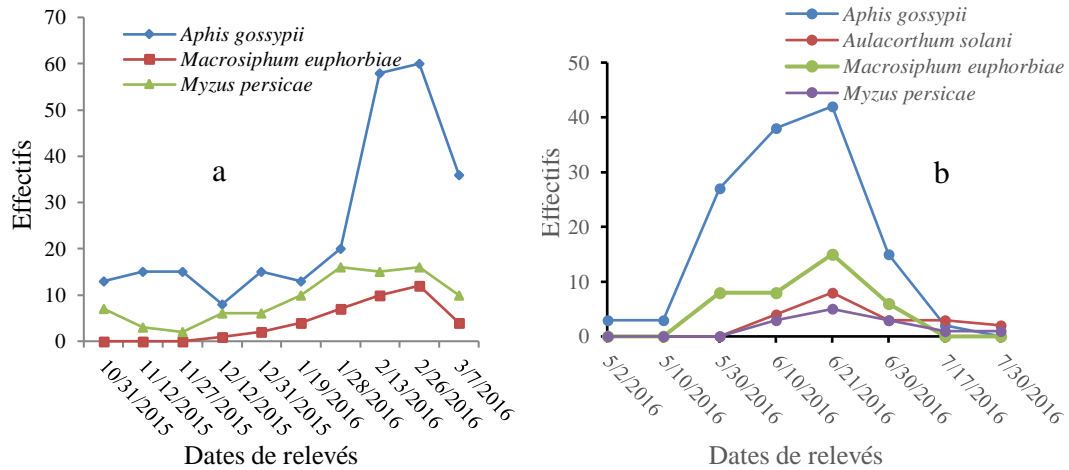


Figure 34. Evolution spatio-temporelle des populations des pucerons inféodés à la tomate à Zéralda et Boudouaou El Bahri

11.2.2. *Bemisia tabaci*

A Zéralda, l'apparition de *Bemisia tabaci* a lieu à partir du début de novembre où elle a un effectif aussi faible qu'il soit de 9 individus. Par conséquent, les premiers adultes ailés de l'aleurode *Bemisia tabaci* ont été capturés vers le 27 du mois de novembre. Cette progression est suivie par une légère chute en début et en fin de décembre (5 et 4 individus). Ceci coïncide vraisemblablement avec la disponibilité de la nourriture qu'offre le premier bouquet de la tomate. Mais l'activité de l'aleurode a été très faible au cours des mois de novembre et décembre en raison des conditions climatiques défavorables en hiver. A partir de la mi-janvier, on assiste à une augmentation progressive des populations de l'insecte pour atteindre un pic de 39 individus capturés vers le 12 février (Fig. 35a).

A Boudouaou El Bahri, l'aleurode *Bemisia tabaci* marque une intense activité dès le début de mai avec un effectif de 25 individus, elle continue à évoluer progressivement pour atteindre 68 individus en date du 10 juin. Après une légère chute en fin juin (51 individus) et début juillet (45 individus) *Bemisia tabaci* amorce une augmentation de la population de l'aleurode en fin de juillet. Autrement dit, l'activité des adultes ailés reprennent progressivement à partir de juillet et forme donc un deuxième pic de 72 individus vers la fin de notre expérimentation (Fig. 35b).

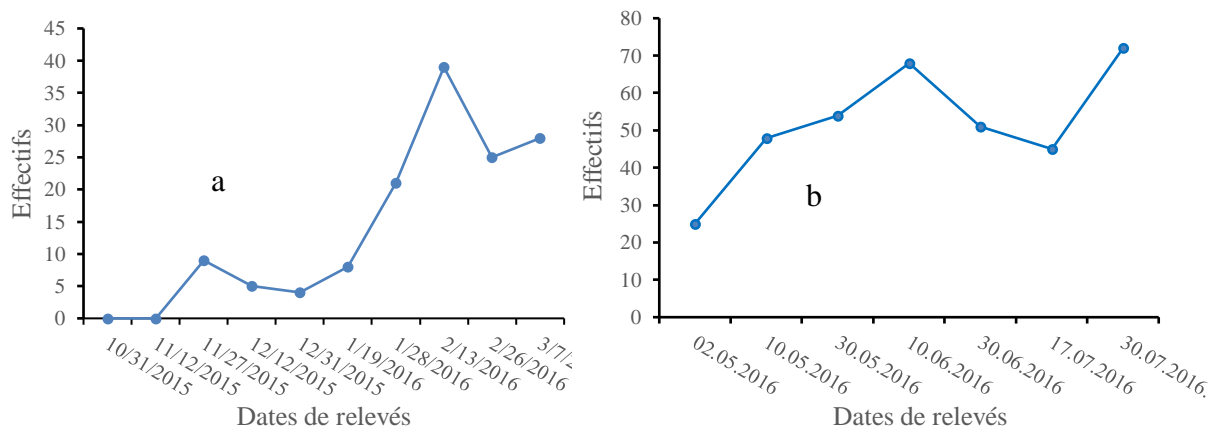


Figure 35. Evolution spatio temporelle des populations ailées de *Bemisia tabaci* sur tomate à Zéralda et à Boudouaou El Bahri
a. Zéralda, b. Boudouaou El Bahri

11.2.3. *Liriomyza bryoniae*

Les captures des adultes de la mineuse sont importantes dans le site de Zéralda. En effet, il existe deux principales périodes d'activité du ravageur. La première automnale s'étale du début de l'installation de la culture jusqu'au 12 novembre où apparaît un premier pic qui se compose de 15 individus avant que l'effectif décline à 4 individus. Après cette chute une augmentation progressive des captures à partir de fin décembre est notée (6 individus) jusqu'à atteindre 31 en passant par la fin janvier environ (22 individus). Puis il s'est produit une chute brutale de la population de la mineuse qui se compose de 14 et de 16 individus respectivement en février et en mars qui coïncide avec la fin du cycle de la tomate (Fig. 36 a).

A Boudouaou El Bahri, les premiers adultes ailés de la mineuse de la tomate venus vraisemblablement de l'extérieur de la serre ont été capturés dès l'installation de la culture. Ces adultes vont certainement pondre sur les jeunes pousses du premier bouquet de la tomate. Les captures d'adultes ailés augmentent progressivement au cours du cycle végétatif de la culture et vers le 17 du mois de juillet, il y a apparition d'un pic de 54 individus. Puis l'effectif chute à 45 individus en fin de juillet qui correspond à la fin du cycle de la tomate (Fig. 36b).

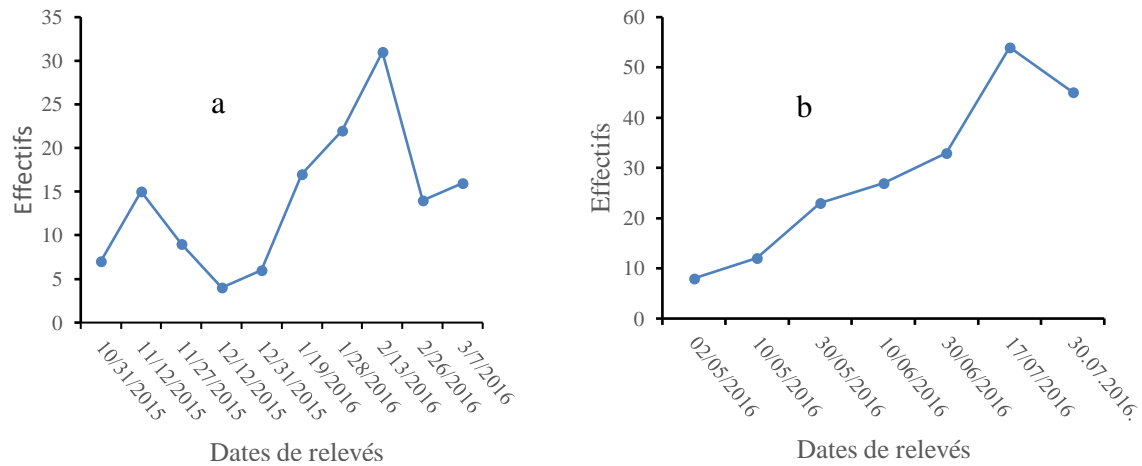


Figure 36. Evolution spatio temporelle des populations de *Liriomyza bryoniae* sur tomate à Zéralda et à Boudouaou El Bahri
a. Zéralda, b. Boudouaou El Bahri

11.2.4. *Autographa gamma*

Les noctuelles ont été capturées uniquement à Zéralda avec des proportions très faibles : *Agrotis segetum*, *Chrysodeixis chalcites*. Mais *Helicoverpa armigera* et *Lacanobia oleracea* sont présents avec 2 individus, et l'on peut alors considérer comme accidentelles. Mais *Autographa gamma* existe aussi bien à Zéralda qu'à Boudouaou El Bahri et montre une activité grâce à la présence de ses adultes en dépit de leurs faibles effectifs. Ces derniers ont des populations qui ne dépassent 10 individus avant de décliner à 4 en passant par 8 en fin de février à Zéralda (Fig. 37a).

A Boudouaou El Bahri, la noctuelle est complètement absente en début de mai, elle apparaît en fin de mai avec à peine 2 individus avant de voir son effectif croître à 10 individus qui constitue la population maximale de la noctuelle. En fin de juillet son effectif est de 1 que l'on peut considérer comme négligeable en passant par 7 en date du 17 juillet (Fig. 37b).

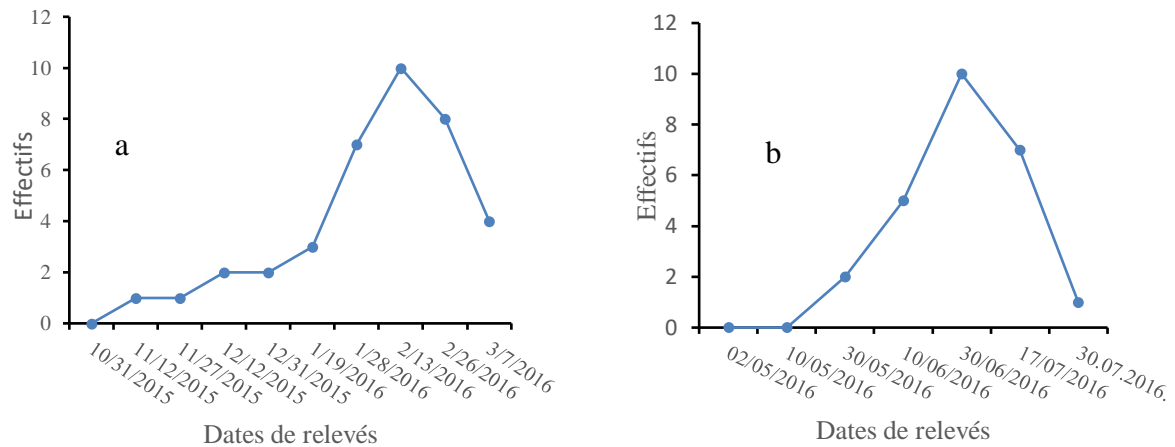


Figure 37. Fluctuations spatio temporelle des populations de la noctuelle *Autographa gamma* à Boudouaou El Bahri et à Zéralda
a. Zéralda, b. Boudouaou El Bahri

11.2.5. *Thrips tabaci* et *Frankliniella occidentalis*

A Zéralda l'évolution des thrips est moins importante et c'est le *Thrips tabaci* qui prédomine par rapport à *Frankliniella occidentalis* même si c'est avec une toute légère différence. Nous avons en effet, compté au total 163 individus et 193 individus respectivement pour *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci*, soit 14,89% et 17,63% lors de nos prospections. L'activité des deux thrips est moins intense à Zéralda du moment qu'il existe deux pics de moindre importance, l'un contient 18 individus qui a eu lieu en fin de novembre et l'autre de 42 individus en fin de février pour *Thrips tabaci*. De même *Frankliniella occidentalis* se distingue également par deux pics dont l'un se compose de 11 individus) est apparait plus précocement dans la mesure où il émerge au début de novembre et l'autre de 35 individus a lieu en fin de janvier. Après une déclinaison de l'effectif à 28 individus à lami février environ, celui-ci croit pour atteindre en fin février 35 individus (Fig. 38a).

A Boudouaou El Bahri, *Frankliniella occidentalis* présente un effectif total de 1400 individus, soit 43,44% de la population globale des bioagresseurs dénombrée sur la plante alors que *Thrips tabaci* avec un effectif de 485, représente 15,05%. Quoiqu'il en soit, les deux thrips montrent chacun, deux principales périodes d'activité. La première s'étale du début mai au mi juin aussi bien pour *Frankliniella occidentalis* que *Thrips tabaci* où les effectifs enregistrés pour l'une et l'autre espèce sont de 145 et 52. Plus importante en effectif, la deuxième période s'étale du début de juin jusqu'à fin de juillet, non seulement pour *Frankliniella occidentalis*, mais aussi pour *Thrips tabaci* où leurs pics apparaissent au mi juillet pour les deux taxons (454 et 135 individus). Il ressort donc que *Frankliniella*

occidentalis observe une activité plus intense que celle du *Thrips tabaci* (Fig. 38b).

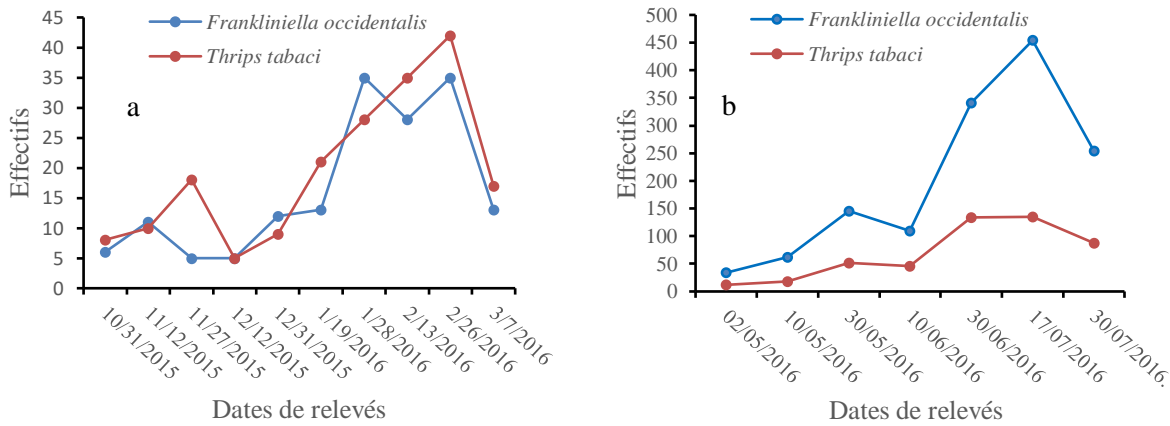


Figure 38. Fluctuations spatio temporelle des populations de Thrips *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci* à Zéralda et à Boudouaou El Bahri
a. Zéralda, b. Boudouaou

11.2.6. *Tuta absoluta*

Vue l'importance de cet Insecte microlépidoptère de la famille des Gelechiidae qui sévit dans plusieurs pays d'Amérique du sud avant de gagner de nombreux d'autres pays du Bassin méditerranéen notamment les pays du Maghreb et en particulier l'Algérie. Il s'attaque à la tomate aussi bien plein champ que sous abris. C'est pourquoi avons-nous jugé utile de donner plus d'intérêt à cette mineuse de la tomate qui est un ravageur émergent dont l'apparition sur le territoire Algérien. Depuis lors, elle connaît une progression spectaculaire et provoque des dégâts qui dépassent le seuil économiquement tolérable sur de nombreuses espèces légumières, en particulier la tomate.

11.2.6.1. Capture par l'utilisation de pièges à phéromone sexuelle

Nous avons utilisé 3 types de pièges dans la culture de tomate sous abris pour estimer leur efficacité et les utiliser éventuellement en tant que méthode de lutte alternative à la lutte chimique afin de réduire les populations adultes de la mineuse sans porter préjudice à l'écosystème. Il s'agit du piège Delta, piège à eau de couleur noir et un piège à eau de couleur jaune qui sont tous munis d'une phéromone sexuelle. Il ressort que le piège à eau noir est le plus attractif vis-à-vis des papillons de *Tuta absolutacar* les captures de celui-ci s'élèvent à 55,61% de l'effectif total, soit 8837 individus. Puis vient le piège à eau jaune qui totalise 25,42 %, soit 4040 individus. Par contre, le piège Delta s'avère le moins efficace par rapport aux deux pièges précédents car les captures sont de 18,97%, soit 3014 (Fig. 39). Nous avons essayé de comparer les captures au sein de la tomate en mettant des pièges à phéromones à l'extérieur et à l'intérieur des serres. Il ressort que le piège installé à l'extérieur

des celles-ci attire plus de papillons dans la mesure où le taux de capture s'élève à 46,63%. Par contre, à l'intérieur des serres, les captures sont moins importantes aussi bien pour la variété Agora (29,09%) que pour la variété Daoucen (24,07%) (Fig. 40).

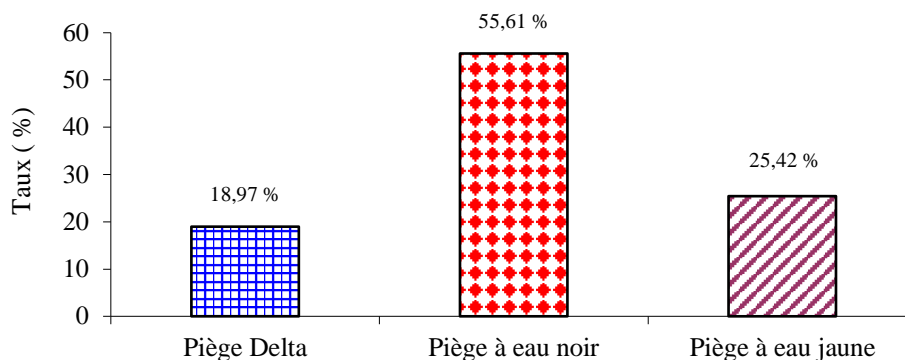


Figure 39. Comparaison entre les captures des mâles de *Tuta absoluta* par l'utilisation de pièges à phéromone sexuelle dans la tomate sous abris à Boudouaou El Bahri en 2016

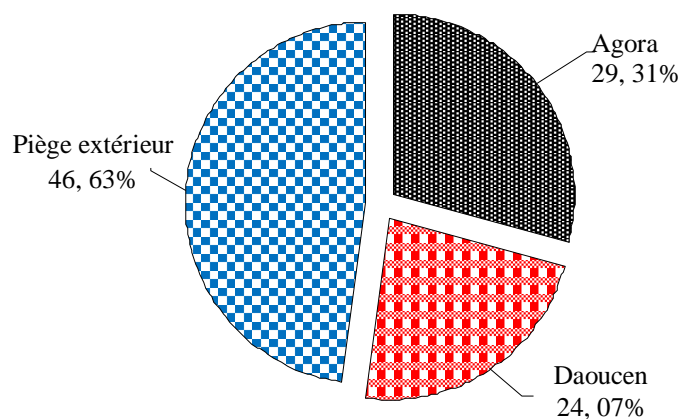


Figure 40. Taux de captures des mâles par l'utilisation de pièges à phéromone sexuelle de *Tuta absoluta* à l'intérieur et à l'extérieur des serres sur deux variétés de tomate à Boudouaou El Bahri.

11.2.6.2. Taux d'infestation de *T. absoluta* à Boudouaou El –Bahri

L'attractivité des adultes de la mineuse vis-à-vis de trois variétés de tomate Actana, Agora et Daoucen a été étudiée à l'aide de piège à phéromones. En effet, la variété Daoucen attire beaucoup plus la mineuse que les variétés Actana et Agora. Elle enrégistre un taux d'infestation qui s'élève à 38,68% alors que la variété Agora a un taux d'infestation de 34,79%. Quant à la variété Actana compte un taux de 26,53% (Fig. 41).

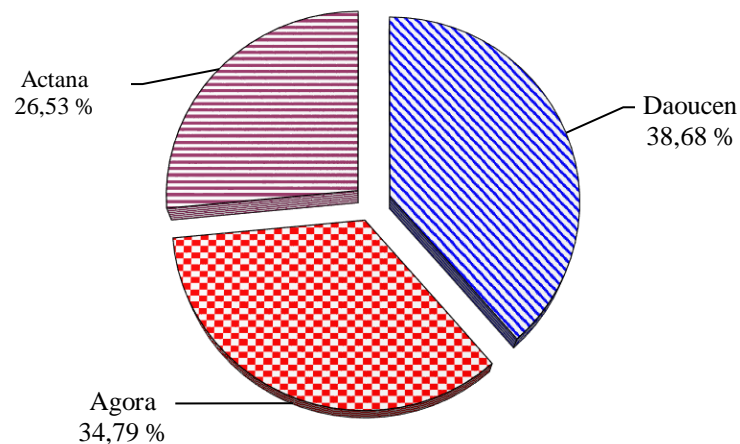


Figure 41. Taux d'infestation par des adultes de *Tuta absoluta* selon la variété de tomate à Boudouaou El Bahri en 2016

11.2.6.3. Evolution temporelle des populations de *T. absoluta*

11.2.6.3.1. Zéralda

Les fluctuations des populations de *Tuta absoluta* a été effectuée sur deux variétés de la tomate Agora et Daoucen, en raison de l'importance de l'insecte sur cette culture sur laquelle elle cause beaucoup de dégâts.

Les mâles de *Tuta absoluta* sur la variété Agora montre que leur effectif est faible lors du mois de février où celui-ci ne dépasse pas 5 individus. Ce n'est qu'à partir du début de mars en date du 06/03/2016 que la population amorce une augmentation progressive pour atteindre 25 individus à la date du 07/04/2016 c'est à dire en début d'avril. L'élévation de la population continue et forme un pic de 71 individus en avril à la date du 21/04/2013 en passant par 54 individus au 14 avril 2016. Après le pic, la population chute brusquement à 21 individus au mi mai, en passant par 61 et 26 individus respectivement à la fin d'avril et au début de mai qui coïncide avec la fin du cycle de la variété de tomate Agora (Fig. 42).

Sur la variété Daoucen, il existe deux périodes d'activité des mâles : l'une de faible intensité et sans grande importance est atteint le 30 mars 2016 où la population compte 49 individus, l'autre le 28 du mois d'avril affiche une population se composant de 34 individus. Au premier pic, la population qui sévit à Daoucen est plus élevée par rapport à Agora en particulier entre le 26 février où on enrégistre 7 individus, et le 23 avril où la population atteint 42 individus. Puis la population chute brusquement à 19 individus le 7 mars et continue sa déclinaison à 11 individus le 21 avril avant de croître une fois de plus à 34 en fin de mars avant que son effectif ne 12 individus le 15 mai en passant par 31 en début de mai. (Fig. 42).

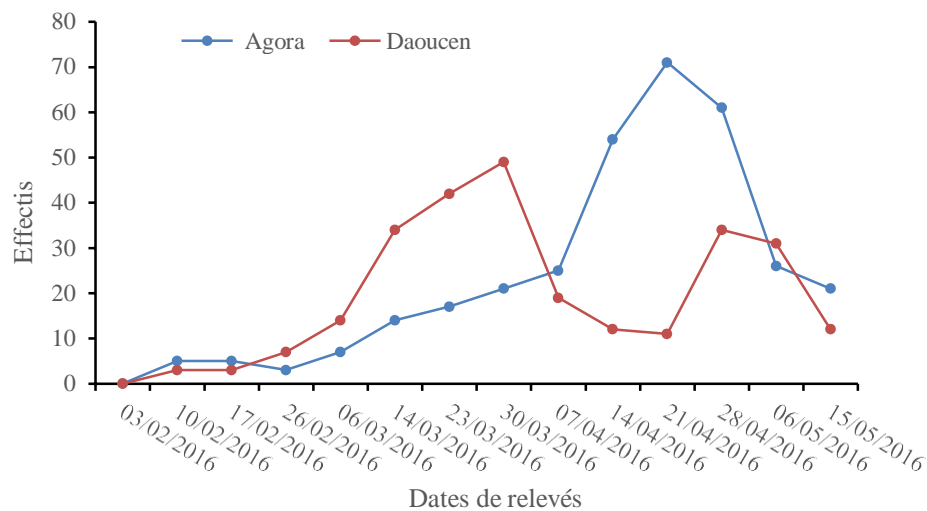


Figure 42. Evolution spatio temporelle de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* capturée à l'aide de piège à phéromone à Zéralda en 2016.

10.2.6.3.2. Boudouaou El Bahri

Il existe 5 pics de vol pour les mâles de *Tuta absoluta* sur la variété Daoucen. L'activité de *Tuta absoluta* est très faible entre le 4 février et le 23 avril où les effectif varient entre 0 et 7 entre le 4 février et le 6 mars. L'apparition de deux premiers qui se distinguent par des captures peu importantes si bien que celles-ci ne dépassent pas des effectifs de 24 et 36 individus qui coïncident avec l'apparition du premier bouquet de la tomate qui s'étale du début jusqu'à la fin février. Le 3^{ème} pic intervient en mai où de fortes pullulations des larves et d'émergences d'adultes ont été observées. En effet, après une agmentation brusque en avril (65 individus) et mai (161 individus), l'effectif maximal est observé au mi mai environ et constitue donc un pic ayant 236 individus. Un 4^{ème} a eu lieu en fin de mai, il regroupe 391

individus malgré la chute observée notamment le 20 et le 25 du même mois respectivement à 161 et 143 individus. Le 5^{ème} et dernier pic le plus important en effectif intervient le 20 juin, il se compose de 523 individus. Malgré la chute qui s'est produite le 25 et le 30 juin, la population est restée importante dans la mesure où celle-ci est estimée à 458 et 355 individus (Fig. 43).

Contrairement à Daoucen, l'émergence de *Tuta absoluta* a lieu plus tardivement chez la variété Agora. Son apparition commence en fin de février avec 4 individus. La présence d'un seul individu est considérée comme négligeable. Là encore, il existe 5 pics, les deux premiers, quoique faibles, renferment peu d'individus le 30 et 32 et ont lieu respectivement le 19 mars et le 3 avril. Le 3^{ème} pic, plus intense, se compose de 271 individus et apparaît le 20 mai, il est suivi par 4^{ème} ayant 251 qui intervient le 30 mai. Le pic, le plus important, regroupe 544 individus, soit 18,03% de l'effectif total des captures (Fig. 43).

La variété Actana émerge tard par rapport à Daoucen et tôt par rapport à Agora si l'on considère que la présence d'un individu est négligeable. D'une façon générale, *Tuta absoluta* a des populations qui sont plus faibles en comparaison avec les deux variétés précédentes. En effet de 11 février au 23 avril, l'activité de *Tuta absoluta* est très timide car il y a très peu d'individus, on ne compte pas plus de 1, le seul individu dénombré et observé le 11 février, il est considéré comme négligeable comme nous l'avons déjà signalé ci-dessus. C'est à partir du 23 avril que la population de *Tuta absoluta* croît progressivement et forme un premier pic de 123 individus. Par la suite, la population amorçe une légère chute du nombre d'individus notamment en date du 20 et 25 mai où on compte 102 et 94 individus. Une autre progression de l'effectif est enregistrée le 5 juin où il a atteint 187 individus en passant par 156 individus au 30 mai. Le dernier, le plus important en effectif, est atteint le 20 juin se compose de 578 individus, est atteint le 20 juin. Puis il se produit une chute malgré l'importance de la population aussi bien au 25 juin qu'au 30 juin où on a dénombré 420 et 310 individus (Fig. 43).

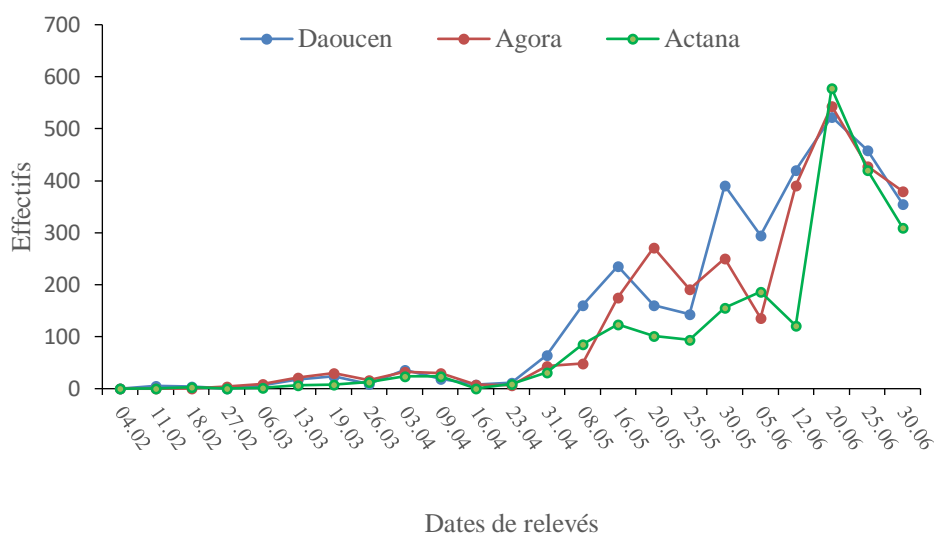


Figure 43. Evolution spatio temporelle des adultes de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* capturée à l'aide de piège à phéromone à Boudouaou El Bahri en 2016.

11.2.6.4. Fluctuation de *T. absoluta* sur Aubergine

La mineuse de la tomate existe sur sa plante hôte principale : la variété de tomate Daoucen et sur sa plante de substitution l'Aubergine qui est mitoyenne à la serre de tomate dans le site de Boudouaou El Bahri. Il apparaît nettement que *Tuta absoluta* s'installe d'abord sur la plante hôte principale où elle développe tout son cycle biologique. Les premiers adultes issus des nymphes se trouvant dans le sol, regagnent la serre une semaine après le repiquage de la tomate et commencent à pondre. Les premiers adultes au nombre de 24, de la nouvelle génération sont capturés vers le 18 du mois d'avril sur tomate. Le rythme des captures augmente progressivement pour atteindre un premier pic de 376 individus vers le 14 juin en passant par 170 et 230 respectivement en date du 26 mai et 5 juin. Au cours de cette période, les larves de différents stades pullulent fortement et causent des dégâts importants aux plants de la tomate (Fig. 44a), ce qui entraîne une rareté de la nourriture d'autant plus qu'il s'agit de la fin du cycle de la tomate. .

Cette situation contraint les adultes de la mineuse à migrer vers l'aubergine qui constitue une plante hôte de substitution par excellence pour continuer son cycle de vie. En effet, après une absence des adultes qui a duré 3 mois environ, soit du 2 avril au 14 juin, les premiers adultes de *Tuta absoluta* (99 individus) ont été capturés sur aubergine vers le 20 juin

environ à partir duquel la progression de la population grimpe à 470 individus le 25 juillet.

Dans l'aubergine la mineuse trouve une importante biomasse de nourriture qui va lui permettre de développer au moins une génération. Au cours du mois de juillet, une forte infestation avec des dégâts non moins importants de *Tuta absoluta* ont été observés sur feuille (Fig. 44b), on a compté 210 individus en date du 2 juillet, 290 en date du 6 juillet, 344 en date du 18 juillet et 470 en date du 25 juillet (Fig. 45). Sur aubergine, nous avons relevé 18,13% d'œufs, 74,18 % de larves, et un complexe parasites prédateurs, soit 4,59% de prédateurs et 2,20% de parasites (Fig. 46).



Figure 44. Dégâts de la mineuse sur tomate et aubergine
a : Tomate ; b : Aubergine

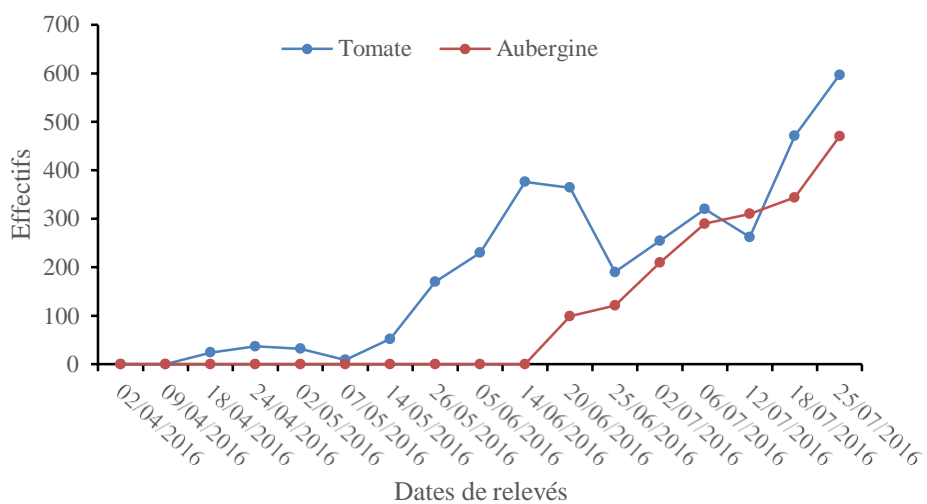


Figure 45. Fluctuation de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur sa plante de substitution l'aubergine

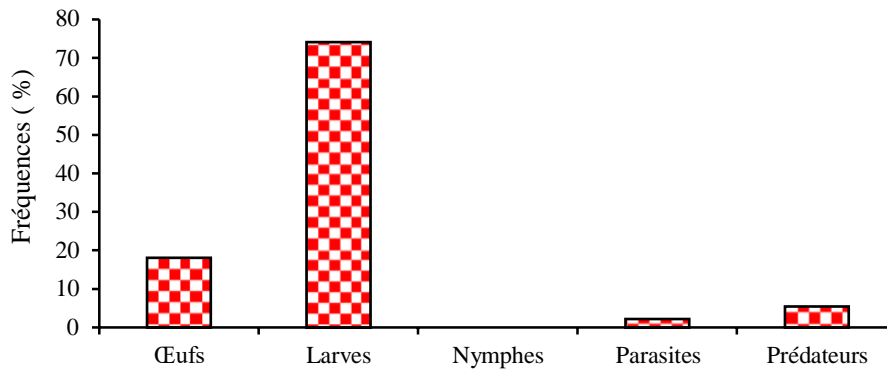


Figure 46. Taux des stades de développement des populations de la mineuse *Tuta absoluta* sur aubergine à Boudouaou El Bahri en 2016

12. Complexe parasites/ prédateurs

L'entomofaune utile associée à la tomate dénombrée à Zéralda et Boudouaou El Bahri révèle la présence d'un important complexe parasites- prédateurs qui se compose d'une grande diversité d'auxiliaires qui peut éventuellement jouer un rôle dans la régulation des populations des bioagresseurs et assurer ainsi, un équilibre biologique. En effet, il existe 51 espèces de l'entomofaune totale, soit 37,96%. Ces auxiliaires disposent d'une biomasse de nourriture importante, formée essentiellement de consommateurs primaires (Phytophages) qui s'élèvent à 62,04% (Fig. 47).

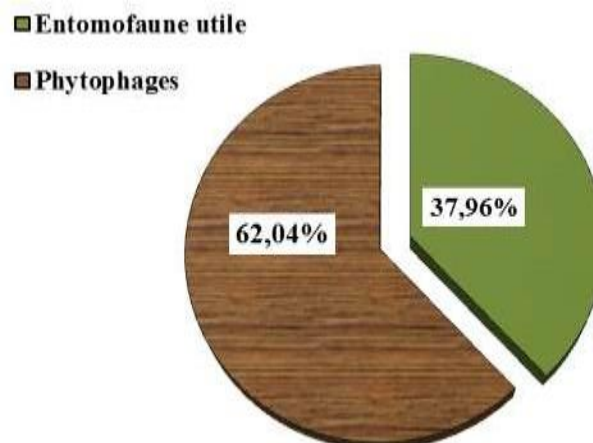


Figure 47. Importance du complexe parasites/prédateurs

12.3. Principaux prédateurs

Lors de nos prospections, les principaux prédateurs (fig. 48), leurs statuts trophiques et abondances relatives répertoriées à Zéralda et à Boudouaou El Bahri sont consignés dans le Tableau 23. Ce dernier indique la présence de 17 prédateurs repartis en cinq ordres et cinq familles. Parmi les plus fréquents avec 51,84%, soit 328 individus récoltés il y a *Nesidiocoris tenuis* qui est une punaise prédatrice appartenant à l'ordre des hémiptères et à la famille des miridées. Il possède un régime omnivore: elle est à la fois prédatrice et phytophage. Elle est connue pour sa grande voracité vis à vis des oeufs de *Tuta absoluta* Il est suivi par *Stethorus punctillum* représentant 11,96% et appartenant à la famille des Coccinellidae est très vorace d'acariens phytophages, dont elle se nourrit exclusivement. *Clitosthetus arcuatus* est également une coccinelle arboricoles de petite taille, elle représente 6,75%, soit 44 individus et, a été utilisée principalement dans la lutte biologique contre les aleurodes, mais elle peut se nourrir accessoirement de pucerons et d'acariens. *Rhyzobius lophantae* (1,38%) est également une coccinelle prédatrice utilisée contre les différentes espèces de cochenilles diaspines comme *Chilocorus bipustulatus* (1,69%) qui se nourrit aussi de cochenilles (*Saissetia oleae*, *Aspidiotus nerii*, , *Chrysomphalus aonidum* et *Planococcus citri*, etc.) et même de pucerons. Comme la plupart des coccinelles prédatrices *Coccinella septempunctata* dont la fréquence s'élève à 3,07%, constitue le principal ennemi naturel des pucerons qui sont ses proies préférentielles et essentielles. Bien qu'elle soit principalement aphidophage à l'instar de *Scymnus interruptus* (0,61%), elle se nourrit également de Thysanoptera, d'Aleyrodidae, de larves de Psyllidae et de Cicadellidae, et de certains coléoptères et papillons.

Appelé communément syrpe ceinturé, *Episyrphus balteatus* est un dipère prédateur de pucerons. Il représente 4,91%, soit au total 32 individus. De même, Des larves syrpe *Allograpta obliqua* ont été observées se nourrissant de nombreux types de proies, notamment des acariens, des lépidoptères, des psylles, des cochenilles, des aleurodes et au moins 50 espèces de pucerons. Peu important il représente 0,46%. Avec un taux de 0,77%, le syrpe porte-plume *Sphaerophoria scripta* dont la larve est polyaphidiphage puisqu'elle peut se nourrir de nombreuses espèces de pucerons différentes alors que l'adulte est floricole. Dans le même ordre d'idées, le syrpe de corolles, *Eupeodes corollae* est comme les syrpes précédente est une espèce essentiellement aphidiphage. Non moins importants, *Anthocoris nemoralis* représente 3,99% par rapport à l'ensemble des prédateurs. Efficace contre le psylle du poirier, ainsi que d'autres psylles, il peut également se nourrir sur d'autres

organismes nuisibles comme les pucerons, les acariens et les papillons de nuit. Comme *Anthocoris nemoralis*,

Orius laevigatus est une punaise prédatrice des thrips, notamment de *Frankliniella occidentalis*. De surcroît, elle a un plus large spectre trophique et peut consommer les pucerons, les acariens et les thrips. Elle est peu présente dans la mesure où elle représente à peine 1,23% au total. Très commun dans la nature, la chrysope verte *Chrysoperla carnea* est un prédateur généraliste de pucerons. Les stades larvaires sont carnivores, tandis que les adultes se nourrissent de nectar et de miellat. Mais la gamme des proies est large et comprend également les acariens, les thrips, les cochenilles etc. (Tableau 17).

Tableau 17. Principales espèces prédatrices et leurs statuts trophiques

Nom d'espèces	Statuts trophiques	Ni	Fréquences
<i>Anthocoris nemoralis</i>	Prédateur de pucerons et thrips	26	3,99
<i>Anthocoridae sp</i>	Prédateur d'acariens, pucerons et thrips	16	2,45
<i>Orius (Orius) laevigatus</i>	Prédateur d'acariens, pucerons et thrips	8	1,23
<i>Stethorus punctillum</i>	Prédateur acaridiphage	78	11,96
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Prédateur	338	51,84
<i>Staphylin sp</i>	Prédateur d'insectes	9	1,38
<i>Forficula auricularia</i>	Prédateur d'insectes	16	2,45
<i>Chrysoperla carnea</i>	Prédateur aphidiphage	9	1,38
<i>Eupeodes corolae</i>	Prédateur aphidiphage	24	3,68
<i>Episyrphus balteatus</i>	Prédateur aphidiphage	32	4,91
<i>Allograpta obliqua</i>	Prédateur aphidiphage	3	0,46
<i>Sphaerophoria scripta</i>	Prédateur aphidiphage	5	0,77
<i>Coccinella septempunctata</i>	Prédateur aphidiphage	20	3,07
<i>Scymnus interruptus</i>	Prédateur aphidiphage	4	0,61
<i>Chilocoris bipunctatus</i>	Prédateur coccidiphage	11	1,69
<i>Rhyzobius lophantae</i>	Prédateur coccidiphage	9	1,38
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Prédateur aleurodiphage	44	6,75



Coccinella septempunctata



Scymnus interruptus



Clitostethus arcuatus



Stethorus punctillum



Chilocoris bipunctatus



Anthocoris nemoralis



Orius (Orius) laevigatus



Nesidiocoris tenuis



Chrysoperla carnea



Forficula auricularia



Eupeodes corolae



Episyrphus balteatus



Sphaerophoria scripta



Allograpta obliqua

Figure 48. Espèces de prédateurs répertoriées dans les deux stations (Google)

12.2. Principaux parasites et hyperparasites

L'entomofaune renferme, en plus des bioagresseurs et autres, plusieurs parasites et hyperparasites (fig. 50) appartenant à diverses familles taxonomiques. En effet le Tableau 18 renferme 26 taxons appartenant exclusivement aux Hyménoptères qui se répartissent en dix familles dont la plus importante est celle des Braconidae, qui comprend dix espèces. Le genre *Aphidius* prédomine avec trois espèces : *Aphidius matricariae* (7,77%), *Aphidius colemani* (0,19%) et *Aphidius ervi* (5,56%), viennent ensuite les espèces *Binodoxys angelicae* (1,82%), *Aphedrussp* (3,45%), *Diaeretiella rapae* et *Lysiphlebus testaceipes*, elles sont toutes reconnues en tant que parasites aphides. D'autres parasites non moins importants méritent d'être signalés comme *Pediobius sp*, *Pemphredon sp* et *Aphelinus abdominalis* qui se retrouvent avec des taux respectifs par ordre décroissants de 14,29% ; 2,68% ; 8,82%. *Apanteles glomeratus* (1,63%) auquel il faut lui rajouter *Tetrastichus sp* *Neochrysocharis formosa*, *Nemeritis caudatula* et *Diadegma sp* s'attaquent préférentiellement à diverses chenilles et leurs abondances respectives sont de 5,18% ; 4,31% ; 0,29% et 0,38%. Les cochenilles sont parasitées par *Aphytis sp* dont l'abondance s'élève à 9,01% alors que *Encarcia formosus* s'attaquent plutôt aux aleurodes en dépit de sa fréquence faible (1,92%). Par contre *Choribus sp* (6,04%) est accompagné d'*Aganaspis pelleranoi* (2,40%), *Diglyphus isaea* (3,45%) et *Diglyphus sp* (0,38%) parasitent principalement les mouches. Par ailleurs, la cible principale de *Ooencyrtus sp* en tant que parasite sont les œufs alors que *Haltichella rufipes* infestent divers arthropodes et leur abondance est très basse 0,29% et 0,67%. Au terme de notre recensement, il a été observé 4 hyperparasites où *Surphophagus aphidivorus* est représenté par un seul individu que l'on peut considérer son action à l'égard des parasites de négligeable (0,10%). En plus de l'hyperparasite cité ci dessus, il a été identifié d'autres parasites secondaires, *Asaphes sp*, *Pachyneuron aphidis* et *Alloxysta vitrix* avec des abondances respectives de 3,07%, 2,49% et 0,96%.

Tableau 18. Espèces de parasites et hyperparasites et leurs statuts trophiques à Zéralda et Boudouaou El Bahri

Nom d'espèces	Statuts trophiques	Ni	Fréquences
<i>Aphidius matricariae</i>	Pucerons	81	7,77
<i>Aphidius colemani</i>	Pucerons	2	0,19
<i>Aphidius ervi</i>	Pucerons	58	5,56
<i>Binodoxys angelicae</i>	Pucerons	19	1,82
<i>Aphedrus sp</i>	Pucerons	36	3,45
<i>Diaeretiella rapae</i>	Pucerons	70	6,71
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Pucerons	64	6,14
<i>Pediobius sp</i>	Pucerons	149	14,29
<i>Aphelinus abdominalis</i>	Pucerons	28	2,68
<i>Pemphredon sp</i>	Pucerons	92	8,82
<i>Choribus sp</i>	Mouches	63	6,04
<i>Aganaspis pelleranoi</i>	Mouches	25	2,40
<i>Diglyphus isaea</i>	Mouches	36	3,45
<i>Diglyphus sp</i>	Mouches	4	0,38
<i>Tetrastichus sp</i>	Chenilles	54	5,18
<i>Apanteles glomeratus</i>	Chenilles	17	1,63
<i>Neochrysocharis formosa</i>	Chenilles	45	4,31
<i>Nemeritis caudatula</i>	Chenilles	3	0,29
<i>Diadegma sp</i>	Chenilles	4	0,38
<i>Aphytis sp</i>	Cochenilles	94	9,01
<i>Encarcia formosa</i>	aleurodes	20	1,92
<i>Ooencyrtus sp</i>	Parasite oophage	3	0,29
<i>Haltichella rufipes</i>	Divers arthropodes	7	0,67
<i>Surphophagus aphidivorus</i>	Hyperparasite	1	0,10
<i>Asaphes sp</i>	Hyperparasite	32	3,07
<i>Pachyneuron aphidis</i>	Hyperparasite	26	2,49
<i>Alloxysta vitrix</i>	Hyperparasite	10	0,96



Aphidius matricariae



Aphidius ervi



Lysiphlebus testaceipes



Aphedrus sp



Neochrysocharis Formosa



Choribus sp



Opus sp



Trichopria sp



Encarcia formosa



Pachyneuron aphidis



Alloxysta vitrix



Diadegma sp

Figure 49. Espèces de parasites répertoriées dans les deux sites (Gr. 8X10)

DISCUSSION

Le présent travail a été réalisé sur une culture de tomate sous serre de saison située à Boudouaou El Bahri en Mitidja orientale et de primeur à Zéralda en Mitidja occidentale. Deux axes ont été développés dans cette étude; le premier porte sur l'entomofaune associée à la tomate et le deuxième a été consacré à l'étude des principaux bioagresseurs de la tomate et de l'impact de leurs ennemis naturels. En effet, l'inventaire de l'entomofaune associée à la tomate se distingue par un effectif de 8764 individus d'insectes qui représentent neuf ordres, 50 familles, 102 genres et 108 taxons différents. Cette entomofaune se compose de bioagresseurs, d'un important complexe parasites/prédateurs ainsi que d'autres insectes associés qui trouvent une importante biomasse de nourriture à l'intérieur des deux serres qui contiennent également une riche végétation spontanée. La station de Boudouaou El Bahri est la plus riche avec 86 espèces répertoriées, alors que celle de Zéralda en abrite 81. Dans l'algérois notamment à Heuraoua sur tomate, Mahdi en 2019 a recensé 93 espèces d'insectes capturés par pots Barber, et 116 taxons par bassines jaunes appartenant respectivement à 8 et 11 ordres, ce qui est plus ou moins conforme à nos résultats. De même Sid Rouhou (2014) a dénombré 148 espèces regroupées en 86 familles, 27 ordres et 6 classes en utilisant des pots Barber. En Afrique de l'Ouest, notamment au Burkina Faso, l'entomofaune enregistrée sur tomate s'élève à 83 familles appartenant à 10 ordres taxonomiques et que les Homoptères prédominent largement avec 5550 individus capturés (Son et *al.*, 2018). Des travaux semblables ont également été effectués par Patouma et *al.*, (2020) portant sur la détermination de la diversité et de l'abondance des familles d'insectes associées à la culture de tomate au Cameroun qui ont identifié 21 familles d'insectes réparties dans 08 ordres et 22 genres.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage par rapport aux espèces piégées à Boudouaou El Bahri est égale à 0,71, celle enregistrée à zéralda est de 0,60. Ces deux valeurs sont inférieures à 1, de ce fait les échantillonnages réalisés dans les deux sites d'étude peuvent être qualifiés de bon. Dans le même ordre d'idées, dans une station de culture maraîchère à Heuraoua, la valeur de la qualité d'échantillonnage enregistrée est de 0,7 (Dehina, 2004). En revanche, celle-ci se caractérise par des valeurs très basses aussi bien à Ramdhan (0,35) qu'à Baraki (0,46) toujours sur tomate de plein champs à Heuraoua (Taïbi, 2009 ; Mahdi, 2009).

La comparaison de la richesse spécifique, indique que celle-ci diffère entre les deux sites et qu'elle est variable dans le temps. En effet, la richesse spécifique est comprise entre 41 taxons en novembre et 58 en février dans le site de Zéralda alors qu'à Boudouaou El Bahri, elle est de 55 taxons en mai en février et 78 en juin. De même la richesse moyenne s'élève à 47,75 espèces à Zéralda et de 66,33 espèces à Boudouaou El Bahri. Cette différence s'expliquerait par le fait que la tomate subit des conditions climatiques différentes. A Zéralda, les conditions climatiques défavorables en période hivernale retardent non seulement la durée du cycle biologique, mais aussi, incitent les insectes à entrer en hibernation ou en diapause soit dans le sol ou sous forme de chrysalides (cas de certains lépidoptères). Contrairement à Zéralda, Boudouaou El Bahri abrite une culture de saison où les conditions écologiques sont favorables à la pullulation rapide des insectes. Pendant cette période, la majorité des insectes quittent leurs zones d'hivernation pour se reproduire car la disponibilité et l'abondance de la nourriture favorise la poussées de sève et attire, ainsi, un nombre important d'insectes.

L'indice de Shannon caractérise un nombre plus ou moins grand d'espèces présentes dans un peuplement. Il est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité J de Piélou (1966), appelé également indice d'équirépartition (Blondel, 1979), qui représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H_{max}). S'il est constitué d'une seule et même espèce, l'indice $H' = 0$ (Calu, 2020). Cet indice varie de 1 à 5. Lorsqu'il est égal à 1, la diversité est faible, celle-ci est forte lorsque l'indice est supérieur à 3. En effet dans le site de Zéralda la diversité mensuelle de Shannon des espèces capturées dans la serre de tomate en culture de primeur est maximale en février avec 3,91 bits alors qu'à Boudouaou El Bahri elle atteint en juin 3,17 bits. On peut alors considérer que l'indice de H' indiquent une diversification des niches écologiques en espèces d'insectes et une homogénéité des peuplements d'insectes (Calu, 2020). Plus le nombre d'espèces est varié, plus l'indice de Shannon est élevé. D'après Blondel (1979), une communauté est d'autant plus diversifiée que l'indice H' est plus grande.

L'équitabilité de la distribution des espèces ou evenness est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème (Marcon, 2018). Il est admis qu'à un nombre d'espèces égal, la présence d'espèces très dominantes entraîne systématiquement la rareté de certaines autres: (Whittaker, 1965). En effet L'apparition d'une espèce invasive entraîne une baisse

significative conjointe de H' et de l'équitabilité. Quand le peuplement est en l'équilibre, il présente des indices élevés et vice versa. C'est pourquoi il faut prendre en compte ces deux indices de manière concomitante afin d'apprécier l'état d'un écosystème (Calu, 2020). L'indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité. Cet indice d'équitabilité permet d'exprimer la dominance d'une espèce lorsqu'il tend vers 0, ou la codominance de plusieurs espèces lorsqu'il tend vers 1.

Lorsque la valeur de l'indice de Simpson est égale à 0, elle indique une diversité maximale. Une valeur de 1 entraîne une diversité minimale. Pour des raisons de commodités, il est conseillé d'utiliser l'indice de diversité de Simpson représenté par $1-D$, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (Bütler et al., 2002). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. La présence d'espèces rares dans le peuplement ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité, contrairement à l'indice de Shannon beaucoup plus sensible.

En utilisant la sensibilité de l'indice de Shannon aux effectifs des espèces rares, et la sensibilité de l'indice de Simpson aux effectifs des espèces abondantes, l'indice de Hill semble le plus synthétique. Plusieurs auteurs recommandent d'ailleurs leur utilisation (Peet, 1974; Routledge, 1979).

L'indice de Margalef se distingue par des valeurs illimitées et montre une variation en fonction du nombre d'espèces. Ainsi, il est utilisé pour la comparaison des sites (Kocatas, 1992). Il ne prend en considération qu'une seule composante de la diversité: la richesse des espèces qui est sensible à la taille de l'échantillon. L'avantage de cet indice est que l'on peut comparer la richesse des différents sites d'étude que les valeurs s'étendent au-delà de 1 contrairement à l'indice de Simpson où les valeurs vont de 0 à 1 (Panditet al., 2016). Dans le cas de notre travail les valeurs de l'indice de diversité de Margalef varient entre 5,06 en octobre et 11,88 en fin février Zéralda et il est compris entre 2,68 en début de mai et 9,90 en juin à Boudouaou El Bahri.

L'indice de Menhinick, comme l'indice de Margalef, estime également la richesse spécifique, mais en même temps il est indépendant de la taille de l'échantillon. L'indice de Fisher_alpha est le seul indice de diversité qui met en évidence la distribution spatiale et temporelle d'une espèce (Rosenzweig, 1995) et ne dépend ni de la taille de l'échantillon ni à la rareté des espèces (Magurran, 1988).

L'organisation structurale des peuplements peut être interprétée en comparant les distributions d'abondance théoriques prévues par divers modèles de distribution (Amanieu et *al.*, 1981; Lam Hoai et *al.*, 1983). Dans le précédent travail le modèle Motomura (1937) a été choisi pour interpréter l'organisation et l'évolution de l'entomofaune dans les deux sites d'étude. Les valeurs de la constante de Motomura sont très proches et affichent 0,94 pour Zéralda et 0,93 pour Boudouaou El Bahri, ce qui signifie que l'entomocénose évolue de la même manière ou se distingue par une grande ressemblance structurale entre les deux types de cultures. L'analyse du diagramme rang/fréquence montre que le puceron *Aphis gossypii*, l'aleurode *Bemisia tabaci*, les thrips *Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci* occupent le premier rang et sont donc considérés comme consommateurs primaires. Ces espèces attaquent beaucoup plus les organes végétatifs de la plante de tomate et ralentissent sa croissance (Djeto-Lordon, 2007).

Les diagrammes varient en fonction de la diversité spécifique qui permet de caractériser les distributions d'abondance des espèces d'une part, et d'autre part de suivre dans le temps l'évolution d'une biocénose (Lamotte et Bourlière, 1969) qui n'a pas été traité dans ce travail. Nous rappelons que la richesse spécifique est le nombre d'espèces par relevé alors que la richesse totale est le nombre d'espèces du peuplement. La diversité spécifique prend en compte l'abondance relative des espèces en plus de leur nombre (indice de Shannon par exemple). Elle mesure la quantité d'informations qu'apporte un échantillon sur les structures du peuplement et sur la répartition des individus entre diverses espèces (Blondel, 1979 ; Dajet, 1976) et sur leur régularité qui se définit comme étant le partage des individus entre ces espèces. Les résultats de l'analyse du diagramme Rang/fréquence de la diversité entomologique associée à la tomate montre qu'au niveau du site de Zéralda cinq espèces occupent les premiers rangs, il s'agit des taxons *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci*, *Liriomyza brioniae*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*. Ils sont suivis par *Tuta absoluta*, *Myzus persicae* et *Autographa gamma*. A Boudouaou El Bahri on retrouve presque les mêmes espèces *Aphis gossypii*, *Liriomyza brioniae*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*, en ajoutant la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, et la noctuelle *Autographa gamma*. Ces peuplements ont les mêmes rangs avec cependant des permutations de certaines espèces telles que *Frankliniella occidentalis* et *Liriomyza brioniae*.

Le ravageur le plus retoutable actuellement de la tomate est la mineuse *Tuta absoluta* (Lepidoptère-Gilichiidae). Ce nouveau bioagresseur a été signalé pour la première fois dans le littoral de l'ouest par les agriculteurs dans la commune d'Achaacha dans la wilaya de

Mostaganem (Guenauoui, 2008). Actuellement, il est répandu dans toutes les régions d'Algérie même au sud. *Tuta absoluta* se développe principalement sur la tomate (*Lycopersicon esculentum*) mais aussi sur diverses autres espèces de solanacée cultivées (Urbaneja et al., 2007). A titre d'exemple, les attaques peuvent se produire sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. (Erdogan et Babaroglu, 2014), l'aubergine (*Solanum melongena*), le tabac (*Nicotiana tabacum*) (Varga, 1970). Les dégâts enregistrés pour cette mineuse peuvent causer jusqu'à 100% de perte de rendement, en s'attaquant aux feuilles et surtout aux fruits (Lopez, 1991; Guillardon et al., 2001). *T. absoluta*, est un ravageur émergent présent de façon prépondérante en fin de saison sèche, dans la zone sud des Niayes au Sénégal (Mamadou et al., 2015) Le suivi des fluctuations de la mineuse au cours du cycle de la tomate montre que ce ravageur est plus actif entre mars et avril au niveau de la station de Zéralda, ce qui coïncide avec le début floraison-fructification. Ceci s'explique par le fait que les plantes de tomate soient à leur croissance optimum à cette période. La baisse progressive de l'insecte qui a suivi ce pic peut être due au fait que l'aspect des plantes de tomate s'est dégradé progressivement. Par ailleurs, le nombre de captures d'adultes est beaucoup plus important au niveau du piège installé à l'extérieur des serres avec 46,63% de captures. Nous avons enregistré également 29,31% de captures pour la variété Agora et 24,07% pour la variété Daoucen. Dans le site de Boudouaou El –Bahri, l'activité intense de la mineuse intervient un peu plus tard entre le mois de mai et juin. Il s'agit en fait d'une culture de saison contrairement à celle de Zéralda qu'on peut la considérer comme primeur. La comparaison des fluctuations de *tuta absoluta* par variété de tomate, nous indique qu'au niveau de la station de Boudouaou El Bahri, les adultes de la mineuse sont beaucoup plus attirés par la variété Daoucen avec un taux de capture de 38,68 %, suivis par la variété Agora avec 34,79% alors que celle d'Actana n'attire que 26,53%. Pour le site de Zéralda, on constate qu'il n'existe pas une grande différence entre les variétés Actane et Zahra – Actana où nous avons enregistré des taux de captures respectives de 37,19 % et 34,37%. En revanche, celle de Tavera attire moins d'adultes avec seulement 27,44 %. L'expérimentation de l'efficacité de trois types de pièges en vue de capturer les adultes de *tuta absoluta* montrent que le piège à eau noir attire le plus grand nombre de papillons avec un taux de 55,61% de l'effectif total. Vient ensuite le piège jaune totalisant 25,42 %. Enfin le piège Delta est le moins efficace et n'attire que 18,97% de la population globale.

Parmi les ravageurs il y a lieu de citer *Liriomyza bryoniae* est probablement originaire d'Europe méridionale mais elle s'est maintenant disséminée dans de nombreuses régions où

sont pratiquées des cultures sous serres. L'insecte est aussi présent en Extrême-Orient et aux Etats-Unis en Europe (Albanie, Allemagne, Belgique, Bulgarie, Danemark, Egypte, Espagne (y compris les Canaries), France, Grèce (Crète), Hongrie, Italie (Sicilia), Maroc, Moldova, Pays Bas, République tchèque, Roumanie, Russie, Royaume-Uni (Angleterre, Guernesey), Suède, Ukraine. Asie: Japon, Taïwan. Afrique: Egypte, Maroc. Amérique du Nord: Etats-Unis (Massachusetts). *Liriomyza bryoniae* est une espèce polyphage qui attaque, la tomate, le concombre, la laitue, le melon et autres cultures maraichères. Seules quelques espèces d'Agromyzides sont polyphages. La mineuse constitue un important ravageur des cultures sous serres; Elle est connue depuis longtemps comme ravageur de la tomate dont les dégâts causés peuvent être divisés en deux catégories, directes et indirectes: Les dégâts les plus graves sont ceux causés par l'alimentation des larves qui peuvent réduire la capacité photosynthétique de la plante. Une forte infestation provoquera la dessiccation et la chute prématurée des feuilles (Oscar et *al.*, 1986). Les piqûres d'alimentation faites par les femelles adultes peuvent également causer des dommages en facilitant l'installation des champignons et des bactéries. Harbaugh et *al.*, (1983) ont observé une augmentation de la maladie bactérienne des taches foliaires, probablement *Pseudomonas cichorii* (Swing) Stapp. La transmission de virus par les mouches *Liriomyza* a été démontrée par Costa et *al.*, (1958) (virus de la mosaïque du tabac et du soja) et Zitter et Tsai (1977) (virus de la mosaïque du céleri et de la pastèque). Cette mineuse possède un redoutable parasitoïde en Algérie que nous avons dénombré dans le cadre de notre travail : il s'agit de *Diglyphus isaea*. Christie et *al.*, 1987 rapportent que le genre *Diglyphus* est un parasite efficace contre le Diptère *Liriomyza bryoniae*. La mortalité des mineuses due au parasitisme a été surestimée dans la première génération après introduction des parasitoïdes: 73% au lieu des 30% observés. Une mortalité de près de 100% des mineuses a été correctement simulée dans la deuxième génération après introduction des parasitoïdes (Botte et *al.*, 1992).

Les pucerons sont des ravageurs fortement dommageables pour de nombreuses espèces végétales. On connaît des espèces de pucerons polyphages (5%) et des espèces oligophages (95%) (Blackman et Eastop, 2006). Les dégâts dus à l'alimentation de ces insectes se manifestent au niveau de la plante hôte de différentes façons parmi lesquelles l'affaiblissement général de la plante, transmission de viroses, production de malformations au niveau des différents organes de la plante et perturbation de son métabolisme général par inoculation de toxines salivaires (Remaudière et *al.*, 2006, Naika et *al.*, 2005). Parmi cette aphidofaune, les espèces *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* et *Aulacorthum solani* sont considérées comme des principaux ravageurs de la tomate (Hullé et

al., 1999). En effet ces ravageurs nuisent et perturbent le développement de la culture par des ponctions de la sève qui engendrent des perturbations qui se manifestent par la crispation des feuilles ou déformation des organes (Leclant, 2000). L'espèce *A. gossypii* prédomine dans les deux sites d'étude par rapport aux autres taxons. Les pucerons *M. persicae* et *M. euphorbiae* arrivent en deuxième position néanmoins, leurs effectifs n'est pas aussi important que celui d'*A. gossypii*. L'espèce *Aulacorthum solani* est pratiquement absente dans la station de Zéralda, alors qu'à Boudouaou El – Bahri, nous avons capturé seulement 17 individus tout au long de notre expérimentation. Sur tomate, ils sont surtout redoutables par leur capacité à transmettre plusieurs viroses. En outre, la maîtrise chimique des populations de ces ravageurs est souvent problématique du fait de leur résistance possible à plusieurs insecticides (Delorme, 1996).

Dans un environnement hétérogène constitué par une mosaïque complexe d'habitats convenables, la relation prédateur-proie s'accompagne d'une certaine stabilité des populations (Ramade, 1984). L'aphidofaune répertoriée dans le cadre de cette étude est soumise à des agressions de plusieurs entomophages où sous leur forme larvaire et adulte, sont des destructeurs très actifs de pucerons (Saharaoui et *al.*, 2001). En effet, un important complexe parasite – prédateur de pucerons a été identifié lors de notre expérimentation, il est composé de sept prédateurs et onze parasites aphidiphages. Le contrôle biologique des pucerons se développe de plus en plus, que ce soit à l'aide de parasitoïdes ou de prédateurs (Chambers, 1989; Fraser, 1989). Parmi ces derniers, plusieurs espèces de syrphes, reconnus comme étant des prédateurs aphidiphages efficaces au stade larvaire, abondent dans de nombreux agro-écosystèmes (Gilbert, 1986). Quatre syrphidae, ont été identifiées : *Eupeodes corolae*, *Episyrphus balteatus*, *Allograpta obliqua*, *Sphaerophoria scripta*. Les larves de ces espèces utilisent les pucerons comme source de nourriture. Selon Chambers (1989), *E. balteatus* peut être considéré comme un prédateur plus généraliste que les autres espèces de syrphes rencontrées. Les larves aphidiphages de ce prédateur constituent ainsi un potentiel très appréciable en tant qu'agent biologique de contrôle. Les coccinelles sont aussi d'excellent régulateurs des ravageurs des cultures. Les aphidiphages, sous leur forme larvaire et adulte, sont des destructeurs très actifs de pucerons. Leur rôle antagoniste est aussi important que celui des syrphes et des chrysopes, après celui des parasites (Saharaoui, 2017 ; Iperti, 1983). Deux coccinelles aphidiphages ont été répertoriées : *Coccinella septempunctata* et *Scymnus interruptus*. Ces deux espèces développent des descendance viables spécialement au dépens des pucerons inféodés aux plantes basses, spontanées et cultivées, comme *Aphis fabae*,

A. gossypii, *Aulacorthum solani* (Saharaoui et *al.*, 2001). Ces deux prédateurs bénéficient d'une importante biomasse de nourriture composée de 11 espèces de pucerons. Les autres coccinelles en l'occurrence, les coccidiphages *Chilocoris bipunctatus* et *Rhyzobius lophantae*, et l'acariphage *Stethorus punctillum* leur présence est accidentelle en raison de la rareté de leurs nourritures essentielles respectives (Saharaoui et *al.*, 2001) En effet, les pucerons, les cochenilles, les aleurodes et même les acariens constituent des ressources abondantes pour de nombreuses espèces d'insectes carnivores, au rang desquels figurent les coccinelles (Dixon 2000 ; Hodek et *al.*, 2012 ; Diehl et *al.*, 2013). C'est ce qu'on appelle la lutte biologique qui consiste à utiliser un organisme vivant pour réduire l'importance d'un autre organisme considéré comme nuisible (Van Lenteren, 2012). Une seule espèce de Chrysope fait aussi partie de la guilda aphidiphage répertoriée il s'agit de *Chrysoperla carnea*, les larves de ce prédateur sont de véritables destructeurs de pucerons. En plus des prédateur, neuf parasites aphidiphages ont été identifiés dont sept appartiennent à la famille des Braconidae soit 15,09% de l'effectif total de l'entomofaune répertoriée. Les espèces *Aphidius matricariae*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Binodoxys angelicae*, *Aphidius ervi*, *Aphedrus sp*, *Diaeretiella rapae* et *Lysiphlebus testaceipes* constituent un groupe important pouvant contribuer avec les prédateurs à réguler les 10 taxons de pucerons répertoriés. Récemment Sadat et *al.*, 2019 lors de son étude sur les parasites des pucerons d'Algérie ont cité les mêmes parasitoïdes en identifiant leurs proies respectives. Selon Laamari et *al.*, 2011, l'étude des relations tri-trophiques contribue à la connaissance de la biodiversité des écosystèmes et permet d'optimiser les décisions de l'emploi des ennemis naturels dans le contrôle des déprédateurs. Agrawal et *al.*, 2006, rapportent que la combinaison de divers ennemis naturels est susceptible de conduire à une régulation biologique efficace. Selon Wahl et Sharkey (1993), les Braconidae et les Ichneumonidae sont divisées en 64 sous-espèces, avec une estimation de 100 000 espèces au total. Khellil (2015), dans son étude a signalée 8 espèces de la famille des Braconidae sur céréales, dont 3 sont listées sur notre inventaire, il s'agit de *Aphidius ervi*, *Aphidius matricariae* et *Diaeretiella rapae*. Laamari et *al.*, (2011) ont signalé ces espèces lors de leur étude sur l'interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien.

L'espèce *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) est l'un des ravageurs agricoles les plus dévastateurs des cultures des serre. Elle affecte les rendements de diverses cultures horticoles dont les tomates (Byrne et Bellows 1991; Cahill et *al.*, 1996). C'est est un insecte très polyphage, il peut s'attaquer à plus de 540 espèces végétales appartenant à 75 familles

botaniques (Bosco et *al.*, 2001). En effet, Il est facile de reconnaître les aleurodes. À l'intérieur des serres, dès qu'on bouge une plante ou une feuille, une nuée de petites mouches blanches s'envole, pour se reposer sur les plantes 5 secondes plus tard. En s'attaquant inlassablement à nos cultures, les aleurodes peuvent leur transmettre certains phytovirus, comprenez par là un virus s'attaquant aux organismes végétaux. (Delvaux et Saporta; 2017).

A Boudouaou El Bahri l'aleurode *Bemisia tabaci* marque une activité très intense dans la serre de tomate de saison en raison des conditions climatiques très favorables. Contrairement au site de Boudouaou El Bahri, les fluctuations de l'aleurode sont moins importantes à Zéralda en raison des conditions climatiques défavorables. Il s'agit en fait d'une culture de tomate primeur sous serre plantée au cours de la période du 31 octobre au 07 mars. Un seul prédateur de *B. tabaci* est identifié, il s'agit d'une coccinelle de la tribu des Scymnini *Clitostethus arcuatus*. Selon Saharaoui (1994), c'est un prédateur aleurodiphage il s'attaque spécialement aux différentes espèces d'aleurodes. Le deuxième ennemi de l'aleurode *B. tabaci* est un parasite de la famille des Aphelinidae *Encarcia formosa*, il est utilisé pour la lutte contre les aleurodes sur un grand nombre de cultures maraîchères et ornementales en serre (Méchélany et Wehbé, 1998).

Les nymphes et les adultes des thrips endommagent les plantes en frottant et en égratignant les tissus végétaux ce qui laisse sortir la sève qu'ils sucent par la suite. Leur petite taille et leur capacité à vivre cachée dans les fleurs, ce qui en fait un groupe inconnu d'insectes, peuvent causer des dommages directs importants affectant l'esthétique et la production. (Bautista et *al.*, 1994). Plus de 50 espèces sont nuisibles aux cultures dont 10 sont vectrices de virus. Les thrips peuvent transmettre le virus de la tache bronzée de la tomate, une maladie qui attaque un grand nombre de plantes (Moritz, 1994). Les thrips figurent parmi les principaux bioagresseurs de la tomate dans les deux sites d'étude, ils sont classés omniprésents selon nos résultats. L'espèce *Frankliniella occidentalis* représente 36,65% de la population globale des bioagresseurs de la tomate, la deuxième espèce en l'occurrence *Thrips tabaci* fluctue à 15,90%. Dans la station de Zéralda qui porte une culture primeur, l'activité des deux thrips est moins intense qu'à Boudouaou El Bahri en raison des conditions climatiques défavorables et d'autres facteurs intrinsèques. L'activité intense des thrips est observée en juin et juillet avec un pic noté vers le 17 juillet au niveau de du site de Boudouaou El Bahri. A Zéralda le maximum de captures est noté vers la fin février. En effet, Mc Donald et *al.*, (1997) ont montré que les basses températures ont une influence sur la densité de la population des thrips. En revanche Wang et *al.*, (2014) ont montré que les

individus exposés à des températures élevées 41°C ont une durée de vie courte par rapport à ceux qui sont exposés à une température moyenne de 25°C. Il est admis aussi que le thrips réduit sa population sous des températures élevées comme un mode de résistance pour survivre.

Les noctuelles sont des espèces cosmopolites caractérisées par une parfaite adaptation aux différents biotopes; elles sont signalées dans toutes l'Europe, l'Asie, l'Amérique et l'Afrique (Cayrol. 1972). Lors de notre étude sur l'entomofaune associée à la tomate, nous avons inventorié cinq espèces de noctuelles. Ces taxons ont été identifiés en utilisant le catalogue des noctuelles établi par Barkou (2018). Il s'agit des espèces: *Autographa gamma*, *Agrotis segetum*, *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera*, et *Lacanobia oleracea*. Plusieurs chercheurs algériens ont travaillé sur les noctuelles notamment dans certaines localités du littoral algérois (Hasnaoui, 1989; Djebaili, 1992). Dih (1987) ont inventorié 10 espèces dans la région de l'algérois. Récemment Barkou (2018) avait inventoriée 33 espèces de noctuelles suivi d'un catalogue sur les espèces répertoriées. L'espèce *Autographa gamma* prédomine dans les deux sites d'étude. Pas moins de 38 individus ont été capturés à Zéralda et 25 autres à Boudouaou El Bahri ce qui représente respectivement 70,37% et 89,29%. Les noctuelles *Agrotis segetum* et *Chrysodeixis chalcites* ont été capturées seulement à Zéralda avec des proportions très faibles ne dépassant pas 15%. Les autres espèces en l'occurrence *Helicoverpa armigera* et *Lacanobia oleracea* sont très faible et leur nombre ne dépasse pas 2 individus. L'espèce *Autographa gamma* est la seule noctuelle qui montre une activité dans les deux serres de tomate grâce à la présence de ces adultes. Dans la station de Boudouaou El Bahri le pic de capture de l'espèce *Autographa gamma* a été enregistré vers le début février sur la tomate primeur, à Zéralda (culture de saison) le maximum de captures des papillons ont été noté vers la fin juin. C'est le ravageur le plus important des lépidoptères du maïs dans le nord de l'Argentine et dans différents pays de la région néotropicale (Casmuz et al., 2010). Les Noctuelles sont très nombreuses et beaucoup d'entre elles sont nuisibles. Leurs dégâts sont considérables, aussi bien sur les grandes cultures que sur les plantes potagères ou ornementales (Bury, 2015).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude nous a permis de mettre en évidence la biodiversité de l'entomofaune inféodée à la culture de tomate de primeur et de saison dans les sites de Zéralda (Mitidja occidentale et Boudouaou El Bahri (Mitidja orientale). Les ordres identifiés sont les Hyménoptères, les Diptères, Les Coléoptères, les Homoptères et les Hémiptères. Les Lépidoptères, les Thysanoptères et les Névroptères sont peu représentés. Les homoptères contiennent principalement la famille des Aphididae dont la plupart des espèces sont polyphages et causent des dégâts économiquement dommageables comme à titre d'exemple, *Aphis gossypii* *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae*. Les Hyménoptères contiennent des parasites dont le nombre s'élève à 30 où les Braconidae sont les plus représentés par *Aphidius matricariae*, *Diaeretiella rapae*, *Aphidius ervi*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Pnigalio sp*, *Diglyphus isaea* et *Neochrysocharis formosa*. Par contre les prédateurs au nombre de trois sont représentés en nombre d'individus, on compte *Pemphredon species* et *Vespa germanica* à l'opposé de *Cataglyphus sp* qui compte 44 individus. La faune d'auxiliaires est largement dominée par les hyménoptères parasitoïdes surtout ceux de la famille des Braconidae. Ces entomophages jouent un rôle important dans la régulation naturelle des ravageurs. Les Coléoptères se scindent en deux groupes les prédateurs qui se constituent exclusivement de coccinelles *Clitostethus arcuatus*, *Coccinella septempunctata* *Chilocoris bipunctatus* *Rhyzobius lophantae* *Scymnus interruptus* et *Scymnus interruptus* qui se distingue par des régimes trophiques distincts. Les coléoptères comptent 10 espèces phytophages parmi lesquelles il y a lieu de citer *Cantharis paludosa* et *Psilothris viridicoerulea*. Les lépidoptères ne renferment que des espèces phytophages parmi lesquelles *Tuta absoluta* et *Autographa gamma* qui causent des dégâts sur plusieurs cultures maraichères et en particulier la tomate, elles pullulent à travers toute l'Algérie.

Les indices de diversité les plus couramment utilisés en écologie sont l'indice de l'indice de Shannon, Simpson et Hill qui de préférence, doivent être utilisés conjointement. L'indice de Simpson prend en compte tient les espèces dominantes et évalue la dominance, mais ne donne aucune information sur la richesse spécifique. En revanche l'indice de Shannon caractérise la diversité, c'est-à-dire la régularité (équitabilité ou équirépartition) et la richesse, mais il ne prend pas en considération les espèces rares alors que l'indice de Hill constitue une synthèse des deux indices précédents. Il varie entre 2,89 et 3,87, ce qui indique diversité est moyenne à appréciable dans le site de Zéralda et une régularité qui donne un milieu

écologiquement équilibré dans la mesure où celle-ci est supérieure à 0,82 lors de nos échantillonnages. Généralement l'indice de Simpson varie de 0 à 1. Dans les deux sites l'indice de Simpson est supérieur à 0,86, ce qui traduit par l'absence d'espèces dominantes et que les sites n'ont pas subi des pressions anthropiques et que les communautés sont stables et matures. L'alpha de Fisher peut être considéré comme une mesure de la richesse spécifique par rapport à l'indice de Simpson qui est une mesure de la régularité, mais il ignore comme l'indice de Shannon les espèces rares. Il est compris entre 10,41 à 22,59 indiquant une diversité et une richesse spécifique supérieure à la moyenne à Zéralda.

Selon le diagramme Rang/fréquence, la diversité entomologique associée à la tomate montre qu'aussi bien au niveau du site Zéralda qu'à celui de Boudouaou, on retrouve les mêmes espèces déprédatrices, mais certaines d'entre elles changent de position en fonction de leur importance dans le site. Par ailleurs, le modèle de Motomura se distingue par des valeurs sensiblement équivalentes de 0,94 pour Zéralda et 0,93 pour Boudouaou El Bahri, il signifie que les groupes fonctionnels évoluent de la même manière et se distingue, ainsi, par une grande ressemblance structurale entre la tomate de saison ou en culture de primeur.

En perspectives, il est primordial d'engager des études approfondies sur les principaux ravageurs pour pouvoir raisonner des stratégies de lutte adaptées à chaque ravageur en tenant compte de la présence de ses auxiliaires. De plus, il serait judicieux de connaître leurs plantes hôtes ainsi que leurs dynamiques de populations de chaque ravageur que l'on a recensé lors de nos échantillonnages car celles-ci constituent des foyers d'infestation et par conséquent, elles favorisent non seulement le maintien, mais aussi la multiplication des populations du ravageur. Dans ce cadre nous proposons divers actions à savoir:

- Surveillance des populations afin détecter les premiers foyers.
- Piégeage massifs et attractifs par l'utilisation des pièges chromoactifs.
- Développer les traitements bioinsecticides et les cultures associées.
- Pour le cas de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* on suggère la création des unités d'élevages pour produire divers prédateurs et parasites de cette espèce telque les espèces *Nesidiocoris tenuis* et *Macrolophus pygmaeus*
- En fin, ces auxiliaires doivent être utilisés dans une stratégie de lutte intégrée pour une agriculture durable.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Agrawal, A. A. et Fishbein, M. (2006). *Plant defense syndromes*. Ecology, 87(sp7):132-149
- Ait-Amar, S., Benoufella-Kitous, K., Medjdoub-Bensaad, F., et Tahar-Chaouche, S. (2022). Diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures sous serre à Tizi-Ouzou, Algérie. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*.
- Alhmedi, A., Francis, F., Bodson, B. et Haubruge, E. (2006). *Evaluation de la diversité des Aphididae, Homoptera, Aphidoidea*. Techn. et prati., Ed. I.N.R.A. : 473 p.
- Allache, F., et Demnati, F. (2012). Population changes of *Tuta absoluta* (Mey.) (Lepidoptera, Gelechiidae): A new introduced tomato crop pest at Biskra in Algeria. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 8(3).
- Amanieu, M., Gonzalez, P.L. et Guélorg, O. (1981). Critères de choix d'un modèle de distribution d'abondances. Application à des communautés animales en écologie benthique. *Acta Oecologica, Oecol. Gêner.*, 2 (3) : 265-286.
- Anonyme, (2016). Production agricole, superficies. Ministère de l'agriculture et du développement rural, Alger, 18 p.
- Baci, L. (1993). Les contraintes du développement de la tomate industrielle et de sa transformation. *Communications journée d'étude et de réflexion sur la tomate industrielle*, Jijel. 10 p.
- Badaoui, M.I. et Berkani, A. (2010). Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick 1917 et *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 63(3) :191-194.
- Badaoui, M. I., Berkani, A. et Lotmani, B. (2010). *Les entomopathogènes autochtones, nouvel espoir dans le contrôle biologique de Tuta absoluta Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) en Algérie*. *Entomologie faunistique*. 63(3) :165-169.
- Barkou, H. (2018). *Etude systématique et fluctuations démographique de quelques espèces de noctuelles en Algérie (Lépidoptera-Noctuidae)*. Thèse doctorat, E.N.S.A. El Harrach. 95 p.
- Bautista, R. C. et R. F. L. Mau. (1994). Preferences and development of Western flowerthrips (Thysanoptera: Thripidae) on plant hosts of tomato spotted wilt tospovirus in Hawaii. *Environmental Entomology*. 23(6): 1501-1507.
- Bédrani, S., Elloumi, M., Zagdouni, L. (1993). *La vulgarisation agricole au Maghreb : théorie et pratique*. Paris : CIHEAM :129-132.
- Benmessaoud-Boukhalfa, H., Mouhouche F., et Belmazouzi F.Z. (2010). Inventory and identification of some Thrips species in coastal and sub-coastal regions of Algeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1.5 : 755-761.
- Berkani, A. et Badaoui, M.I. (2008). La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera : Gelechiidae). *Annales de INRAA*. 16 p.
- Blackman, R. L. et Eastop, V. F. (2000). *Aphids on the world's crops: An identification and information guide*, 2nd, Wiley, Chichester. 466 p.

- Blackman, R. L. et Eastop, V. F. (2006). *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs*, Vol. 2: The Aphids, Wiley et sons, Ed, Chichester: 1025-1439
- Blancard, D. (1988). *Maladies de la tomate: Observer, Identifier, lutter*. Ed. Institut national de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.) PHM, Rev. Hort, Paris, 211 p.
- Blancard, D., Laterrot, H., Marchaux, G. et Candresset, T. (2009). *Les maladies de la tomate : Identifier, Connaitre, Maitriser*. Ed. Quae, Paris. 679 p.
- Blondel, J. (1979). *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173p
- Blondel, J., Ferry, C. et Frochot, B. (1973). *Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité*. Alauda, 41 (1 - 2) : 63 – 84.
- Bosco, D., Demichelis, S., Simon, B., Rapisarda, C., Moriones, E. et Cenis, J.L. (2001). Presence and distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotypes in Italy. *European Whitefly Symposium*. Ragusa, Sicily, Italy. 29 p.
- Bournier, J.P. (2002). *Les thysanoptère du cotonnier*. Ed. Quae, France. 104p.
- Bouزيد, A. et Bedrani, S. (2013). La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. *Les cahiers du cread*; n°103.
- Bury, J. (2015). Pierwsze stwierdzenie *Aedia leucomelas* (Linnaeus, 1758) (Noctuidae: Acontiinae) w Polsce. *Acta entomologica silesiana*, Vol. 23 Bytom:1-3
- Butler, R. et Schlaepfer, R. (2002). Three-toed Woodpeckers as an alternative to bark beetle control by traps?. *Forschungsberichte-nationalpark berchtesgaden*, 1(48):13-26.
- Byrne, D. N. et Bellows, T. S. (1991). Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36: 431–457.
- Caffarin, i PM, Folcia, AM, Panzardi, SR et Pérez, A. (1999). Incidence of low levels of foliar damage caused by *Tuta absoluta* (Meyrick) on tomato. *Boletín de Sanidad Vegetal*, Plagas 25:75–78.
- Cahill, M., Denholm, I., Ross, G., Gorman, K. et Johnston, D. (1996). Relationship between bioassay data and the simulated field performance of insecticides against susceptible and resistant *Bemisia tabaci*. *Bulletin of Entomology Research*, 86: 109–116.
- Calu, G., des écosystèmes (2020). Les indices de diversité en écologie. *Ecologie appliquée*. Disponible sur www.louernos-nature.fr consulté le 09/02/2022.
- Calvert, A. (1965). Flower initiation and development in the tomato. *Quarterly*. Ed. N. A. A. S., Rev.70 :79 - 88.
- Capinera, J. L. (2001). *Handbook of vegetable pests*. Academic press. New York, 729 p.
- Carneiro, E., L. Silva, B., Maggioni, K., Buenos dos Santos V., Rodrigues T.H., Reis S.S., Pavan B.T. (2014). Evaluation of Insecticides Targeting Control of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Am J Plant Sci* 5: 2823-2828.
- Casmuz A., Juárez Socías, M.G., Murúa, M.G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E. (2010). *Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 69:209-231.
- Cayrol, R.A. (1972). Famille des Noctuidae. Sous-famille des Melicleptriinae. *Helicoverpa armigera* Hb. In : *Entomologie appliquée à l'agriculture*. (Ed. by Balachowsky, A.S.). Masson et Cie, Paris, France. Vol. 2 : 1431-1444

- Chailleux, A., Biondi, A., Han, P., Tabone, E. et Desneux, N. (2013). Suitability of the Pest Plant System Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae)–Tomato for Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Parasitoids and Insights for Biological Control. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 106, Issue 6, 2310–2321
- Chambers, R.J. (1989). Syrphidae. *World Crop Prot. Aphids 2C*: 259-267.
- Chambers, R.J., Sunderland, K.D., Wyatt, I.J. et Vickerman, G.P. (1983). *The effects of predator exclusion and caging on cereal aphids in winter wheat. Journal of Applied Ecology*. 20: 209–224.
- Chaux, C et Foury, C. (1994). *Production légumière*. Tome 3. Ed Tech et Doc Lavoisier, 563p.
- Chibane, A. (1999). Fiche technique : Tomate sous- serre, *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*.n. 57, Ed. MARDPM/DERD (Maroc), 4p.
- Cahill, M., Gorman K., Day S., Denholm I., Elbert A. et Nauen R. (1996). Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*, Vol. 86 , Issue 4 : 343 – 349.
- Choudourou, D. C., Agbaka, A., Adjakpa, J. B., Koutchika, R. E. et Adjalian, E. J. N. (2012). Inventaire préliminaire de l'entomofaune des champs de tomates (Lycopersicon esculentum Mill) dans la Commune de Djakotomey au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(4) :1798-1804.
- Christelle, L. (2007). *Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron Aphis gossypii et au parasitoïde Lysiphlebus testaceipes en serre de melons*. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris : 43-44.
- Christie ,G. D. et Parrella, M. P. (1987). Biological studies with Chrysocharis parksi [Hym.: Eulophidae] a parasite of Liriomyza spp. [Dipt.: Agromyzidae]. *Entomophaga*. Vol. 32: 115–126.
- Cirad, (2002). *Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France*. ed. Quae: 1045-1046.
- Clinton, S.K. (1998). Lycopene chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr. Rev.*, vol.56, n.2.:35-51.
- Daget, J. (1976). *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson, Paris, 172 p.
- Dajoz, R. (1985) .*Précis d'écologie*. Ed. Dunod. 505p.
- Dalmon, A. et Marchoux G. (2000). Quelles plantes hôtes pour le Tomato yellow leaf curl virus. *Phytoma* 527: 14-17.
- De Lannoy, G. (2001). *Gombo Abelmoschus esculentus (L.) Moench. In: Agriculture en Afrique Tropicale. Légumes*. Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI). Paris, France: 478-484.
- Dedryver, C.A., Le Ralec A., Fabre F. (2010). *The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies*. C.R. Biologies 333: 539-553.
- Dehina, N. (2004). *Bioécologie des fourmis dans trois types de cultures dans la région de Heuraoua (Mitidja)*. Ing. , Insti. nati. agro., El Harrach, 137 p.

- Delvaux, C. et Saporta E. (2017). *Aleurode : les traitements naturels contre la mouche blanche. Détente Jardin*. n°109.
- Desneux, N., Wajnberg E., Wyckhuys K. A. G., Burgio, G. et Arpaia, S. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83:197–215.
- Diatte, M., Brévault, T., Sylla, S., Tendeng, E., Sall-Sy, D. et Diarra, K. (2015). New insect pest assemblage threatens field-grown tomato production in Senegal. *Int. J. Tropic. Ins. Sci.*
- Diehl, M. S.; Olivo C. J.; Agnolin C. A.; Bratz V. F.; Bem C. M.; Aguirre P. F.; Glienke C. L.; Correa, M. R.; Serafim, G., (2013). Productivity of grazing systems mixed with forage legumes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 65 (5):1527-1536.
- Diehl, E., Sereda, E., Wolters V. et Birkhofer, K. (2013). Effects of predator specialization, host plant and climate on biological control of aphids by natural enemies: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 50: 262-270.
- Dih, H. (1987). *Contribution à l'étude des noctuelles des cultures maraichères dans la région de Staoueli*. Thèse. Ing. Agr., Inst.Nat.Agr., EL-Harrach. 71p.
- Dixon, A. F. G. (2000). Insect predator-prey dynamics. Ladybird beetles and biological control. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.
- Dixon. A. F. G. (1987). *The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution*.
- Djebailli, F. (1992). *Contribution à l'étude bioécologique des noctuelles des cultures maraichères dans la région de Staouali et de Boumerdes. Lutte combinée vis-à-vis de Spodopteralittoralis (Lepidoptera – Noctuidae)*. Thèse. Ing. Agr., Inst.Nat.Agr., EL-Harrach. 60 p.
- Djeto-Lordon, C., Alene, D.C. et Reboul, J.L. (2007). Contribution à la connaissance des insectes associés aux cultures maraichères dans les environs de Yaoundé - Caméroun. *Journal Biological and biochemical Sciences*, 15: 1-13.
- Doré, C. et Varoquaux, F. (2006). *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*. Paris : INRA. 105 p.
- Dumont, M., (2008). *Apports de la Modélisation des Interactions pour une compréhension fonctionnelle d'un écosystème, application a des bactéries nitrifiantes en chemostat*. Thèse de Doctorat Université de Montpellier II, 228 p.
- Duviard, D. et Tréhen, P. (1981). Modifications du peuplement d'arthropodes d'une lande à ajoncs de Bretagne centrale induites par l'épandage de déchets ménagers broyés.- *Acta Oecologica, Oecologia applicata*, 2 : 317-337.
- Elimam, M., Harbi, A., Chermiti, B. (2011). Evaluation of *F.occidentalis* different body colours and their development in a pepper crop greenhouse in the Region of Moknine in Tunisia . *Bulletin of insectology* 64 (1): 9-13.
- Erdogan, P. et Babaroglu, N.E (2014). Life table of to tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera – Gelichiidae). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 31(2): 80-89.
- FAO. 2020 (World Food and Agriculture) <https://www.fao.org>. consulté le 31 janvier 2022.
- Gallais, A. et Bannerot, H. (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées : objectif et

- critères de sélection. INRA, Paris, 765 p.
- Gilbert, F.S. (1986). *Hoverflies naturalists Handbooks 5. University press, Cambridge*, 66 p.
- Guenau, Y. (2008). Nouveau ravageur de la tomate en Algérie : Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. *Phytoma - La Défense des Végétaux*. 617:18-19
- Guilardon, E, Pocovi, M, Hernandez, C et Olsen, YA. (2001). Rôle des trichomes glanduleux de la feuille de tomate dans l'ovipositeur de *Tuta absoluta*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. Brasilia 36 : 586 – 588.
- Harbaugh, B. K., Price, J. F. et Stanley, C. D. (1983). Influence of leaf nitrogen on leafminer damage and yield of spray chrysanthemum [*Liriomyza trifolii*, insect control]. *Hort Science*.
- Hasnaoui H. (1989). *Contribution à l'étude des noctuelles (Lepidoptera – Noctuidae). Des cultures maraichères à Boufarik et efficacité de quelques insecticides*. Thèse. Ing. Agr., Inst.Nat.Agr., EL-Harrach. 61p.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2): 427-432.
- Hodek, I., Honek, A. et Van Emden, H. F. (Eds.). (2012). *Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. John Wiley & Sons.
- Howard, R. J., Garland, J. A., Seaman, W. L., Richard, C., Boivin, G., Christine, T., et P. Venne. (1994). *Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada*, Société canadienne de phytopathologie /Société d'entomologie du Canada, Ottawa, 616 p.
- Hullé, M., Turpeau-Aït Ighi, E., Robert, T.M. et Monnet, Y. (1999). *Les pucerons des plantes maraichères. Cycles biologiques et activités de vol*. Éd. INRA/ACTA. 136 p.
- Idrenmouche, S. (2011). *Biologie et Ecologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera, Gelichiidae)*. Magistère en Sciences Agronomiques. E.N.S.A. El Harrach, 95 p.
- Iperti, G. (1965). Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes Maritimes et des Basses Alpes. *Entomophaga*, 10 (2), 1965 : 159 - 178.
- Iperti, G. (1983). Les coccinelles de France. Faune et faune auxiliaires en agriculture. ACTA. *Journées d'études et d'informations 4 et 5 mai. Paris*. 89 – 96.
- ITCMI, (2017). *Guide pratique, la culture de la tomate sous abris*, Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles (ITCMI) .16p.
- Jeannequin, B., Dosba, F. et Amiot-carlin, MJ. (2005). *Fruits et légumes caractéristiques et principaux enjeux. Collection « un point sur les filières »*.INRA. Paris.
- Khelil, M. (2015). *The entomological settlement of the steppes at Alfa Stipa tenacissima*. Ed. Office Publications. Universitaires, Algiers, 76 p.
- Kocataş, A. (1992). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniv. Matbaası, İzmir, 564 p.
- Kolev, N., (1976) *Les cultures maraichères en Algérie*. FAO, Rome (Italy) fre; Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, Algiers (Algeria) 12 p.
- koudjil M., Boukabcha F., Harichane H. (2015). Perte en rendement et déprédation par la

- mineuse, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) sur la culture de tomate, dans la wilaya de Chlef (Algérie). *Nature & Technologie . B- Sciences Agronomiques et Biologiques*, n°12 : 73- 85
- Kristensen, N. P. et Skalski, A. W. (1998). *Phylogeny and palaeontology. In Handbook of zoology, vol. IV, Arthropoda: Insecta, part 35, Lepidoptera, moths and butterflies*, vol. 1 (ed. N. P. Kristensen), pp. 7–25.
- Laamari, M., Tahar Chaouche, S., Benferhat, S., Abbès Sara, B., Merouani, H., Ghodbane S., Khenissa N. et Stary, P. (2011). Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. *Faun. Entomol*, 63 (3):115-120.
- Laamari M., et Houamel S. (2015). Première observation de Thrips tabaci et de Frankliniella occidentalis sur les cultures sous serre en Algérie. *EPPO Bulletin*, vol. 45, no 2 : 205-206.
- Lafontaine, D. J. et Schmidt, B. C. (2010). Liste de contrôle annotée des Noctuoidea (Insecta, Lepidoptera) de l'Amérique du Nord au nord du Mexique. *ZooKeys*, 40 :1-239.
- Lam Hoai, T., M. Amanieu et Lasserre, G. (1983). Une procédure intégrée pour l'étude des distributions d'abondance en écologie. *Ann. Stat. Biol. Besse-en- Chandesse*, 17:1-22.
- Lamotte, M. et Bourlière. F. (1969). *Problème d'écologie échantillonnage des peuplements des milieux terrestres*. Ed. Masson, Paris. 303 p.
- Lenore, A., Steck, S. (2014). Lycopene and cardio vascular disease. *American Society for Clinical Nutrition*, 71 (6) : 6 p.
- Laumonier, R. (1979). *Cultures légumières et maraichères*. Edition Baillere et fils, Paris, Tom II. 267 p.
- Leclant, F. (2000). *Les pucerons des plantes cultivées-clefs de détermination*. ACTA-INRA Paris, volume III, 128 p.
- Leclant, F. (2000). *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'indentification*. III – Cultures fruitières. ACTA – INRA Ed. 128 p.
- Lemoines, E. (1999). *Guide des légumes du monde, les légumes de nos régions, les variétés exotiques*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 184 p.
- Leinster, T. et Cobbold, C. A. (2012). Measuring diversity: the importance of species similarity. *Ecology*, 93(3):477-489.
- Lhéritier, J.N., De Bussche M. et Lepart J. (1979). *L'avifaune nicheuse du reboisement de Pin noir du Causse Méjean*. L'oiseau de la R.F, **49**: 185-211.
- Lobo, A, Saz P, Marcos, G. (1997). The Zaragoza Study: Dementia and depression in the elderly community. Barcelona : Ed. Masson Salvat S.A.
- Lopez, E. (1991). Mineuse de la tomate, enjeu crucial pour là il faut ajouter la dernière date le site était accéder rentabilité´ des re´coltes estivales]. *Empresa Y avance Agrícola* 1(5): 6–7.
- MADR, (2020). Ministère de l'Agriculture et du développement rural, Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information (DSASI), Evolution des superficies, production et rendement de la tomate fraîche 2015-2019.
- Magurran, A. E. (1988). Why diversity. *In Ecological diversity and its measurement*. 1- 5. Springer, Dordrecht. pp. 1-5.

- Mahdi, K. (2009). Quelques aspects de la bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et essai de lutte dans l'Algérois. Thèse Magister. ENSA. El Harrach. 282 p.
- Margalef, R. (1969). Diversité et stabilité : une proposition pratique et un modèle d'interdépendance.
- Marcano, R. (2008). Minador pequenô de la hoja del tomate ; *Palomilla pequena*, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Plagas Agrícolas de Venezuela. In. <http://www.plagasagricolas.info.ve/fichas>.
- Marcon, E. (2018). Mesures de la Biodiversité. UMR Ecologie des forets de Guyane. 270p.
- Margarida, M. (2008). Mineira do tomateiro. Une nova ameaça a producao de tomate. V seminario internacional do tomate de industria, mora, 23 de fevereio de 2008. In. Eppo.org / EPPO Reporting / 208 Rsf-080.
- Mc Donald, J. R. Bale, J. S., Walters ,K. F. A. (1997). Rapid Cold Hardening in the Western Flower Thrips *Frankliniella. occidentalis* J. *Insect Physiol.* Vol. 43, No. 8: 759–766.
- Mc Donald, R. J., Bale S. J., Walters, F.A. K. (1998). Effect of temperature on development of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Eur. J. Entomol.* , 95: 301–306.
- Méchélany, E., Wehbé, O. (1998). Première observation d'une lutte intégrée contre *Bemisia tabaci* par l'utilisation d'*Encarsia formosa* sur les cultures de tomates protégées au Liban. Extrait de : *Annales de recherchescientifique.* n° 1: 23-29.
- Mensah, A, Simon, S. Assogba, KF, Adjaïto, L, Martin, T, Ngouajio, M. (2016). Intensification de la culture de tomate sous abri couvert de filet anti-insectes en région chaude et humide du Sud-Bénin. *Science et Technique-Revue Burkinabé de la Recherche. Série Sciences Naturelles et Agronomie,* (2) : 267-283. <https://agritrop.cirad.fr/585643/>.
- Moritz, G. (1994). Pectoriel Key to economically important species of thysanoptera of central Europe bulletin OEEP/EPPO 24: 182- 208
- Moritz, G.(2002). The biology of thrips is not the biology of their adults: a developmental view.. *Proceedings of the seventh International Symposium on Thysanoptera.* Australian National Insect Collection, Canberra: 259-267.
- Moritz, G., Kumm S. et Mound L.A. (2004). Tospovirus transmission depends on thripsontogeny. *Virus Research* 100: 143–149.
- Mound, L.A., Morris, D.C. (2007). The Insect Order Thysanoptera: Classification versussy stematics. Linnaeus tercentenary: proress in invertebrate taxonomy. *Zootaxa*1668: 395–411.
- Mound, L. A., Morris; D.C. (2013). Thysanoptera (Insecta) of Barrow Island, Western Australia. *Records of the western australian museum:* 287–290.
- Naika S., De Jeude, J. L., De Goffau, M., Hilmi, M. Et Dam ,B. (2005). *La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation.* Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 105 p.
- Nechadi, S, Benddine, F, Moumen, A et Kheddami, M. (2001). Tomato yellow leaf curl begomovirus (TYLCV). Ed. Direction de la Protection des Végétaux et des Contrôles Techniques, Ministère de l'Agriculture, 7 p.
- Notz, A.P. (1992). Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato

- plants.] *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18 : 425–432
- Past., 2000 -
- O.E.P.P. (2009). Organisation européenne de protection des plantes -Ravageurs et maladies. No 8, Paris:1 – 8.
- OEPP/CABI. (1996). *Liriomyza huidobrensis*; *Liriomyza trifolii*. In: Organismes de Quarantaine Pour l'Europe. 2ème édition. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.
- Oscar, P. Minkenbergh, J.M. et Van lenteren , J.C. (1986). The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. Trifolii* (diptera: agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agricultural university wageningen papers* 86-2. 50p.
- Pandit, N., Shah, K., Agrawal, N., Upmanyu, N., Shrivastava, S. K. et Mishra, P. (2016). Synthesis, characterization and biological evaluation of some novel fluoroquinolones. *Medicinal Chemistry Research*, 25(5), 843-851.
- Parella, M.P., Heinz, K.M. et Ferrebtino, G.W. (1987). Biological control of *Liriomyza trifolii* on glasshouse chrysanthemums. *SRSP/WPRS Bull.* X/2: 149-151.
- Patouma, L., Nukenine, E., Adamou, I. et Djieto-Lordon, C. (2020). Caractérisation de l'entomofaune de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en champ dans la localité de Meskine, région de l'Extrême-nord, Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(6): 2069-2076
- Patti, I. (1983). Gli Aphidi degli Agrumi. *Publicazione del CNR*, 110 p.
- Peron ,J. Y. (2006). *Production légumière*. Ed. Lavoisier, Paris, 613 p.
- Peet, R.K. (1974). *The measurement of species diversity*. *Annual Review of ecology and systematics*. Vol. 5: 285-307.
- Pilkington, LJ, Messelink, G, van Lenteren, JC et Le Motee, C. (2009). Protected biological control". *Biological pest management in the greenhouse industry*. *Biological Control* (Online First). doi: 10.1016/j.biocontrol.
- Polese, K.M. (2007). *La culture de tomate*. Ed. Artémis : 95 p.
- Ponel, P. et Moragues, G. (1983). Contribution à la connaissance de la faune entomologique du Var, 5 : Caraboidea (suite). *Annales de la Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de Toulon et du Var*, 35(4): 213-226.
- Ramade, F. (1984). *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. Ed. Mc-Graw-Hill, Paris.
- Reitz, S R, Gao Y L, Lei Z R. (2011). Thrips: Pests of concern to China and the United States. *Agricultural Sciences in China*, 10: 867–892.
- Remaudiere, G, Remaudiere, M. (2006). *Catalogue des Aphididae du monde* , INRA , Paris : 27-260.
- Remini, L. (2007). *Etude faunistique, en particulier l'entomofaune du parc zoologique de Ben Aknoun* (Doctoral dissertation, INA).
- Richard, C. et Boivin. G., (1994). Maladies et ravageurs des cultures de plein champ: Pomme de terre. Dans: *Maladies et ravageurs des cultures légumières au Canada*, La Société Canadienne de Phytopathologie et La Société d'Entomologie du Canada. 245 p.
- Robert, Y. (1982). Fluctuation et dynamique des populations des pucerons. *Jour. D'étude et d'info : Les pucerons des cultures*. Ed. A.C.T.A, Paris: 21- 35.

- Routledge, R.D. (1979). Diversity indices: Which ones are admissible? *Journal of Theoretical. Biology.* Vol.76, Issue 4: 503-515.
- Rosenzweig, M. L. (1995). *Species diversity in space and time* (No. 574.524 R6).
- Sadat A., Bouhalissa Z., Sahraoui L., et Daoudi-Hacini S. (2019). Parasitoides de pucerons d'Algérie (Hymenoptera, Braconudae, aphidiinae), *Bull. Soc.Zool.Fr.* 144 (3): 121-131.
- Saharaoui, L. (1994). Inventaire et étude de quelques aspects bioécologiques des coccinelles entomophages (Coleoptera. Coccinellidae) dans l'Algérois. *Journal of African Zoology.* 108, 6: 538 - 546.
- Sahraoui, L. (1999) Journées techniques sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. I.N.P.V. 4 p.
- Saharaoui, L., Gourreau J. M., Iperti G. (2001). Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera – Coccinellidae). *Bulletin. Société. Zoologique. France.* 126 (4): 351- 373.
- Saharaoui L. (2017). *Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae): analyse faunistique et structure des communautés.* Thèse doctorat. Uni. Paul Sabatier.Fra. 184 p.
- Saljoqi, A.UR.R. (2009). Population dynamics of myzus persicae (sulzer) and its associated natural enemies in spring potato crop, peshawar-pakistan. *Sarhad J. Agric.* Vol.25, n°3: 451-456.
- Sawadogo, I., Koala, M., Dabire, C., Ouattara, L.P., Bazie, V., Hema, A., Nebie, R.H. (2015). Etude de l'influence des modes de transformation sur les teneurs en lycopène de quatre variétés de tomates de la région du nord du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (1):362-370.
- Scherrer, B. (1984). *Biostatistique*. Chicoutimi, Québec: G. Morin. 850 p.
- Sid Rouhou, D. (2015). Faune associée aux cultures maraichères sous abri serres à Hassi Ben Abdellah (Ouargla). Thèse magister. Univ. Ouargla. 121 p.
- Snoussi, S.A. (2010). Etude de base sur la tomate d'Algérie, Rapport de GTFS/REM/070, ITA, 52 p.
- Son ,D., Yarou, BB, Bayend,i SML, Verheggen, F, Francis, F, Legrève, A, Schiffers, B. (2018) Détermination par piégeage de la diversité et de l'abondance des familles d'insectes associées à la culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Burkina Faso. *Entomologie Faunistique*, 71.15.
- Spencer, KA. (1990). Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica* 45. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.444 p.
- Spencer, K.A. (1973). *Agromyzidae (Diptera) of economic importance*. *Series Entomologica* Junk, The Hague, Pays-Bas. N. 9, 418 p.
- Taïbi, A. (2009). Bio-écologie trophique et de la reproduction de la pie-grièche méridionale (*Lanius meridionalis*, Linné 1758, *Laniidae*, *Aves*) dans les stations de Baraki et Cherarba (Mitidja). Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach. 231 p.
- Tarai, N., Haddad, A., Doumandji, S. et Belhamra, M. (2015). Bioécologie de Puceron vert du pêcher, *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) dans l'Oasis de Biskra, Algérie.
- Taylor, L. R., Palmer, J. M. P., Dupuch, M. J., Cole, J. et Taylor ,M. S., traduit par Y.

- Robert (1984). Manuel d'Identification des pucerons. *Rothamsted Experimental Station, Hertfordshire, R.-U.* 171p.
- Tendeng, E., Labou, B, Djiba, S, Diarra, K. (2017). Actualisation de l'entomofaune des cultures maraîchères en Basse Casamance (Sénégal). *Archives*, Vol. 11 No. 3 7
- Trottin-Caudal ,Y., Chabriere, C. et Terrentroy, A. (2010). *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou. 29p.
- Turchi, GM, Kennedy, PL, Urban, D., et Hein, D. (1995). Richesse en espèces d'oiseaux en relation avec l'isolement des habitats de trembles. *Le Bulletin Wilson* : 463-474.
- Turpeau-Aït Ighil, E., Hullé M. et Chaube,t B. (2010). Puceron et milieu. *Encyclo'Aphid.* www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.
- Urbaneja, A., Vercher, R., Navarro, V., Garcia, M.F., Porcuna, J.L. (2007). La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma, Déf. Vég.*, 194:16 – 23.
- Van Lenteren, J. (2012). IOBC Internet book of biological control. Version 6. <http://www.iobc>.
- Varga, H.C. (1970). Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Idesia* 1: 75-110.
- Wahl, D. B. et Sharkey, M. J. (1993). Superfamily Ichneumonoidea. Hymenoptera of the world, an identification guide to families. Agriculture Canada Research Branch Monograph.
- Wang, S.Y., Zhang, AS, Li, L.L., Men, X.Y., Zhou, X.H., Zha,i Y.F., Liu, Y.J., Wei, S.J., Yu, Y. (2014). *Insecticide resistance status of field populations of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae) in China and its control strategies*. *Acta Entomologica Sinica* 57:621–630.
- Whittaker, V.P. (1965). *The application of Subcellular fractionation techniques To the study of brain function*. *Progress in Biophysics & Molecular Biology*. T. 15: 42-75.
- Will, T., Vilcinskas A. (2015). La protéine de la gaine structurelle des pucerons est nécessaire pour l'alimentation du phloème. *Insect Biochem Mol Biol* 57. 34p.
- Yang, X.M., Sun, J.T., Xue, X.F., Zhu, W.C. et Hong, X.Y. (2012). Development and Characterization of 18 Novel EST-SSR from the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), *Int. J. Mol. Sci.* 13: 2863-2876.
- Zappala, L., Biondi, A., ALMA, Alberto, et al. (2013). *Natural enemies of the South American moth, Tuta absoluta, in Europe, North Africa and Middle East, and their potential use in pest control strategies*. *Journal of Pest Science*, vol. 86, no 4: 635-647.
- Zitter, T. A., and Tsai, J.H. (1977). *Transmission of three potyviruses by the leafminer Liriomyza sativae (Diptera: Agromyzidae)*. *Plant Diseases*: 1025-1029.