UNIVERSITE YAHIA FARES MEDEA

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département de biotechnologie

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du diplôme de master

En écologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Influence des produits phytosanitaires sur la répartition des espèces entomologiques auxiliaires associées aux citrus

Par

CHELGHOUM Fatma zohra

Devant le jury composé de :

TCHAKAR F	MCB	U.Médea	Président
MAHDJOUBI D	MCB	U. Médea	Promoteur
CHAOUATI k	MCA	U. Médea	Examinateur
KHOUDIR S	MCB	U. Médea	Co promoteur

Médéa, 2022

Remerciements

*Ce travail a été réalisé au sein vergé de CHEFFA (**Houben Abdelkader**) et laboratoire (**zoologie**) El Soumaa Blida.*

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr Mahjoubi Djilali**, on remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel.*

*Mes remerciements s'adressent à **Mr Farid Hamas** pour son aide pratique et sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de mémoire.*

*Merci beaucoup pour les ailes que vous m'avez données, pour m'avoir appris à me lever et à élargir mes horizons vers les cieux. Merci **Papa.***

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de prés à la réalisation de ce travail, qu'elles trouvent ici ma profonde reconnaissance.

Dédicace

Avec joie, fierté et respect Je dédie ce travail :

A mon père Pour tous les sacrifices que vous avez faits, pour tout ce que vous nous avez donné. Pour tout votre amour et préoccupation, pour toutes les fois que vous avez toléré nos singeries.Mon père peu importe votre âge, vous serez toujours notre étoile la plus brillante.
Et particulièrement à ma très chère maman, pour tous leurs sacrifices, leur amour,
leur tendresse et leurs prières tout au long de mes études,

À mes chères sœurs
***Amel , Chaima** PourLeurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*
*A mon petit frère **Sidali** et le mari de ma sœur **Islam***
A mon neveu Ayden le miel de la famille
*Son oublier **Hassen** et **Amina fekrini** Pour son appui et son encouragement*

Je ne saurai terminer sans citer mes amis :
Nana , Sarah, Assila
Fadwa ,khadidja ,kawthar ,Nouha
Et à tous mes amis que je n'ai pas cités,
À toute la promotion

Resumé

Notre travail a été réalisé dans deux vergers agrumicoles à Chiffa de la wilaya de Blida, L'étude biocénotique comparative entre les deux communautés entomologiques des deux vergers montre que la diversité est corrélée directement aux fréquences saisonnières et l'emploi répétitif des insecticides. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a montré que de nombreux espèces hyménoptères auxiliaires sont spécifiques aux types de vergers, ces populations ont nettement régressés dans la saison où la culture est traitée, il en y de même pour les espèces coléoptères qui sont présentes beaucoup plus dans le verger le plus infesté, et ce en raison de l'emploi des différentes matières actives dans la lutte chimique. La CAH ainsi définis révèle la présence de potentialités contrastées (intraguilde, compétition) pour le complexe auxiliaire présent dans des biotopes des citrus. L'inventaire des espèces entomologiques a révélé la présence de 19 familles dont 02 familles prédatrices avec l'abondance de la famille des Coccinellidae, et 11familles sont des parasitoïdes appartenant à l'ordre des hyménoptères.

Mots clés : Citrus, Insecticides, auxiliaires ,parasitoïdes, compétition.

ملخص

تم تنفيذ عملنا في بستانين من بساتين الحمضيات في الشفاء بولاية البليدة ، وأظهرت الدراسة الحيوية المقارنة بين مجموعتي علم الحشرات في البستانين أن التنوع يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالترددات الموسمية والاستخدام المتكرر للمبيدات الحشرية. أظهر التحليل العاملي للمطابقة (AFC) أن العديد من أنواع غشاء البكارة المساعدة خاصة بأنواع البساتين ، وقد تراجعت هذه المجموعات بشكل واضح في الموسم الذي تتم فيه معالجة المحصول ، وهناك نفس الشيء بالنسبة لأنواع الخنافس الموجودة. في أكثر البساتين موبوءة ، بسبب استخدام مكونات نشطة مختلفة في المكافحة الكيميائية. يكشف تعريف HACعن وجود إمكانات متناقضة (داخل ، منافسة) للمركب الإضافي الموجود في بيئات الحمضيات الحيوية. كشف جرد الأنواع الحشرية عن وجود 19 عائلة من بينها 02 فصيلة مفترسة مع وفرة من عائلة Coccinellidae ، و 11 عائلة هي طفيليات تنتمي إلى رتبة.Hymenoptera

الكلمات المفتاحية: موالح - مبيدات حشرية - مواد مساعدة - طفيليات - منافسة.

Summary

Our work was carried out in two citrus orchards in Chiffa of the wilaya of Blida, The comparative biocenotic study between the two entomological communities of the two orchards shows that the diversity is directly correlated with the seasonal frequencies and the repetitive use of insecticides. The factorial analysis of correspondences (AFC) showed that many auxiliary hymenoptera species are specific to the types of orchards, these populations have clearly regressed in the season when the crop is treated, there is the same for the beetle species which are present. much more in the most infested orchard, due to the use of different active ingredients in chemical control. The HAC thus defined reveals the presence of contrasting potentialities (intraguild, competition) for the auxiliary complex present in citrus biotopes. The inventory of entomological species revealed the presence of 19 families including 02 predatory families with the abundance of the Coccinellidae family, and 11families are parasitoids belonging to the order Hymenoptera.

Keywords: Citrus, insecticides, auxiliaries, parasitoids, competition.

Table des matières

Table des matières

Liste des tableaux 9

Liste des figures 10

Chapitre 1 :Généralité sur les agrumes 13

1.Introduction 13

1.1. Origine et diffusion géographiques des agrumes 14

1.2.b. Taxonomie des agrumes 17

1.3. Ecologie et phénologie des agrumes 18

1.3.1. Ecologie 18

1.3.2. Phénologie 18

1.4.3. La région de Blida 21

1.5 Etat phytosanitaire ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.1 La vie d'un verger ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.2 Exigences des agrumes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.3 Les accidents physiologiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.3.1 Les troubles génétiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.2 Les troubles physiologiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.5.3 Lessymptômesdescarences ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.6. Les principales maladies des agrumes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.6.1 Les différentes maladies à virus des agrumes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.6.2 Maladies bactériennes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.6.3 Les maladies cryptogamiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

1.6.4 Les principaux ravageurs des agrumes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre 2 :Régulation naturelle et lutte biologique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

Introduction ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.1 Les interactions multi-trophiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2 La lutte biologique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.1 Définition ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.2 Les types de la lutte biologique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.2.1 La lutte biologique classique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.2.2 La lutte biologique augmentative ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.2.3 La lutte biologique par protection ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.3. Les organismes utilisés en lutte biologique ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.3.1 Les micro-organismes ..... **Erreur ! Signet non défini.**

2.2.3.2 Les nématodes ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.3.3 Les prédateurs ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.3.3.1. Principaux Coléoptères prédateurs ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.4. Principaux diptères prédateurs ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.5. Les Nevroptère, Chrysopidae ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.6 Les parasitoïdes ..... **Erreur ! Signet non défini.**
2.2.7. Principales famille de parasitoïdes ..... **Erreur ! Signet non défini.**
3.2.1. Situation géographique de la wilaya de Blida 49
3.1.2.Etude climatique 49
3.2. Calendrier de sorties 55
3.3. Captures par pièges jaunes englués 56
3.4. Matériel utilisé 56
3.5 Exploitation des résultats 58
3.5.1.Indice écologique 58
3.5.1.1.Indices écologiques de composition 58
3.5.1.2.Indices écologiques de structure 58
3.5.2.Analyse statistique 59
RESULTATS 60
4.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales 60
4.2. Caractérisation des communautés entomologiques 62
4.2.1. Indices et paramètres écologiques ..... **Erreur ! Signet non défini.**
4.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité) ..... **Erreur ! Signet non défini.**
4.2.3. Diversité entomologique globale. ..... **Erreur ! Signet non défini.**
4.3.Abondances relatives et diversités comparées des espèces auxiliaires rencontrées dans les deux vergers ..... **Erreur ! Signet non défini.**
4.5.Evolution temporelle des effectifs de l'*Aleurothrixus floccosus et* son parasitoide *Cales noacki* ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Conclusion 77
References bibliographiques 80

Liste des tableaux

Tableau 1. représenter les cinq phases de l'agrumiculteur 22
Tableau 2. représenter les symptômes des carences 24
Tableau 3. Principaux maladies virales 26
Tableau 4. Les agents causals et les symptômes des maladies bactériennes et leurs moyens de lutte. (BAILLAY et al., 1998). 27
Tableau 5 : Les principaux ravageurs des agrumes. (Fabienne, 2002) 30
Tableau 6. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2021 à Mai 2022 (Blida). 50
Tableau 7. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2021 à Mai 2022 (Blida). **51**
Tableau 8 : Synthèse des pratiques culturales appliquées au niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-MAI(2022) 53
Tableau 9: Les traitements phytosanitaires appliqués niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-Mai(2022) 54
Tableau 10: Les amendements en acides aminés appliqués niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-Mai(2022) 55
Tableau 11 : calendrier des sortie d'echantillonnage 56
Tableau 12. Inventaire des espèces entomologiques dans les deux stations expérimentales. 61
Tableau 13. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre les deux stations d'étude. 63

Liste des figures

Figure1 Photographiedeladiversitédesfruitsdesagrumes. 13

Figure 2. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde. (Davies et Albrigo, 1994) 15

Figure 3 : inflorescence d'agrume 16

Figure 4 :Répartitiongéographique de la production mondialed'agrumes (moyenne sur la période 2009-2010) (Anonyme, 2012). 20

Figure 5. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya (Anonyme, 2006). 21

Figure 6: production des dernières année dans la wilaya de blida .22

Figure7 : schéma représentant l'influence des forces « bottom-up » « top-down » sur les phytophages. 36

Figure 8. Espèces de la famille des Coccinellidae: (a) *Adonia variegate* ; (b)*Adalia decempunctata* ; (c)*Rodolia cardinalis* ; (d,e) *Clitostethus arcuatus* ; (f)*Platynaspis luteorubra* (j)*Chilocurus bipustulatus* ; (h)*Scymnus mediterranes* ; (i)*Stethorus punctillum*.(HAMAS ; 2018) 40

Figure 9. Espèces de la famille desAphelinidae : (a) *Encarsia sp ;* (b) *Coccophagus sp ;* (c)*Aphelinus mali ;* (d) *Cales noacki* .(HAMAS ; 2018)43 44

Figure 10. Espèces de la famille des Encyrtidae: (a) *Metaphycus flavus;* (b) *Microterys nietneri*.(HAMAS ; 2018) 45

Figure 11. Adulte de Citrostichus phyllocnistoides (Chalcidoïdea, Eulophidae) parasitoïde de la chenille de la mineuse des agrumes Phyllocnistis citrella (HAMAS ; 2018) 45

Figure 12. Espèces de la famille des Pteromalidae (HAMAS ; 2018) 46

Figure 13. Espèces de la famille des Mymaridae: (a) *Anagrus sp ;* (b) *Mymar taprobanicum* ; (c) *Camptoptera sp;* (d) *Gonatocerus sp ; (*e) *Stethynium triclavatum ;* (f) *Anaphes* sp(HAMAS ; 2018) 47

Figure 14. Adulte de Trichogrammatidae sp(HAMAS ; 2018) 48

Figure 15. Espèces de la famille des Braconidae : *Aphidius sp*(HAMAS ; 2018) 48

Figure 16. Limite géographique de la wilaya de Blida, 49

Figure 17. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida (Mai 2021 à Mai 2022) 52

Figure 18. Situation des sites expérimentaux(source ; google earth). 53
Figure 19 : Modelé des pièges jeunes englués utilisé pour la capture des insectes. 57
Figure 20 :Matériels utilisé au niveau de laboratoire. 58
Figure21 : abondances relatives des espèces parasitoïdes durant le mois de mars dans les deux vergers. 65
Figure22 :abondances relatives des espèces parasitoïdes durant le mois d'avril dans les deux vergers 66
Figure 23: abondances relatives des espèces prédatrices durant le mois de mars dans les deux vergers. 67
Figure 24 :abondances relatives des espèces prédatrices durant le mois d'avril dans les deux vergers 67
Figure 25. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH. 70
Figure 26. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC 71
Figure 27. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrixus floccosus* dans les deux vergers 72
Figure 28. Evolution temporelle des captures *Cales noacki* dans les deux vergers 73

INTRODUCTION

Au cours du dernier siècle, les systèmes agricoles ont subi de profondes transformations. L'augmentation de la population humaine a nécessité de passer d'un mode de gestion des systèmes agricoles issu de plusieurs siècles d'essais, en relatif équilibre avec le milieu, à un mode de gestion permettant certes une bien meilleure productivité mais parfois au détriment de cet équilibre écologique (Gurr et al ,2004). Cette évolution du monde agricole a également eu des conséquences au niveau de l'organisation spatiale des paysages. Les agrumes sont les fruits les plus produits dans le monde, l'Algérie qui été traditionnellement exportatrice d'agrumes éprouve à l'heure actuelle des difficultés à satisfaire les besoins de consommation qui ne cessent de croitre sous l'effet de la consommation en fruits frais (Boudi, 2005) Non seulement la demande ne cesse de grandir, mais la productivité nationale reste encore faible parce qu'elle connait des fluctuations qui varient d'une année à une autre. De multiples contraintes contribuent à cette faiblesse en particulier les problèmes liés aux facteurs de productions et les contraintes abiotiques et biotiques, notamment les perturbations et les pertes engendrées par les ravageurs. Actuellement, On se sert largement des pesticides de synthèse pour lutter contre les insectes ravageurs. Ces produits chimiques sont considérés comme l´arme la plus efficace pour faire face à ces problèmes (Kouassi, 2001 ; Thakore, 2006) . Le recours abusif à la lutte chimique, prôné au détriment des autres techniques et moyens de lutte, a engendré des situations, parfois irréversibles et des conséquences néfastes sur : - L´environnement comme l´accumulation de résidus et la pollution des sols - L´apparition et la généralisation des mécanismes de résistance chez les pathogènes, - Le déséquilibre écologique, dû au fait que beaucoup de ces composés de synthèse ont un large spectre d´action, détruisant non seulement les agents nuisibles, mais également les autres populations de l´écosystème.

Si les répercussions écologiques ne sont pas à démontrer, la santé de l'homme a été aussi affectée directement sur les usagers exposés à ces produits chimiques ou sur la santé des consommateurs à la suite d'accumulations des résidus dans les produits finis. L'usage des produits pesticides est en constante augmentation à travers tous les pays du monde. Selon les constatations des experts mondiaux, la demande en pesticides est telle que leur quantité de production double pratiquement tous les 10 ans depuis 1945. Ce sont les pays en voie de développement qui les utilisent de plus en plus. Au niveau mondial, la valeur marchande des

pesticides est de l'ordre de 32 milliards de dollars, dont 3 milliards pour les pays en voie de développement (Bouziani , 2007).

Au regard de ces inconvénients, il est important de trouver des solutions alternatives qui permettront de continuer à lutter contre les ravageurs et les phytopathogènes tout en diminuant l´emploi de produits chimiques. Le contrôle des insectes nuisibles réside dans le concept de la lutte intégrée, une approche multidisciplinaire et écologique de gestion des populations de ravageurs qui repose sur l'utilisation concertée d'une variété de méthodes de contrôle, qu'elles soient chimiques, biologiques, culturales, transgéniques, physiques ou autres.

La lutte biologique consiste en l'utilisation d'organismes vivants (insectes prédateurs et parasites, nématodes, agents microbiens) comme «guerriers naturels», pour le contrôle des organismes nuisibles. La lutte biologique s'intègre désormais dans les politiques de recherche et de développement de plusieurs gouvernements et organismes internationaux (Cock et al, 2010) et soutient une industrie en pleine croissance. Le succès d'un agent de lutte biologique repose en grande partie sur (i) ses qualités intrinsèques, c'est-à-dire sa capacité à détecter et à exploiter un ravageur, (ii) des phénomènes écologiques de densité-dépendance, dont les réponses fonctionnelles et numériques d'un prédateur face à l'abondance de sa proie, et (iii) le synchronisme des activités entre les ravageurs et leurs ennemis naturels.

En entomologie appliquée, les auxiliaires entomophages utilisés dans la lutte biologique, sont regroupés en deux catégories en fonction de leur mode alimentaire. Ils sont désignés de façon conventionnelle sous les termes de 'prédateurs' et de 'parasitoïdes'. Les prédateurs poursuivent leurs proies pour s'en alimenter, alors que le terme parasitoïde est utilisé pour faire distinguer les organismes parasites dont les larves se développent aux dépens d'un seul hôte (Godfray,1994)] et l'adulte est généralement libre et mobile. Selon les estimations, les parasitoïdes représentent entre 8 % à 20 % des espèces d'insectes décrites à ce jour. La majorité des parasitoïdes appartient soit à l'ordre des Hyménoptères (50 000 espèces) ou à l'ordre des Diptères (16 000 espèces) (Feener et Brown, 1997)**.** Les objectifs spécifiques de cette étude se résument comme suit :

- Voir l'influence des traitements chimiques sur les auxiliaires entomophages dans les vergers agrumicoles.

- Inventorier les peuplements des espèces prédateurs et les parasitoïdes dans les vergers agrumicoles et d'acquérir les informations de bases indispensables à l'élaboration de techniques de lutte biologique, faisant intervenir en particulier les ennemis naturels.
- L'évaluation du potentiel des communautés auxiliaires spécifiques des ravageurs d'agrumes.

Chapitre 1 :Généralité sur les agrumes

1.Introduction

Le mot agrumes vient du mot latin acrum (aigre) et a été donné aux arbres fruitiers acides dans les temps anciens. En botanique, les agrumes appartiennent à la famille des Rutaceae, divisée en trois genres : Fortunella (kumquat), Trifoliate orange (orange trifoliée) et Citrus (la plupart des agrumes), auxquels s'ajoutent une vingtaine d'espèces (Escartin, 2011). (figure 1). Le plant d'agrume est un petit arbre aux feuilles denses, souvent épineuses, caractérisé par la présence de poches de sécrétion d'huiles essentielles à la fois sur les feuilles et sur la peau du fruit. Aujourd'hui, les agrumes se trouvent sur les cinq continents, mais leurs origines se trouvent dans le climat chaud et humide de l'Asie du Sud-Est. Les fruits peuvent être utilisés comme aliments, tels quels, ou dans des jus ou des confitures. Ils sont certainement riches en vitamines, minéraux et fibres. Ils peuvent également être utilisés dans la fabrication de dérivés. Environ un tiers des agrumes produits, notamment les oranges, sont transformés (40 % des oranges récoltées dans le monde sont transformées). Le sous-produit



est le jus de fruit, mais c'est aussi une huile essentielle (Escartin,2011).

Figure1 : Photographiedeladiversitédesfruitsdesagrumes.[1]

[1] https://kweezine.blog/wp-content/uploads/2019/11/les-agrumes_620x400-1.jpg

1.1. Origine et diffusion géographiques des agrumes

L'histoire des agrumes est vieille de plusieurs millénaires et a croisé le destin des plus grandes civilisations à toutes les époques. Les agrumes sont originaires des pays du sud-est asiatique (DeRocca et Ollitrault, 1992) (Figure 1.) et en particulier d'un foyer principal comprenant le nord du Myanmar et la région Assam (Tanaka, 1933). LOUSSERT (1989) signale que c'est avec le rayonnement des civilisations Chinoises et Hindoues que leur culture commença à se propager à l'ensemble des pays du sud-est asiatique (sud du Japon et archipel de Malaisie). Ils se seraient ensuite dispersés vers des centres secondaires à l'ouest (sud de l'Himalaya et Inde), à l'est (Chine du sud) et au sud (péninsule indochinoise). Praloran (1971) signale qu'il existe deux autres centres secondaires d'origine des agrumes qui sont la région côtière de la Chine du sud (îles de Haïnan, Taïwan et sud du Japon) et l'Insulinde jusqu'aux îles Samoa et Fidji. Il semblerait que l'agrumiculture existe depuis le premier millénaire avant J.-C. en Inde et en Chine. La diffusion des agrumes à travers le Monde s'est faite très lentement. Cependant, ce ne serait qu'à partir des XIXème et XXème siècles qu'elle se serait répandue dans le monde entier (Jacquemond *et al*, 2013). Selon, Praloran (1971), c'est aux alentours de l'an 1400, après le voyage de Marco polo en chine (1287), que les Portugais introduisaient l'oranger en Méditerranée.

Le cédrat est le premier agrume introduit dans le bassin méditerranéen à l'époque d'Alexandre le Grand (IIIème siècle avant J.-C.), qui avait des usages cosmétiques et pharmaceutiques. Il semblerait que les autres variétés d'agrumes (en particulier l'oranger, le bigaradier et le citronnier) ne soient arrivées en Occident qu'à partir du Xème siècle, lors des échanges commerciaux entre le bassin méditerranéen et l'Asie. Par la suite, les orangers furent introduits au Maghreb et à l'ouest de la Méditerranée par les Maures. Le second voyage de Christophe Colomb en 1493 a permis l'implantation des agrumes aux Caraïbes qui ont ensuite été dispersés sur tout le continent américain aux XVIème et XVIIème siècles.

Il est à noter que contrairement aux autres agrumes (dont les pamplemousses), les pomelos sont originaires de l'île Barbade dans les Caraïbes (Corazza-Nunes *et al*. 2002). Finalement, les mandariniers et clémentiniers ne sont apparus en Europe qu'aux XVIIIème et XIXème siècles respectivement.

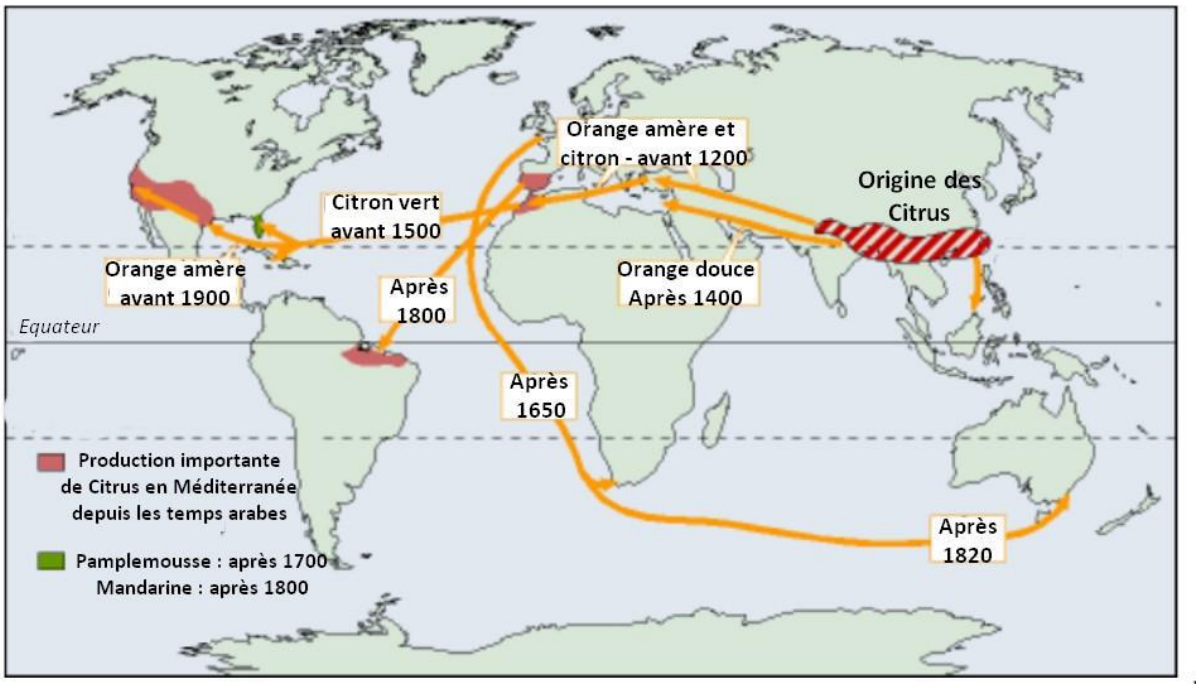


Figure 2. Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde. (Davies et Albrigo, 1994)

1.2. Description et cycle de développement des agrumes

1.2.a. Description botanique

Les agrumes sont de petits arbres ou arbustes atteignant 5 à 10 m assez souvent épineux et à feuillage dense persistant donnant des fruits de formes et de taille diverses.

Les feuilles sont simples ou composées, sans stipules, éparses ou opposées. Un de leurs caractères communs est la présence de glandes oléifères qui apparaissent par transparence comme des points translucides. Toutes les parties de la plante possèdent en outre des tissus

Sécrétant des huiles essentielles à odeur aromatique (Courboulex et Lorrain, 1998 in Matmati, 2005).

Les fleurs généralement régulières et hermaphrodites, sont formées par 4 ou 5 pétales (blanches), généralement libres, l'androcée est obdilostémone, les carpelles sont soudées en un gynécée à ovaire pluriloculaire supérieur parfois inférieur (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).



Figure 3 : inflorescence d'agrume[2]

Les fruits sont sphéroïdaux ou ovales, en les sectionnant on peut observer : Un épicarpe rugueux, robuste, jaune (flavedo), qui entoure et protège le reste du fruit. Cet épicarpe est riche en glandes lysogènes qui contiennent une huile aromatique essentielle volatile d'une saveur citrine, composée de phéllandrène, limonane (Courboulex et Lorrain, 1998 in Matmati, 2005).

Un mésocarpe parenchymateux, blanc (albedo), consistant, qui est relié étroitement à l'épicarpe, forme la peau ou l'écorce. Le mésocarpe contient quelques glycosides, comme la limanine et la citrine et les flavonoïdes qui déterminent la vitamine P, Le glucose et quelques acides organiques tels que l'acide citrique. (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).

Un endocarpe membraneux qui constitue la chair, une pellicule radiale consistante le subdivise en loges, de dimensions variables selon le cultivar. Ces loges contiennent des cellules fusiformes, allongées, riches en sucres solubles, en quantité non négligeable de vitamine C, pectine, fibres et divers acides organiques sont présents tout comme les sels de potassium (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).

[2] https://t3.ftcdn.net/jpg/00/25/94/30/360_F_25943087_hLvaQrXKMytIFz8USMhwTBnsfmcSE5Sm.jpg

1.2.b. Taxonomie des agrumes

Les agrumes comportent une grande diversité d'espèces. Cette diversité n'est pas complètement explorée et exploitée. En fait, les agrumes appartiennent principalement à trois genres botaniques sexuellement compatibles : Fortunella, Poncirus et Citrus. Ces trois genres avec huit autres genres appartiennent à la sous-tribu des Citrinae, tribu des Citreae, sousfamille des Aurantioideae, famille des Rutaceae et l'ordre des Géraniales (Swingle et Reece 1967 ; Jacquemond *et al*, 2013).

-Les espèces appartenant au genre Fortunella donnent des fruits dont la peau est comestible.

- Le Poncirus est monospécifique. Il est utilisé surtout comme porte-greffe du fait des tolérances qu'il porte à plusieurs contraintes biotiques (Gommose à Phytophthora, Tristeza, nématodes…) et aux basses températures.

- Le genre Citrus est celui qui regroupe un très grand nombre d'espèces y compris la plupart des espèces cultivées et comestibles. Le nombre d'espèces appartenant à ce genre varie en fonction des classifications des taxonomistes. En effet tandis que Swingle et Reece (1967) y répertorie seize espèces, Tanaka (1961) y décrit cent cinquante-six espèces. La classification de Tanaka (1961) reste la plus utilisée, même si tout le monde s'accorde à dire que celle de Swingle se rapproche le plus de la définition d'une espèce. En 1997, Mabberley a proposé une autre classification qui regroupe les six genres inter-fertiles des agrumes : Poncirus, Fortunella, Citrus, Eromocitrus, Microcitrus et Clymenia en un seul genre nommé Citrus.

En référence à la classification de (Swingle, 1967), on distingue huit principaux groupes taxonomiques : *C. medica* (L.) (Cédratiers), *C. reticulata* Blanco (mandariniers), *C. maxima* (L.) Osb. (Pamplemoussiers), *C. sinensis* (L.) Osb. (Orangers), *C. aurantifolia* (Christm.) Swing. (Limettiers), *C. paradisi* Macf. (Pomelos), *C.limon* (L.) Burm. F. (citronniers), *C. aurantium* (L.) (Bigaradiers).

La diversité génétique au sein des agrumes se traduit par une variabilité des caractères morphologiques ou de couleur, organoleptiques mais aussi des résistances aux facteurs biotiques et abiotiques. En plus de cette variabilité agro-morphologique, les agrumes

se caractérisent par une variabilité biochimique et moléculaire souvent utilisée pour étudier les relations phylogéniques entre les différentes espèces (Ollitrault et Luro, 1997).

1.3. Ecologie et phénologie des agrumes

1.3.1. Ecologie

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. La culture des agrumes est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13 °C et inférieure à 39 °C. Les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500 mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (Larousse, 2002). La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements. Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux) et bien drainés. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5 %). Le Ph idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Walali-Loudyi *et al*, 2003. Van-Ee, 2005).

-C'est à cet effet que le choix du porte-greffe est un des facteurs essentiels de réussite car il peut conférer à la plante une tolérance à des maladies et à des contraintes abiotiques (salinité, pH, froid, sécheresse et calcaire). L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents (Larousse, 2002).

1.3.2. Phénologie

Le développement de la frondaison des agrumes se fait sous forme de flux végétatif ou poussée foliaire (flush). Ces flux végétatifs succèdent à des périodes d'arrêt végétatif. Ce phénomène s'observe même en climat tropical humide où les conditions permettent une activité végétative continue (Praloran, 1971). Il existe généralement trois flux végétatifs par an. Ils commencent avec le début des pluies. Le premier flux, qui est de loin le plus important (longueur et nombre de rameaux émis), débute en mars avec le retour des pluies. Le second se fait au mois d'août, il est également déclenché par le retour des pluies. Le dernier survient en octobre. La floraison se produit en même temps que la pousse qui suit le repos végétatif.

Lesfleurs sont isolées ou en grappes et se forment sur le bois de l'année précédente (Praloran, 1971). La floraison est continue tout au long de l'année sur les citronniers et limettiers. Sur les autres espèces on peut avoir une ou 2 périodes de floraisons par an. Sur un même arbre, on peut ainsi retrouver des feuilles, des fleurs et des fruits de différents âges (Van-Ee, 2005 ; Rebour ,1966)

1.4. La production des agrumes

1.4.1. Dans le monde

La production d'agrumes est très répandue autour du globe. Selon les données statistiques de la FAO, en 2012, plus de 146 pays produisaient des agrumes. bien que la majeure partie de la production se concentre principalement dans certaines zones géographiques.

la production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 123 million de tonnes sur la période 2009-2010 ; les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de la moitié (55%) durant cette meme période. Les agrumes occupent les premières places en productions fruitières dans le monde, dont 60% d'orange, 18% de petits agrumes(Mandarines et Clémentines), 11% de Citrons et limes, et 5% de (Anonyme, 2013).

Les agrumes représentent la première production fruitière mondiale avec plus de 135 millions de tonnes en 2013, répartis comme suit : plus de 71 millions pour les oranges, plus de 28 millions pour les mandarines, plus de 15 millions pour les citrons et limes et plus de 8 millions pour les pomelos (Ferhat et al ,2010). La production d'agrumes dépasse ainsi celle des bananes (plus de 106 millions de tonnes), des pommes (près de 81 millions de tonnes) et du raisin (plus de 77 millions de tonnes). Les premiers pays producteurs d'agrumes dans le monde sont dans l'ordre : la Chine (plus de 33 millions de tonnes en 2013, soit environ 24 %), le Brésil (près de 20 millions de tonnes en 2013, soit environ 15 %) et les États-Unis et l'Inde avec chacun plus de 10 millions de tonnes en 2013, soit environ 7 %. La région du bassin méditerranéen joue aussi un rôle important en tant que producteur d'agrumes et l'Espagne en joue un rôle clé à l'intérieur de celle-ci. En 2012, ce pays a fourni 25,7% de la production méditerranéenne soit 4,1% de celle mondiale (Figure .4).

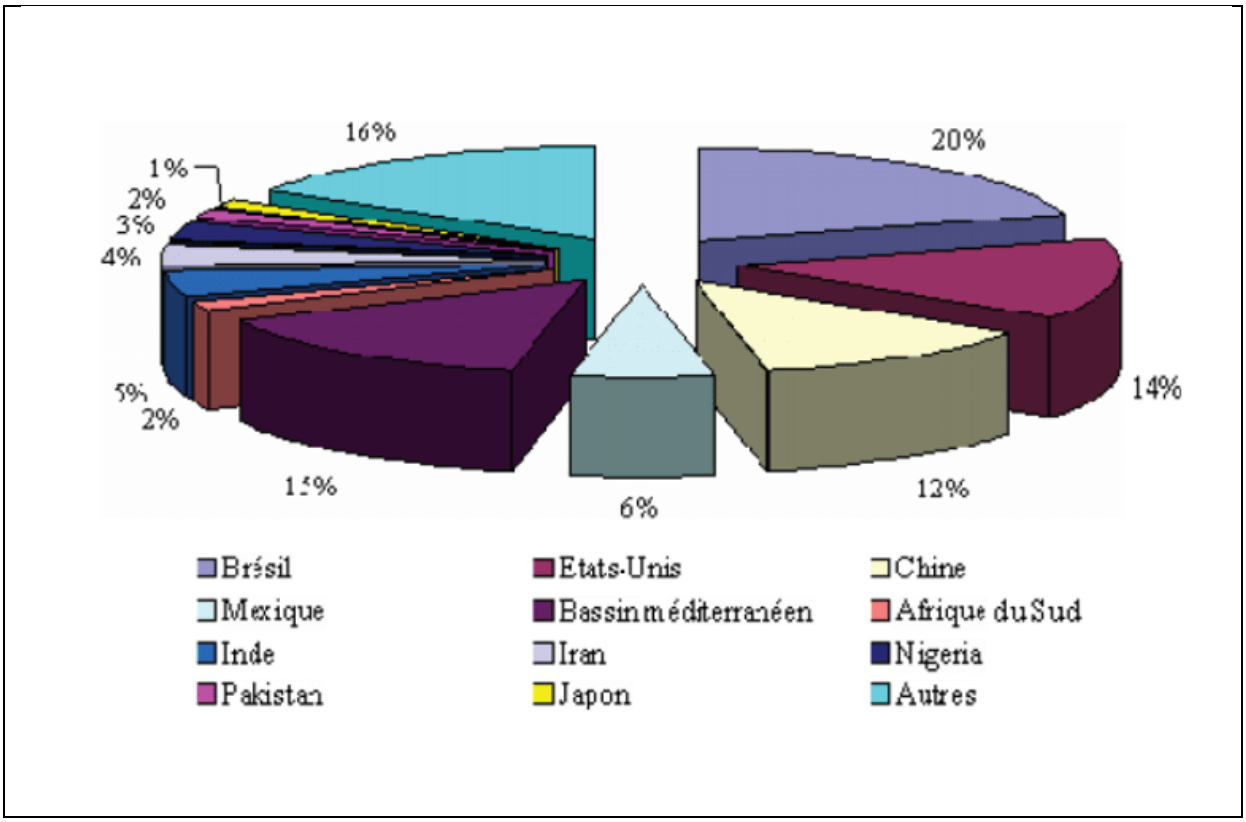


Figure 4 : Répartition géographique de la production mondiale d'agrumes (moyenne sur la période 2009-2010) (Anonyme, 2012).

1.4.2. En Algérie

En Algérie, la culture des agrumes revêt une importance stratégique, c'est une source d'approvisionnement en fruits frais, La filière agrumicole a connu une amélioration de la production et de la productivité dans le cadre de différents programmes nationaux, avec l'injections des actions de formations, de perfectionnement et de sensibilisation sur les techniques de production, prises en charge par le programme de renforcement des capacité humaines et de l'assistance technique. Les superficies agrumicoles algériennes sont concentrées au centre et à l'ouest du pays sur quinze wilayas. Blida a toujours été la plus importante avec 16 583 ha, plus de 5 000 ha pour les wilayas de Chelef et Alger, plus de 4 000 ha pour Relizane, Mostaganem et Mascara,plus de 3 000 ha pour Tipaza. Les sept wilayas qui disposent d'un verger de plus de 2000 ha sont : Bejaia, Tlemcen, Skikda, Boumerdes, Taref et Ain-Defla. Les autres wilayates disposent d'un verger de 500 à 1 500hectares (Figure 1.2.).(Bellabas, 2012) Le verger agrumicole national, s'étend sur une superficie de 67.190ha, dont 59.935 ha en rapport. La production totale des agrumes est de 13.417.540qx avec un rendement moyen de 224qx/ha (Anonyme, 2018).

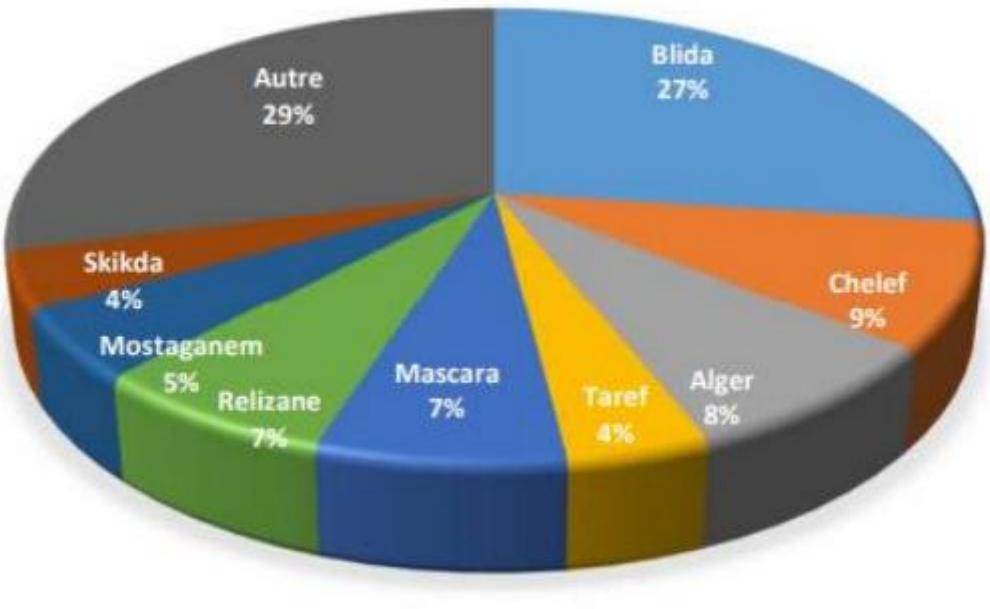


Figure 5. Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya (Anonyme, 2006).

1.4.3. La région de Blida

La région ancestrale de Blida est connue par sa situation géographique et stratégique sur les monts de l'Atlas Blidéen et de la fertile plaine de la Mitidja, qui en fait d'elle une région agricole et touristique d'excellence, d'une superficie de 1693 km2. Pour ce qui est de son climat, l'atlas tellien protège la ville des vents secs du Sud en provenance des hauts plateaux.Cetteprotectionpermetàlarégiondebénéficierd'unclimatméditerranéenpropice àl'agriculture .

LarégiondeBlidaestconnuepourêtrelavilledesroses,untitrequin'estpasusurpé,auvude la multitude des jardins et des produits agricoles engendrés par son sol, notamment lesoranges, plantées sur un tiers de la surface utiles de la wilaya et dont la production occupelespremièresplacesàl'échellenationale.

Laproductiond'agrumes en enregistré au cours des 8 ans derniers montre une instabilité faible avec une perturbation de la production comme elle le montre la figure 6. La production la plus elevé a été enregistré en 2019 avec une production de 4431927 MT(DSAdelawilaya). Les communes les plus reproductif dans la wilaya de blida sont représenté sur l'Annex 1.

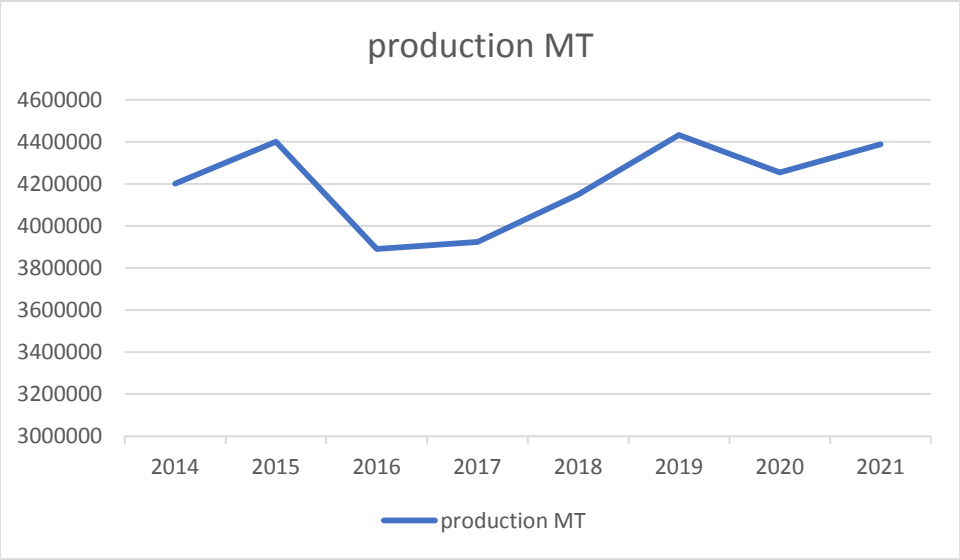


Figure 6: production des dernières année dans la wilaya de blida

1.5 Etat phytosanitaire

1.5.1 La vie d'un verger

La vie d'un verger d'agrume débute à la plantation des scions issus de pépinière et elle comprend schématiquement cinq phases plus ou moins longues à intérêt différent pour l'agrumiculteur.

Tableau 1. représenter les cinq phases de l'agrumiculteur

Phase d'installation	▪elle dure 2 à 3 ans pendant lesquelles le système racinaire prend place dans le sol. C'est une phase introductive mais préparatrice pour l'avenir du verger.
Phase d'entrée en production	▪ la fructification devient progressivement plus importante selon les espèces, les variétés et les porte-greffes, et également selon les techniques mises en œuvre par l'agrumiculteur.
Phase de pleine production	▪ le verger est dit « en production » lorsque le niveau des rendements permet de compenser les frais annuels. Le développement végétatif se stabilisera et les quantités récoltées continueront à croître pendant quelques années encore. A l'âge adulte (à peu près 15 ans après la mise en place) les récoles atteignent leurs niveaux élevés. Le temps que dure cette période n'est pas délimité.

Phase de vieillissement	▪ pendant laquelle les possibilités de production diminuent en même temps que les facultés de renouvellement et les signes de vigueur se font plus rares à partir d'un certain âge (plus de 30 ans).
Phase de décrépitude	▪ où les arbres affaiblis présentent souvent des symptômes de maladies plus ou moins avancées, produisent moins de fruits d'une qualité médiocre.(ANONYME, 1995).

1.5.2. Les accidents physiologiques

1.5.2.1 Les troubles génétiques

Les troubles génétiques les plus souvent rencontrés sont :

- La Panachure sur feuilles et fruits.

-Les fentes des fruits et de l'ombilic.

-La fasciation des rameaux et des fruits.

Aucun traitement curatif ne peut être conseillé. Dans tous les cas on évitera de prélever des greffons sur arbres présentant de ces troubles. (ANONYME, 1976)

1.5.2.2 Les troubles physiologiques

Parmi les troubles physiologiques (ANONYME, 1976) les plus importants sont :

- **Le gaufrage**

C'est un phénomène accidentel, fréquent (sauf chez le citronnier). Les fruits présentent sur l'épiderme des dépressions et des bosses légèrement marquées. Ils éclatent rarement sur l'arbre mais plus souvent en emballage. Les remèdes contre le gaufrage n'existent pas.

- **L'altération du col**

On observe autour du calice de petites zones nécrosées qui s'aggravent après la récolte.

- **L'altération de l'écorce**

Les symptômes se présentent sous forme de zones irrégulières nécrosées sur l'écorce de fruits.

-La nécrose de la partie stylaire.

-L'éclatement de fruits.

1.5.2.3.Les symptômes des carences

Les carences sont des accidents affectant l'aspect des plantes et dus à une nutrition minérale déséquilibrée ou défectueuse. Les agrumes sont couramment affectés par des jaunissements du feuillage qui peuvent avoir plusieurs causes (Fabienne, 2002).

Tableau 2. représenter les symptômes des carences **.**

Azote	La carence se traduit par la réduction de lataille de l`arbre et une teinte vert jaunâtre du feuillage Un port dressé des arbres Un mauvais développement des bourgeons et des pousses Une coulure des fleurs Une diminution de lateneur en protéines	
Oligo-éléments	Lescarencesenoligo-élémentssemanifestentcommesuit Desdécolorationsvariéesdufeuillage Unraccourcissementdesjeunespousses Une réductiondelaqualité desfruits Unabaissementdurendement.	

Phosphore	Lacarencesemanifestesurlesarbres parlessymptômessuivants Feuillageengénéralfoncé,mat,prenantdes teintes pour-préesen bordures Réductiondelatailledespousses, Retardelafloraisonetperturbelafécondati onetlamatu-rationdesfruits.	
Potassium	Apparitionsurle feuillagedestâchesquis'étendentenprena nt unaspectbronzétandisquelabaserestevert e.L'arbreprendunaspectdesséché. Obtentiondepetitsfruits (diminutionducalibre).	

1.6. Les principales maladies des agrumes

Les maladies des agrumes sont fatales pour certaines espèces si l'on n'y prend garde. Il existe des traitements efficaces qui permettent de lutter contre ces maladies et contre les parasites. Voici un petit aperçu des fléaux qui touchent les agrumes, leurs causes, symptômes et les moyens de prévention les plus appropriés pour limiter les risques d'infections.

1.6.1 Les différentes maladies à virus des agrumes

Parmi les viroses les plus ravageuses, on peut citer la Tristeza, la Psorose et le Tatterleaf.

Tableau 3. Principaux maladies virales

Maladies à virus des agrumes	La Tristeza, la maladie des agrumes la plus grave	La Psorose, la maladie virale des agrumes la plus courante	Le Tatterleaf, la maladie des agrumes en zigzags
Définition	La Tristeza détruit la plupart des plantations. Cette maladie se caractérise par une dégénérescence au-dessous du point de greffage, conduisant à arrêter le processus de transmission de la sève vers les racines. Il en résulte une réduction du diamètre du porte-greffe.	Les Psoroses les plus connues sont la Psorose infectieuse, la Psorose alvéolaire et la Psorose écailleuse	Le Tatterleaf est une maladie causée par un virus filamenteux allongé qui se propage principalement au Maroc. Des dommages considérables sont observés sur différentes espèces d'agrumes.
Symptômes	Les symptômes s'identifient par des craquelures et des striures du feuillage, conduisant au jaunissement, puis à la chute des feuilles. Lorsqu'il est atteint de Tristeza, l'arbre finit par dépérir.	Cette maladie se détecte le plus souvent par des chloroses, des gaufrages et des mosaïques sur les feuilles. L'écorce de l'arbre présente des écaillements. On constate alors un écoulement de la gomme du fait d'une tumeur. Il apparaît sur la peau du fruit des nécroses cannelées. La peau devient granuleuse, ce qui entraîne une déformation du fruit. Cette maladie viroïde a pour conséquences une décoloration, une perforation et une criblure du bois à l'origine de l'affaiblissement de l'arbre. Il n'est pas exclu de constater l'écaillement et le noircissement de l'écorce	Le feuillage est déformé, il devient jaunâtre, et les rameaux en zigzags caractérisent le plus souvent cette maladie. Il est aussi parfois constaté un froissement ou un pliement au niveau de la greffe, fragilisant ainsi le plant, ce qui le rend cassant notamment en période venteuse.
Moyenne de lutte	Pour lutter contre cette maladie des agrumes, il est recommandé d'intervenir sur les arbres en isolant les plants malsains. De nouvelles plantations sont parfois nécessaires, à partir d'un greffon prélevé sur un arbre non atteint par cette maladie		Pour éviter que le Tatterleaf ne se propage, il est vivement recommandé de désinfecter soigneusement les outils de taille. Il suffit de les plonger dans une solution contenant 1 % d'hypochlorite de sodium pour les débarrasser du virus.

1.6.2 Maladies bactériennes

Les bactéries provoquent (par les toxines qu'elles émettent) sur les végétaux la pourriture, la Tumeur, les chancres. Elles peuvent causer des lésions à distances. L'infection peut se faire par les orifices naturels comme les stomates ou les lenticelles et/ou par des agents de propagation des maladies bactériennes, citons en particulier le vent, l'eau et les semences(BAILLAY et al ., 1998).

Tableau 4. Les agents causals et les symptômes des maladies bactériennes et leurs moyens de lutte. (BAILLAY et al., 1998).

OM	Agent causal	Symptôme	Moyenne de lutte
	Pseudomeunas Syringae Van Hall	Lésions brunes ou noires se manifestent au point d'attache des pétioles. -nécrose superficielle de l'écorce qui s'étend au pétiole, au limbe et aussi aux rameaux. -feuille se fane et se dessèche.	
	Xanthomonas citri (Hasse) Dowson		Pulvérisations de Bouillie bordelaise.
actériose	Phytomonas syringae VAN HALL		Dans le cas des pluies précoces, une pulvérisation de bouillie bordelaise indiquée.

1.6.3 Les maladies cryptogamiques

Les maladies d'origine cryptogamique qui s'attaquent aux agrumes sont assez nombreuses. Certaines sont économiquement très importantes (COUSSIN ,1995)

a. La gommose ou chancre du collet (Phytophtora citrophtor Leonian P.parasitica Dastur)

- **Symptôme**

Exsudations de gomme très abondantes, qui se produisent au printemps et en automne.

✓ écorce affectée se dessèche et son épaisseur diminue avec une coloration forte du tronc.

✓ Combium est envahie par une production gommeuse claire et limpide.

✓ Jaunissement des feuilles, diminution de la récolte.

- **Moyenne de lutte**

Pour une attaque faible, appliquer sur les plantes malades un produit fongicide et cicatrisant.

- Améliorer le drainage

- Eviter les excès d'eau.

- Eviter la culture des arbres non greffés ainsi que les porte-greffes sensibles,

- Les troncs doivent être dégagés de la terre et des débris,

b. Pourridié (Armillariella mellea KARST)

- **Symptôme**

Les feuilles jaunissent et tombent.

✓ Les rameaux se dessèchent

✓ La présence d'un réseau de filaments mycéliens blanc devenant brun dans le sol.

- **Moyenne de lutte**

Arrachage des arbres malades.

a. Eviter la plantation des arbres si le sol contient des débris de racines.

c. La Fumagine (Capnodium citri BERK et DESM Capnodium citri Berk et Desm)

- **Symptôme**

Membranes veloutées noirâtres recouvrant les organes et qui gêne l'assimilation chlorophyllienne.

- **Moyenne de lutte**

✓ Eliminer les causes favorisant le développement de la fumagine (combattre les cochenilles, les pucerons et les aleurodes)

✓ traiter avec de l'huile blanchet el que l'oliocin ou l'euphitane à raison de 20L/1000L.

1.6.4 Les principaux ravageurs des agrumes

Un ravageur est un insecte nuisible pour une production agricole. En région méditerranéenne, la culture des agrumes est particulièrement agressée par différents ravageurs.

Selon Praloran (1971), le nombre d'espèces animales qui se développent et qui se nourrissent au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées, pour cela nous allons étudier seulement les espèces qui causent d'importants dégâts à ces derniers.

Tableau 5 : Les principaux ravageurs des agrumes. (Fabienne, 2002)

Le ravageur	**Les dégâts**
Les cochenilles 	• Affaiblissement général de la plante, jaunissement, chute des feuilles. • Rejettent un miellat, substance collante sur laquelle se développent les champignons de la fumagine, croûtes noires et inesthétiques.
Les pucerons 	• Par leurs piqûres, provoquent une crispation et un enroulement du limbe, et sévissent principalement sur les jeunes pousses tendres, ce qui bloque alors la croissance. • Ils sont également vecteurs du virus de la tristeza.
Les acariens 	• Les acariens sheldoni s'attaquent aux jeunes bourgeons et entrainent la déformation des fleurs et des fruits qui prennent parfois des formes bizarre. • Les araignées rouges (panonychus ulmi) sucent la sève du feuillage qui prend alors teinte « plombée » caractéristique.

Les aleurodes (mouches blanches) 	• Ces insectes se développent à la face inférieure des feuilles où ils sucent la sève : taches de piqûre, blocage de la croissance et développement de fumagine s'ensuivent.
La mouche des fruites(Ceratitis capitata) 	• Cette mouche pond ses oeufs dans les fruits. Puis les larves se nourrissent de la pulpe des fruits qui pourrissent et tombe.
La teigne de l'oranger 	• C'est un petit papillon, qui pond ses oeufs dans les fleurs qui dessèchent ; la jaune larve se nourrit des fruits à peine formés qui tombent.
La mineuse (Phyllocnistis citrella) 	• Les minuscules chenilles creusent • des galeries sous l'épiderme du limbe. • Les feuilles attaquées tombent. Plantes sensibles : citronnier, pomelo

Les nématodes 	• Vivent dans le sol en suçant la sève des racines. • Ils provoquent la formation de kystes, un flétrissement et un jaunissement des plantes attaquées.

Chapitre 2 Régulation naturelle et lutte biologique

Chapitre 2 :Régulation naturelle et lutte biologique

Introduction

Les plantes et les insectes ont vécu côte à côte pendant environ 100 millions d'années, Les insectes représentent les trois quarts des espèces animales recensées sur terre, Il existe actuellement environ 6 millions d'espèces. Plantes (environ 300 000 Espèce) représente le groupe d'organismes la plus puissante biomasse. Par conséquent, la communauté des insectes et des plantes joue un rôle important Dans la fonction de la biosphère.

Les plantes et les insectes ont développé diverses interactions Utile et nocif .Interaction avec des intérêts mutuels (mutualisme) par exemple, il apparaît en relation avec la pollinisation des neutrophiles où la fécondation a lieu.

L'accouplement des plantes est soutenu par la chasse au nectar des insectes. C'est Parfois, les plantes produisent un nectar qui attire les insectes Mimosa ou Acacia chez les fourmis. Au contraire, il y a aussi une interaction claire.

Type prédateur-proie entre plantes et insectes :

les plantes sont souvent attaquées Endommagé par des insectes hostiles qui consomment différentes parties Plus ou moins sélectif selon les espèces (feuilles, racines, fleurs, fruits, etc.).

L'intensité des dommages aux plantes dépend du type et de la fréquence Le stade d'invasion et le développement des plantes dans lesquelles ils se produisent. Produire. Par conséquent, il y a des défis dans l'étude de l'interaction plante-insecte. Les aspects scientifiques et sociaux revêtent une importance particulière. La propagation et l'abondance des plantes, et donc leur fonctionnement, Biodiversité des écosystèmes.

2.1 Les interactions multi-trophiques

Les insectes jouent un rôle essentiel dans la chaîne trophique. Un grand nombre d'espèces végétales doivent leur existence et leur reproduction à des insectes. Abeilles, bourdons et autres syrphes, en visitant les fleurs les unes après les autres en quête du nectar mis à leur disposition par les plantes, paient leur tribut en offrant leurs services de convoyeurs de pollen.

Les différents types d'interactions biotiques, qu'elles soient trophiques ou non-trophiques, ont des influences majeures sur la dynamique des systèmes écologiques, ils conditionnent fortement les traits d'histoire de vie, les paramètres reproducteurs et les taux de survie des espèces rares et menacées ou à l'opposé, des taxons invasifs (Montoya R. Et Skelly J., 1995).

La régulation des populations de phytophages est vue comme le résultat de l'effet « Top Down », ou de l'effet « Bottom Up » Hairston, (Hairston et al1960).

L'effet « Top Down » suppose une régulation des populations de phytophages par les niveaux trophiques supérieurs. En effet, les ennemis naturels par la pression de prédation ou de parasitisme qu'ils exercent peuvent réguler les populations de phytophages (Halaj et Wise, 2001). Au contraire, l'effet « Bottom up » suppose une régulation des populations de phytophages par les plantes. (Figure 7).

Les plantes en étant les producteurs primaires, constituent la base des réseaux trophiques, et leurs caractéristiques morphologiques, physiologiques, nutritives, physiques, architecturales ou chimiques peuvent limiter le développement des populations de phytophages.

Les plantes peuvent avoir un impact négatif sur les performances des phytophages.Winter et al. (2010) en laboratoire montrent que l'absence d'azote peut entrainer une diminution du poids des phytophages. Les défenses des plantes peuvent également influencer les performances des phytophages. Ainsi, les trichomes (défenses physiques) chez *Solanum sisymbriifolium* augmentent la mortalité des larves de *Gratiana spadicea* (Medeiros et Moreira, 2005). De même, les défenses chimiques rencontrées chez certaines espèces de plantes comme les alcaloïdes ou les glycosides peuvent réduire les performances des phytophages Manduca sexta et Trichoplusia ni (Lampert et Bowers, 2010) (Figure 7).

Les plantes peuvent également avoir un impact direct ou indirect sur les populations de phytophages par l'intermédiaire des ennemis naturels. Par exemple, l'absence d'azote dans la plante en diminuant les performances des phytophages, va indirectement diminuer les performances des ennemis naturels (Petermann et al., 2010 ; Winter et Rostas, 2010). De plus, les défenses des plantes en ayant un impact négatif sur les phytophages peuvent réduire de manière indirecte les performances des ennemis naturels (Vos et al., 2004).

Toutefois, les défenses des plantes peuvent également attirer les ennemis naturels en émettant des composés volatiles. Les ennemis naturels sont capables de reconnaitre de manière spécifique les composés émis par les plantes attaquées par leurs phytophages hôtes (Agbogbaet Powell, 2007). Ainsi, l'effet « Bottom Up » des plantes sur les ennemis naturels peut indirectement réduire l'effet « Top Down », ou au contraire le renforcer par attraction des ennemis naturels.

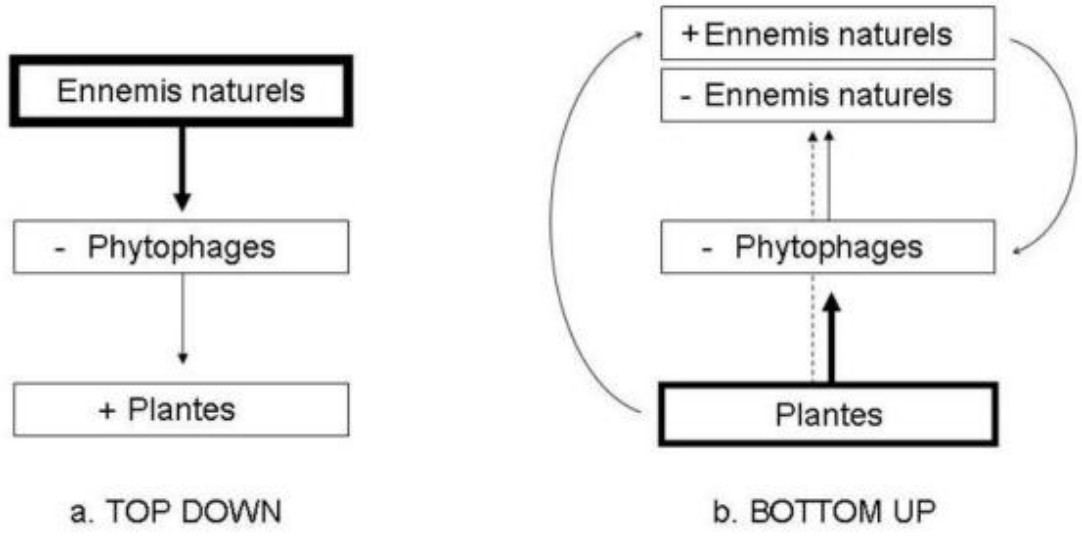


Figure7 : schéma représentant l'influence des forces « bottom-up » « top-down » sur les phytophages.

2.2 La lutte biologique

2.2.1 Définition

D'autre part, le concept de lutte biologique sous une forme "scientifique"Les ravageurs sont connus depuis plus d'un siècle. Pendant ce tempsDes efforts considérables ont été faits pour développer cette méthode de contrôle. Ravageurs **.**La lutte biologique contre les ravageurs a de nombreuses définitions, On s'en tient à la définition générale telle que proposée par**:** StruggleLa biologie est un processus qui fonctionne au niveau de la population et à travers la densité.La population d'une espèce est réduite par l'action d'une autre espèce qui agit à travers elle**.**Prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition**. »** La lutte biologique est donc Utilisation d'organismes à des fins de propagation et/ou de limitation des dommagesEnnemis de diverses cultures "rongeurs**,** insectes, nématodes, maladies des plantes, etc."Mauvaises herbes **.**Cela signifie que nous devons le faireUn système biologique

complexeavec un temps et un espace différents .OuLa lutte biologique est basée sur une régulation préventive et durable des ravageurs importantsPar leurs ennemis naturels. Cette interaction repose sur trois facteurs : Ravageurs**,** insectes utiles et leur habitat.

2.2.2 Les types de la lutte biologique

La lutte biologique peut être divisée en trois catégories bien distinctes : classique, par augmentation et par protection

2.2.2.1 La lutte biologique classique

La méthode classique vise l'implantation d'un antagoniste exotique dans un milieu où sévit un ravageur exotique (Cloutier et Cloutier, 1992). En l'absence du ou des ennemis qui contrôlent ses populations dans son aire de répartition d'origine, le ravageur n'a presque aucun obstacle à sa prolifération autre que la culture ou le milieu dont il dépend. C'est ainsi que plusieurs cas de lutte biologique ont été réalisés par l'introduction d'un ennemi naturel dans la nouvelle région, dans le but qu'il s'implante et se développe, pour contrôler le ravageur à long terme. Ce mode de lutte demande néanmoins beaucoup de recherche avant sa mise en place, surtout afin de s'assurer que l'espèce introduite s'acclimate et s'attaque spécifiquement au ravageur exotique et non aux organismes indigènes (Weeden et al., 2007).

2.2.2.2 La lutte biologique augmentative

Dans le cas de la lutte biologique par augmentation, le but est de contrôler un ravageur indigène en augmentant l'occurrence de son ou ses ennemis naturels, naturellement présents mais en quantité insuffisante (Cloutier et Cloutier, 1992) ou d'introduire à répétition un ennemi qui ne survivrait pas, par exemple, aux conditions hivernales (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995). De grandes quantités d'antagonistes sont libérées, le plus souvent à plusieurs reprises, pour contrôler les ravageurs. Un exemple de lutte biologique par augmentation serait la libération de grandes quantités d'un champignon parasite naturellement présent dans les sols, Beauveria bassiana, contre la punaise terne, *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Jamal, 2008).

2.2.2.3 La lutte biologique par protection

Les ravageurs indigènes ont toujours des ennemis mais ces derniers sont parfois défavorisés par certaines conditions du milieu (utilisation de pesticides à large spectre,

souvent). La lutte par protection vise à augmenter l'occurrence des ennemis naturels en changeant le milieu et les pratiques culturales. C'est sans doutes le mode de lutte biologique le plus important et facilement disponible car il demande souvent peu d'efforts et que les ennemis sont adaptés à l'environnement visé (Weeden et al., 2007). Par exemple, certaines espèces d'insectes prédateurs comme les coccinelles du genre Hyppodamia, se nourrissent de 8 pollen quand les proies deviennent plus rares. Malheureusement, elles ne peuvent pas se reproduire sous cette diète, ce qui peut faire chuter les populations. Cette situation peut être évitée en pulvérisant sur les cultures une solution de sucre et d'hydrolysat de levures, ce qui remplace temporairement les pucerons (Johnson, 2000).

2.2.3. Les organismes utilisés en lutte biologique

Plusieurs groupes d'organismes peuvent être utilisés en lutte biologique. Les principaux sont les micro-organismes, les nématodes, les insectes et les arachnides. Les organismes bénéfiques utilisés en lutte biologique doivent avoir un bon taux de reproduction, être spécifiques, avoir une bonne capacité d'adaptation et leur cycle de vie doit être synchronisé à celui du ravageur (Weeden et al., 2007).

2.2.3.1 Les micro-organismes

Les entomopathogènes sont des micro-organismes (bactéries, champignons, protozoaires, etc.) causant des maladies mortelles chez les insectes. Les plus souvent utilisés sont des bactéries comme les variétés du Bacillus thuringiensis (Bt). Ils peuvent être transmis par l'air, l'eau ou un vecteur comme un insecte (Cloutier et Cloutier, 1992). Le but des entomopathogènes est de créer une épizootie (épidémie affectant les animaux) chez le ravageur visé (Weeden et al., 2007). Ces pathogènes ont comme avantages d'être facile à produire en grande quantité, d'avoir une action rapide et d'être épandus de la même façon que les pesticides conventionnels (pulvérisation). Par contre, les gens ont souvent des craintes pour leur santé et pour celle des écosystèmes lorsqu'il est question de micro-organismes, qu'ils relient d'emblée à l'incidence de maladies.

2.2.3.2 Les nématodes

Les nématodes peuvent également être inclus dans les entomopathogènes. Ce sont des vers ronds parasites qui infectent leurs hôtes par ingestion. Après avoir repéré son hôte, le nématode le pénètre, habituellement par un orifice naturel (bouche, anus ou autre). Une fois à

l'intérieur, le nématode libère des bactéries qu'il transporte naturellement et ces dernières liquéfient la chair avoisinante, ce qui permet au ver de se nourrir. Le ravageur ne survit pas à ce traitement et, après quelques jours, des centaines de nématodes sont libérés et repartent à la recherche d'hôtes potentiels (Gaugler, s.d.). Certains nématodes transportent des bactéries qui leur permettent un effet très rapide (de 24 à 48 heures, Grewal, s.d.). Ils sont faciles à produire en grande quantité, faciles d'utilisation et sont peu spécifiques (peuvent donc être plus rentables en s'attaquant à plusieurs insectes nuisibles). Par contre, ils demandent des conditions particulières (haut taux d'humidité) et leur faible spécificité les rend susceptibles de s'attaquer à certains insectes non visés utiles, comme certains pollinisateurs (Cloutier et Cloutier, 1992).

2.2.3.3 Les prédateurs

Les insectes et arachnides prédateurs s'attaquent directement au ravageur en le consommant et en causant une mort quasi immédiate. Comme la prédation est moins spécifique que le parasitisme, certains de ces organismes ont une action plus étendue et s'attaquent à une variété d'organismes, ravageurs ou non, tandis que d'autres sont plus spécifiques (Cloutier et Cloutier, 1992). Ces auxiliaires de lutte ont l'avantage de se nourrir plus d'une fois au cours de leur vie et s'attaquent donc à plus d'un organisme, comparativement à d'autres et sont très mobiles (Weeden et al., 2007). Par contre, les prédateurs sont difficiles et coûteux à produire car ils nécessitent un apport constant en proies, elles mêmes devant être élevées en masse. Ils ont également un transport et une application difficiles et coûteux (Cloutier et Cloutier, 1992).

2.2.3.3.1. Principaux Coléoptères prédateurs

Cet ordre est l'un des plus abondants en nombre et en variété d'individuset comprend **:**De nombreuses familles représentant de très grandes espèces prédatrices sens. La variabilité des proies consommées est également très élevée.

- **Les Coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae)**

Elles sont de petites taille, très bombées et de forme circulaire. Les couleurs sont vives et les dessins très variables. Les espèces peuvent être identifiées en regardant le pronotum (plaque qui couvre le thorax) et les élytres (ailes qui couvrent l'abdomen) (Ronzon B., 2006).

Les coccinelles font partie de la famille des coccinellidae qui comprend environ 4000 espèces connues, réparties dans le monde entier. Elles font partie de l'ordre des Coléoptèra, du sous-ordre des Polyphagae et de la superfamille des Cucujoidae (Saharaoui L., Gourreau J. M, 1998).

Les coccinelles (Coccinellidae) se nourrissent généralement de pucerons, d'acariens, de chenilles et d'autres ravageurs à corps mous. Les larves et adultes sont prédateurs. Il existe beaucoup d'espèces et plusieurs se retrouvent en milieu agricole. Elles ne développent généralement qu'une génération par an. Le stade larvaire dure un mois. (Ronzon B., 2006).

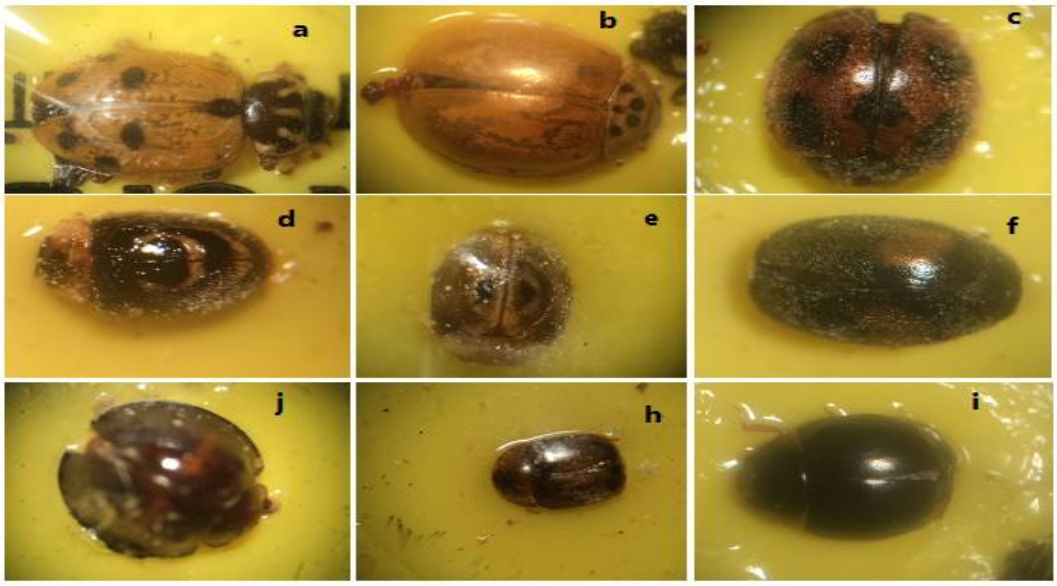


Figure 8. Espèces de la famille des Coccinellidae: (a) *Adonia variegate* ; (b)*Adalia decempunctata* ; (c)*Rodolia cardinalis* ; (d,e) *Clitostethus arcuatus* ; (f)*Platynaspis luteorubra* (j)*Chilocurus bipustulatus* ; (h)*Scymnus mediterranes* ; (i)*Stethorus punctillum*.(HAMAS ; 2018)

En Algérie, 48 espèces de coccinelles appartenant à 12 tribus et 22 genres ont été inventoriées. Elles se répartissent en six sous-familles: la sous-famille des Epilachninae, est représentée par deux espèces, appartenant à la tribu des Epilachnini soit 4,17% du nombre total des espèces de coccinelles répertorié. Les Scymninae (39,58%), les Coccinellinae (29,17%), les Chilocorinae (14,58%), les Coccidulinae (6,25%), et les Sticholotidinae (6,25%) sont quantitativement plus importants avec 46 espèces. Elles sont toutes utiles et susceptibles de jouer un rôle dans la protection des plantes cultivées contre certains ravageurs, notamment les pucerons et les cochenilles. (Saharaoui L., et al., 2013).

La majorité des coccinelles sont actives entre le mois de mai et juillet, c'est aussi la période de multiplication (reproduction) de toutes les coccinelles (Saharaoui L., 1994). Leur cycle de développement comprend 4 stades larvaires séparés du stade adulte par une nymphale (Saharaoui L., Gourreau J. M, 1998).

- **Les carabiques**

Ce sont des prédateurs d'insectes vivant le plus souvent au niveau du sol. Les larves,vivant dans le sol, comme l'adulte sont carnivores. Ils sont actifs la nuit. Les pattes, longues et fortes, sont adaptées à la course. Les adultes sont des chasseurs et consomment essentiellement des limaces, des escargots, des vers de taupin et des pucerons (Ronzon B., 2006).

- **Les cantharides**

Les élytres sont mous. Les adultes colonisent les graminées et les ombellifères, se nourrissantde pucerons et autres ravageurs des cultures. Les larves, également prédatrices, vivent dans le sol. (Ronzon B., 2006).

2.2.4. Principaux diptères prédateurs

Chez les Diptères, on retrouve des familles où seules quelques espèces sont prédatrices, tels les Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Rhagionidae, Asilidae, Empidae, Dolichopodidae, Drosophilidae et d'autres où la majorité des espèces ont un mode de vie de prédateur : Cecidomyiidae, Syrphidae et Chamaemyiidae (Boivin G., 2001).

- **Les Syrphidae**

Selon SEGUY., (1951), les diptères Syrphidae sont floricoles à l'état adulte, par contre à l'état larvaire ils constituent de redoutables prédateurs de pucerons. Ils comptent, avec les coccinelles, parmi les principaux ennemis naturels de pucerons. La fécondité totale des femelles est de l'ordre de 500 à 1000 œufs (REMAUDIERE G. et al., 1976). Et chaque larve peut consommer de 400 à 700 pucerons au cours de sa vie qui dure de 8 à 15 jours (Deguine J.P., et al, 1997).

- **Les Cecidomyiidae**

Les Cecidomyiidae sont également des diptères réputés comme ayant des larves aphidiphages. Environ 50 espèces se nourrissant de pucerons et une larve de cécidomyie peut détruire environ 20 aphides pendant son développement.

L'espèce Aphidoletes aphidimyza est un prédateur important des pucerons. (Vincent C. & Coderre D. 1992).

2.2.5. Les Nevroptère, Chrysopidae

Selon Paulian, (1999), les chrysopes sont des insectes qui agissent sur la régulation de beaucoup d'arthropodes ravageurs des cultures et des milieux anthropisés, parcs et jardins.

Ces insectes se caractérisent par deux paires d'ailes disposées au repos et qui comportent de nombreuses nervures. Ils ont une métamorphose complète. (Ronzon B., 2006).

Les larves de chrysopes sont le plus souvent très voraces, ce qui se traduit par une consommation alimentaire élevée et donc un important effet prédateur. En effet une larve de Chrysoperla carnea consomme 300 à 450 individus d'Aphis craccivora sur 15 à 20 jours. Les adultes sont floricoles (Koch, C.L. 1854).

2.2.6 Les parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des organismes dont les larves se développent aux dépens d'un seul hôte (Godfray, 1994). À ce titre, ils représentent un mode de vie intermédiaire entre les prédateurs et les parasites puisque l'hôte est, à de rares exceptions près, systématiquement tué et qu'il existe une dépendance physiologique étroite entre le parasitoïde et son hôte (Toft et coll., 1991). L'adulte est généralement libre et mobile. Selon les estimations, les parasitoïdes représenteraient entre 8% et 20% des espèces d'insectes décrites à ce jour, la majorité des parasitoïdes appartenant soit à l'ordre des hyménoptères (environ 50 000 espèces décrites), soit à l'ordre des diptères (environ 16 000 espèces connues) (Feener et Brown, 1997). De façon plus anecdotique, des parasitoïdes sont également signalés chez les coléoptères, les lépidoptères, les trichoptères, les neuroptères et les strepsiptères (Quicke, 1997). D'un point de vue évolutif, l'apparition de ce mode de vie s'est déroulée différemment dans les deux principaux ordres. En effet, alors que la transition vers le «parasitoïdisme » ne s'est produite semble-t-il qu'une seule fois chez les hyménoptères, probablement à partir d'un ancêtre mycophage inféodé au bois mort, cette transition a eu probablement lieu de nombreuses fois chez les diptères, sans doute à partir d'ancêtres saprophages ou prédateurs (Eggleton et

Belshaw, 1992). Ces origines évolutives différentes expliquent une partie des différences biologiques entre les espèces mais d'autres facteurs, notamment écologiques, doivent également être pris en considération pour expliquer les phénomènes de spéciation et de diversification observés, par exemple, chez les hyménoptères.

2.2.7. Principales famille de parasitoïdes

Les hyménoptères parasitoïdes sont parmi les ennemis naturels les plus abondants dans les cultures arboricoles. Les espèces les plus importantes en lutte biologique classique appartiennent aux super familles suivantes : Ichneumonoidea, Chalcidoidea et Proctotrupoidea

La super famille Ichneumonoidea est représentée avec deux famille ; Ichneumonidae et Braconidae. Ichneumonidae se développe principalement des larves de lépidoptères et de coléoptères. Braconidae renferme actuellement plus de 40 000 espèces, les Aphidiinae, spécialisés dans parasitisme des pucerons, sont les plus importants.

Dans la super famille Chalcidoidea comprend les familles Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Mymaridae, Pteromalidae et Trichogrammatidae. Les familles les plus importantes en lutte biologique classique qui ont fourni 80 % des succès obtenus contre les insectes déprédateurs des cultures ou des milieux forestiers.

- **Aphelinidae**

Cette famille est largement distribuée dans le monde entier avec plus ou moins33 genres et 1168 espèces placés dans 7 sous-familles : Aphelininae, Azotinae,Calesinae, Coccophaginae, Eriaphytinae, Eriaporinae et Eretmocerinae. Les Aphelinidae sont l'une des familles de Chalcidoidea les plus importantes dans la lutte biologique, avec plus de 90 succès d'acclimatations. Ils sont endoparasites, ectoparasites ou hyperparasites principalement d'Aleyrodoidea, d'Aphidoidea, d'Auchenorrhyncha, de Psylloidea (Hémiptères) mais spécialement de Coccoidea (Homoptères). Ils sont également parasites d'œufs de Lépidoptères et d'Orthoptères, de larves et pupes de Diptères, ainsi que de larves d'autres Chalcidoidea et Dryinidae (Hyménoptères).

Chez quelques espèces, les femelles sont endoparasites et les mâles ectoparasites de la même espèce hôte tandis que chez d'autres, les mâles sont hyperparasites de femelles de leurs propres espèces(autoparasitisme) ou d'autres espèces d'Aphelinidae

(adelphoparasitisme) (Brasero et Martin N.,2009). Cette famille comprend de nombreuses espèces qui ont un grand intérêt dans la lutte biologique contre les ravageurs d'agrumes, comme Cales noacki, un ennemi naturel de l'une des espèces d'aleurode, Aleurothrixus floccosus, qui est peut-être l'hyménoptère parasitoïde le plus abondant dans les vergers d'agrumes (Soler, J.M. 2000) ;(Alonso, D. 2003).

Aphytis melinus est considéré comme le parasitoïde le plus efficace dans le contrôle d'*Aonidiella Aurantii* dans presque toutes les régions d'agrumes du monde où il a été introduit (Asplanato, G. et F. Garcia-Marí. 2002).

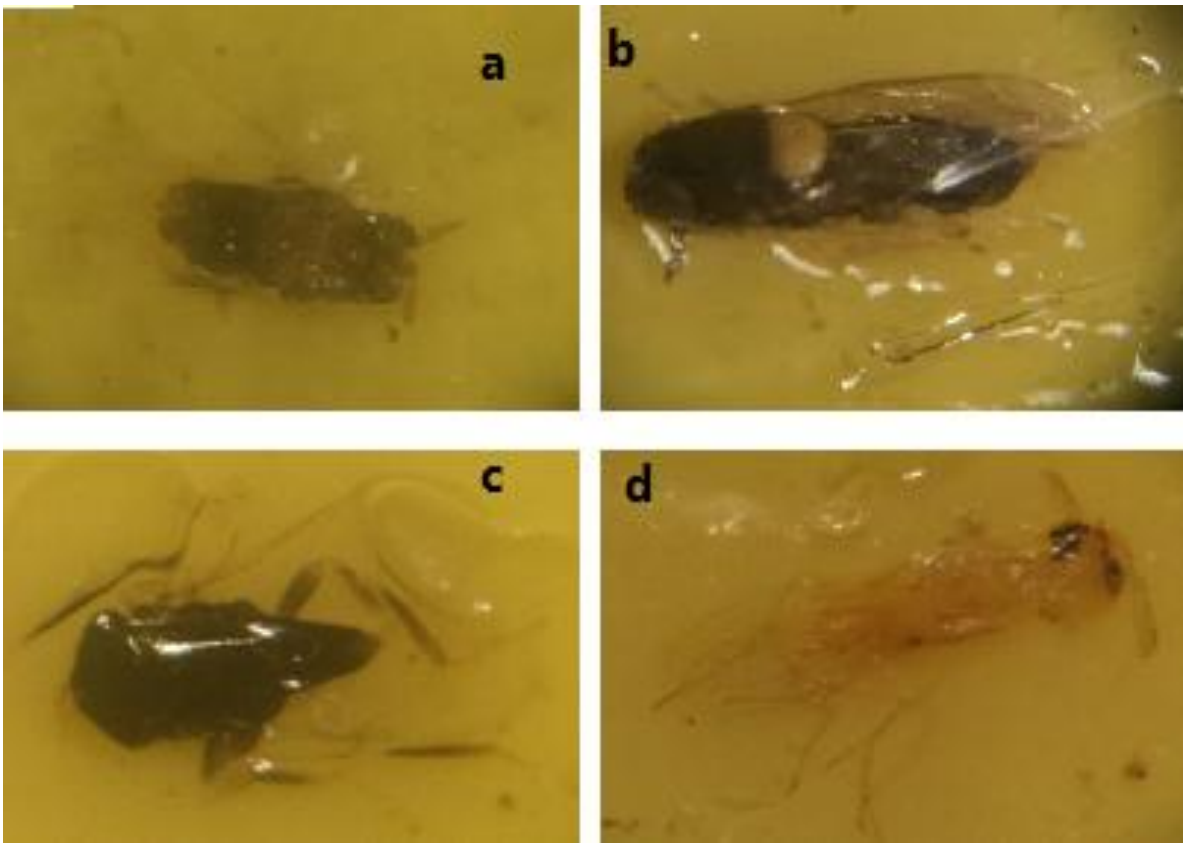


Figure 9. Espèces de la famille desAphelinidae : (a) *Encarsia sp ;* (b) *Coccophagus sp ;* (c)*Aphelinus mali ;* (d) *Cales noacki* .(HAMAS ; 2018).

- **Encyrtidae**

Cette famille de Chalcidoidea est l'une des plus grandes et des plus diversifiées structurellement avec plus ou moins 460 genres et 3735 espèces décrits placés dans 2 sous-familles : Encyrtinae et Tetracneminae.

La plupart sont endoparasites de Coccoidea (Homoptères), mais aussi d'œufs et de larves de Coléoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Neuroptères, Orthoptères, Hémiptères et Arachnides (Brasero et Martin N., 2009).

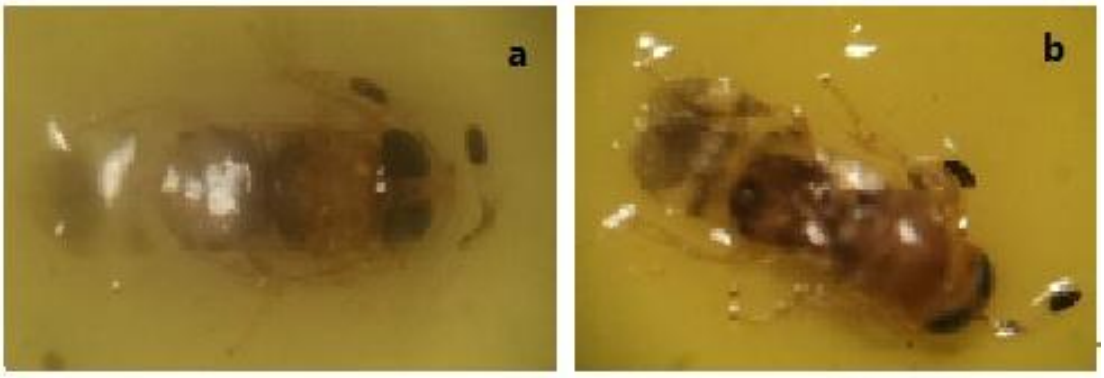


Figure 10. Espèces de la famille des Encyrtidae: (a) *Metaphycus flavus;* (b) *Microterys nietneri*.(HAMAS ; 2018)

- **Eulophidae**

Cette famille des Chalcidoidea contient 297 genres et 4472 espèces divisés en 4 sous-familles: Euderinae, Eulophinae, Entedoninae et Tetrastichinae. La plupart des espèces (solitaires ou grégaires) sont parasites de larves de Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et Coléoptères. (Brasero et Martin N., 2009).



Figure 11. Adulte de Citrostichus phyllocnistoides (Chalcidoïdea, Eulophidae) parasitoïde de la chenille de la mineuse des agrumes Phyllocnistis citrella (HAMAS ; 2018)

- **Pteromalidae**

Leur distribution est assez large avec plus ou moins 588 genres et 3506 espèces divisés en 31 sous-familles. (Brasero et Martin N., 2009).

Les espèces parasitoïdes de cette famille jouent un rôle important dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles. (Sureshan, P.M. and T.C. Narendran., 2003).



Figure 12. Espèces de la famille des Pteromalidae (HAMAS ; 2018)

- **Mymaridae**

Les Mymaridae sont largement distribuées à travers le monde avec plus ou moins 103 genres reconnus comme valides et 1424 espèces. Ils sont endoparasites solitaires ou grégaires (Brasero et Martin, 2009). Cette famille comprend de nombreuses espèces qui sont des parasitoïdes d'œufs des insectes. (Huber, J.T. 2006).

La plupart des espèces de cette famille sont des parasitoïdes des Hémiptères, notamment les Auchenorhyncha (Cicadellidae, Delphacidae, Membracidae). Il y’a aussi des enregistrements chez Psocoptera, Coleoptera, Orthoptera et Diptera.

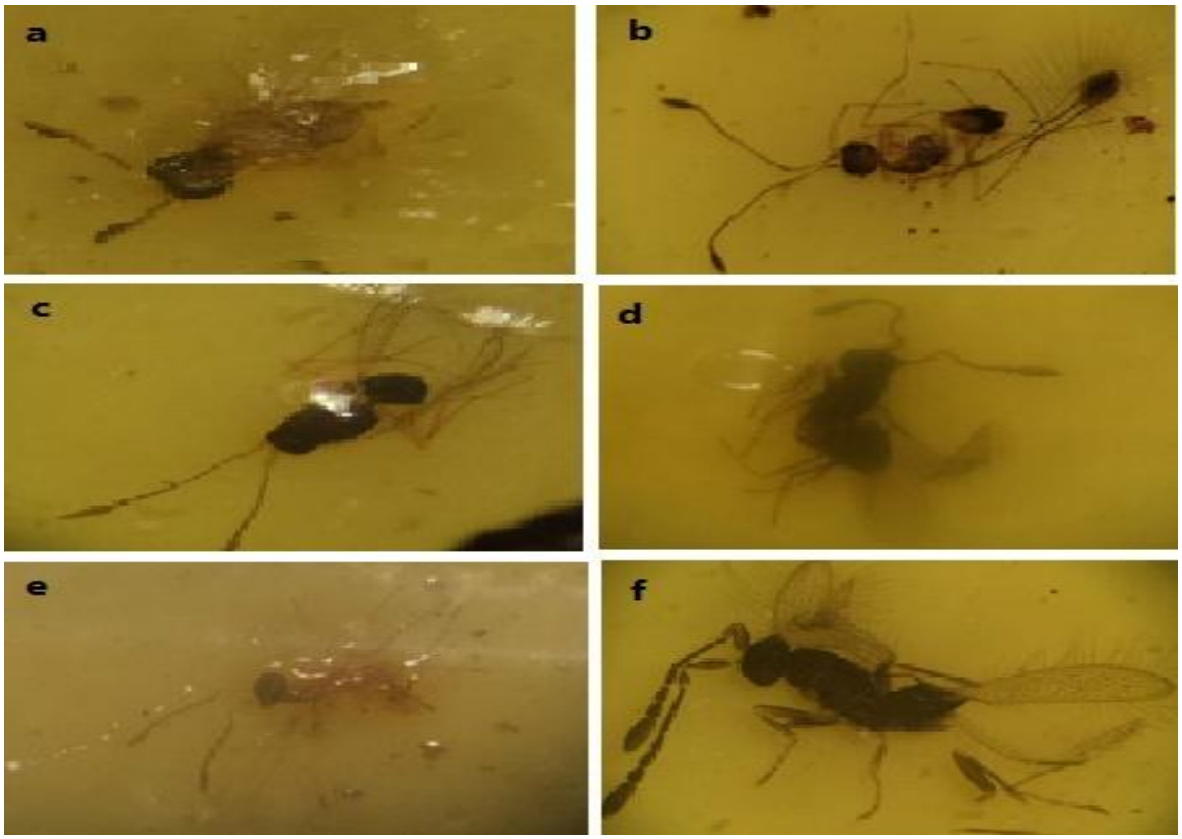


Figure 13. Espèces de la famille des Mymaridae: (a) *Anagrus sp ;* (b) *Mymar taprobanicum* ; (c) *Camptoptera sp;* (d) *Gonatocerus sp ; (*e) *Stethynium triclavatum ;* (f) *Anaphes* sp(HAMAS ; 2018)

- **Trichogrammatidae**

Dans cette famille plus ou moins 83 genres sont reconnus comme valides pour plus ou moins 839 espèces. Les Trichogrammatidae sont principalement solitaires ou grégaires ectoparasites de tous les œufs du très large groupe des Holométaboles (où la larve diffère totalement de l'adulte) et des Homoptères, Hémiptères, Orthoptères et Thynasoptères. Les femelles de certaines espèces essayent d'introduire leur ovipositeur dans plus ou moins tout ce qui possède une taille et une forme acceptables (Brasero et Martin N.,2009).



Figure 14. Adulte de Trichogrammatidae sp(HAMAS ; 2018)

- **Braconidae**

La famille des Braconidae comprend 52 genres et 400 espèces spécialisées dans le parasitisme des pucerons (Hagvar E.B. et Hofsvang T., 1991). Les Aphidiinae sont des endoparasitoïdes, koïnobiontes et solitaires. Plusieurs espèces d'Aphidiinae sont actuellement employées comme agents de lutte biologique contre des pucerons (Van Lenteren J.C. 2003).



Figure 15. Espèces de la famille des Braconidae : *Aphidius sp*(HAMAS ; 2018)

3.1.Présentation de région d'étude

Notre étude s'est déroulée dans des exploitations agrumicoles, situées dans la commune de Chiffa, circonscription administrative de la wilaya de Blida .

3.2.1. Situation géographique de la wilaya de Blida

La Wilaya de Blida se situe dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au nord par les wilayas d'Alger et Tipaza, à l'ouest par la Wilaya de Ain Defla, au sud par la Wilaya de Médéa à l'est par les Wilayas de Bouira et de Boumerdes. Elle s'étend sur une superficie de 1707 Km², dont 70400 ha constituent la superficie agricole totale. Dans cette dernière en identifie 62243 ha de superficie agricole Utile. (Figure 16) (Anonyme).

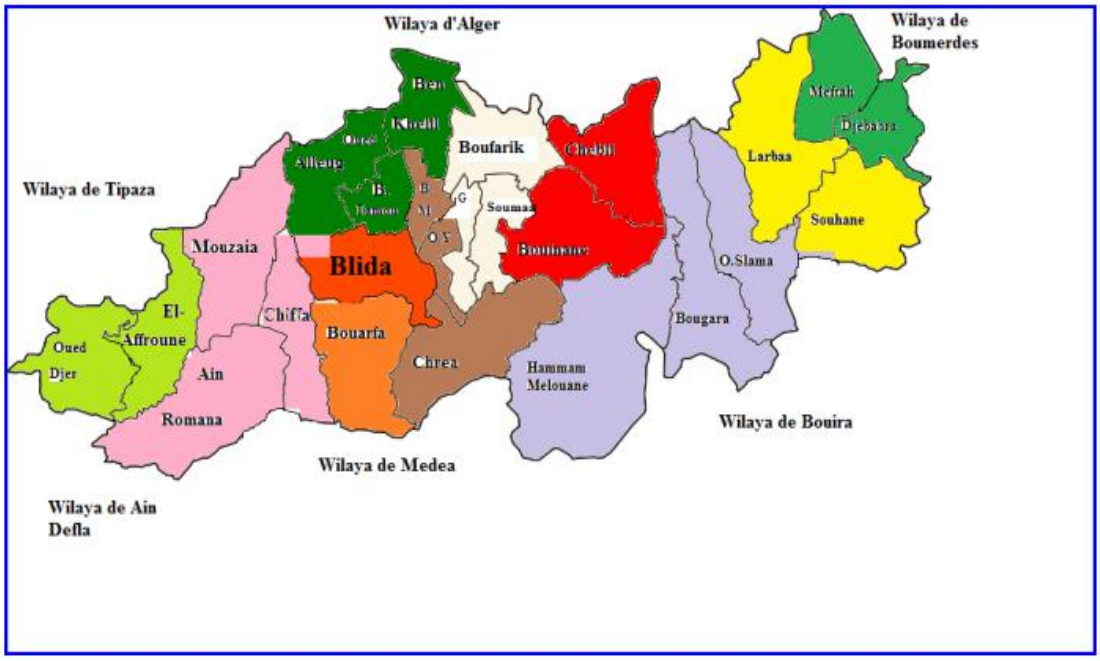


Figure 16. Limite géographique de la wilaya de Blida,

3.1.2.Etude climatique

Les facteurs climatiques conditionnent l'évolution des êtres vivants, qu'ils soient d'origine animale ou végétale. Leurs actions interviennent aux différentes phases du cycle biologique,du stade embryonnaire jusqu'au stade adulte. Le climat influence de manière dynamique lesinteractions entre les plantes, les insectes ravageurs et les ennemis naturels. La température s'avère un facteur abiotique déterminant de la dynamique entre les ravageurs et leurs ennemis naturels, lesquels possèdent chacun leurs propres limites et optimum thermique. (Huffaker et Gutierrez, 1999)

C'est pour cela qu'il est nécessaire de donné un aperçu sur les fluctuations climatiques, à savoir les précipitations, les températures et l'hygrométrie.

3.1.3. Caractéristique climatique

Vue les difficultés d'obtention des données climatiques de dix ans (2012-2022) nous avons pris les résultats d'une étude du climat établis par la direction des services agricoles de la wilaya de Blida. L'étude a montré que La wilaya de Blida se située dans l'étage sub-humide caractérisé par un hiver frais.

La pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique. (MERCIER A., 1999). Les tableaux, représente les moyennes pluviométriques mensuelles pour la période s'étalant du mois de décembre 2018 au mois de mai 2019.

Le mois le plus pluvieux durant la période expérimentale est celui de Décembre avec une valeur enregistrée de 187 mm (Tableau 6).

Tableau 6. Les moyennes pluviométriques mensuelles pour l'année expérimentale de Mai 2021 à Mai 2022 (Blida).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai
Pp	26	25	02	00	06	75	79	187	135	30	49	92	22

La température

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. Les données thermiques, à savoir, les températures minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles [(m + M) /2] au cours de la période expérimentale décembre 2018-Mai 2019 sont représentées respectivement dans les tableaux.

Le tableau (Tableau 7), indique qu'au cours l'année expérimentale décembre 2018- Mai 2019, les plus basses températures sont observées respectivement au mois de janvier avec une valeur de 0°C et février, mars avec une valeur de 1°C, alors que les températures les plus élevée sont enregistrées respectivement au mois de mars et mai, avec une valeur de 30 °C ,31°C.

Tableau 7. Les températures moyennes mensuelles de l'année expérimentale de Mai 2021 àMai 2022 (Blida).

Mois	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai
T°	19	22	2	27	23,5	20,5	15,5	13,5	10,5	12	15,5	15,5	18,5
T° Max	33	33	37	37	36	33	27	25	21	23	30	26	31
T° Min	5	11	15	17	11	8	4	2	0	1	1	5	6

Le vent Le vent fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat. Il agit comme un agent de transport. (Ramade, 1990). Pour la période expérimentale (décembre 2018- Mai 2019),la plus grande valeur a été enregistrée le mois de mars.

3.1.4. La synthèse climatique

3.1.4.1. Diagramme Ombrothermique

Les diagrammes Ombrothermique sont utilisés pour refléter une image de synthèse du climat.BAGNOULS et GAUSSEN définissent le mois sec lorsque la somme des précipitations moyennes exprimées en (mm) est inférieure au double de la température de ce mois (P/ 2T). Ils ont proposé un diagramme où on juxtapose les précipitations et les températures. Lorsque la courbe des précipitations rencontre celle des températures et passe en dessous de cette dernière, nous avons une période sèche.

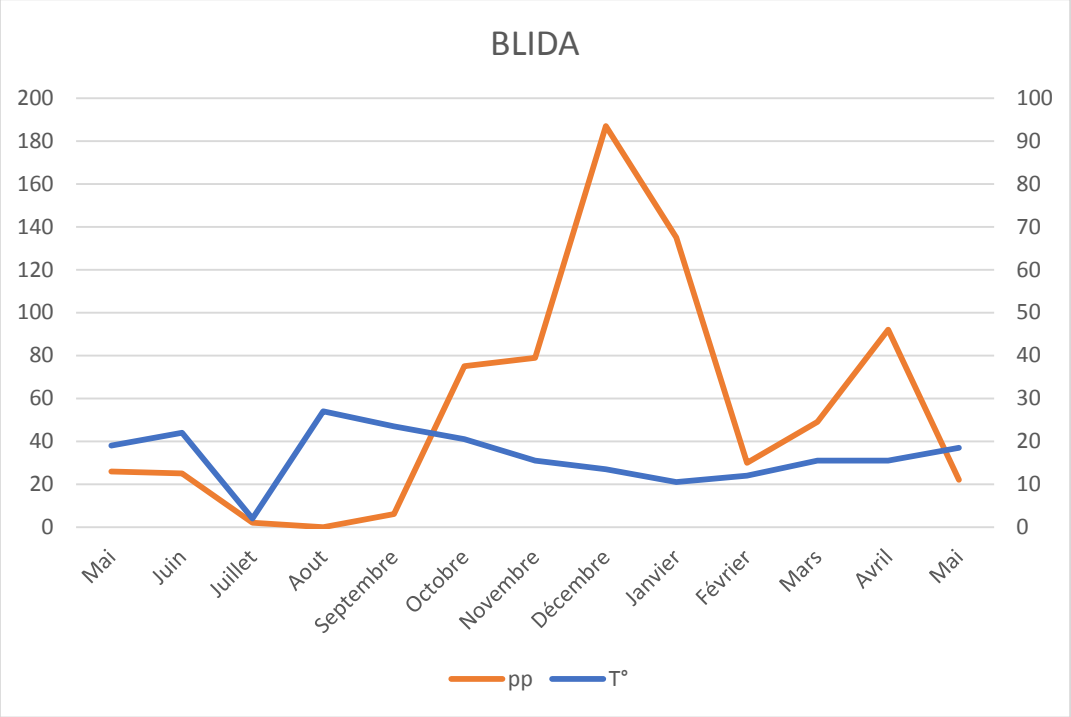


Figure 17. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida (Mai 2021 à Mai 2022)

Le diagramme Ombrothermique pour la wilaya de Blida de l'année expérimentale (Mai 2021 à Mai 2022) représenté dans la Figure 17 montre que la période sèche s'étale du mois de Mai jusqu'à Octobre, et que la période humide s'étale de moi Octobre jusqu'au mois Mai.

3.1.5. Présentations des stations d'étude

Le premier verger de clémentine bien entretenue est installée depuis 2015 , occupe une superficie de 4ha. Le deuxième verger destinée à la production de citron, d'une superficie de 3ha (Figure 18).



Figure 18. Situation des sites expérimentaux(source ; google earth).

3.1.6.Caractéristiques des stations d'étude et pratique culturales

Plusieurs travaux culturaux ont été réalisés. Le tableau (7) fournis tout le travail cultural appliqué aux niveaux des deux stations durant notre période expérimental, en plus quelques caractéristiques descriptives des stations.

Tableau 8 : Synthèse des pratiques culturales appliquées au niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-MAI(2022)

	Station 1(C1)clementine	Station 2(C5)citronnier
Superficie	2 ha	4 ha
Année de plantation	Plantation 2012 greffe 2015	2004
Densité	5m sur 3m	6m sur5m
Variété	C63 sur carrizo	Eureka sur bigaradier
La taille	Mois de janvier et fevrier	Mois de janvier et fevrier
Irrigation	Par goutte à goutte entre le mois juin jusqu'à le mois septembre 2 fois prsemaine (1.5 ha 2.5h)	Par goutte à goutte entre le mois juin jusqu'à le mois septembre 2 fois par semaine (1.5 ha 2.5h)

Broyage automatique	Mois de mars-avril-mai	Mois de mars-avril-mai
Grattage manuel	Mois de mars-avril-mai	Mois de mars-avril-mais
Bennage automatique	Mai	Mai
ébourgeonnage	Mars	Mars

3.1.7. Traitement phytosanitaire

Durant notre période expérimentale, des traitements phytosanitaires sont appliqués au niveau des deux vergers. Les Tableau (9 et 10) fournis les noms des différentes matières actives appliquées avec le calendrier d'application.

Tableau9: Les traitements phytosanitaires appliqués niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-Mai(2022)

Matière active	**Cible**	**C1**	**dose C1**	**C5**	**doseC5**
bouuileBordelise	Gommose	29/01/2022	10 hg/ha	09/02/2022	10kg/ha
huile blanche	Cochenilles	29/01/2022	15l/ha		
		09/02/2022	15l/ha		
methyltiophanate	maladie vasculaire	28/03/2022	1,5kg/ha		
acetamepride	puceron/minuese	07/05/2022	200g/ha		
		17/05/2022	200g/ha		
		11/06/2022	250g/ha	09/06/2022	200g/ha
match gold	aleurodes/mineuses			12/05/2022	0,25l/ha
				23/05/2022	0,5l/ha
abamectine	insecticide/acaricid	08/06/2022	1l/ha		

Tableau 10: Les amendements en acides aminés appliqués niveau des deux stations d'étude durant la période expérimentale (Janvier 2022-Mai(2022)

tout les acide amine C1,C5					
Produit	**Cible**	**c1**	**dose c1**	**c5**	**dose c5**
bor zinc	lacroissanse des plante	24/02/2022	2kg/ha	02/04/2022	2kg/ha
acide amine	essential pour l plant	28/03/2022	2l/ha	07/04/2022	2l/ha
		26/04/2022	2l/ha		
Ga3	hormone fixation des fruit 26/06/22	26/04/2022	15comprime		
kelp(extratdalgue)	algue brune riche en sels	07/04-05/22	2l/ha	18/04/2022	2l/ha
			2l/ha		
corexzn mn	Correcteurpreventif	07/04/2022	2l/ha	30/04/2022	3l/ha
	descarrences zinc	26/04/2022	3l/ha		
acide amine	essential pour l plant	26/04/2022	2l/ha	09/05/2022	3l/ha
extraitdalgue	phytohormone, aahydrat	17/05/2022	2l/ha	09/05/2022	2l/ha
Floradine	hormone bloque les pouce	1l/ha			
multioligo	vitamine/minèraux	31/05/2022	2l/ha		

3.2. Calendrier de sorties

La période d'échantillonnage s'est étendue du mars 2022 à avril 2022 pour les deux vergers d'étude. Nous avons réalisé 1 sortie par semaine et les plaques jaunes sont récupérés une semaine après leurs installations (tableau11)

Tableau 11 : calendrier des sortie d'echantillonnage

Sortie	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Date	07/03/2022	13/03//2022	26/03//2022	03/04//2022	10/04//2022	24/04//2022

3.3. Captures par pièges jaunes englués

Les pièges collants sont couramment utilisés pour l'échantillonnage des ravageurs ainsi que leurs ennemis naturels. Ils permettent de capturer un très grand nombre d'insectes notamment des hémiptères, des diptères, des neuroptères, des hyménoptères et certains coléoptères comme les coccinelles (Figure 19). Cinq pièges collants de type HORIVER de 150 cm² (25 x 10 cm) de forme rectangulaire de couleur jaune vif et enduit de glu, ont été utilisés. Ces pièges ont été suspendus à une hauteur comprise entre 1 et 1,5 mètre à l'extérieur et l'intérieure de la frondaison des arbres choisis aléatoirement.A chaque sortie, durant toute la période d'échantillonnage, les pièges avec les captures sont collectés et remplacés. Ils sont par la suite recouverts par un film alimentaire transparent pour conserver les insectes volants qui y sont tombés. Le comptage et l'identification des insectes capturés ont été réalisés au laboratoire de Zoologie du département de Biotechnologies à l'université de Blida 1.



Figure 19 : Modelé des pièges jeunes englués utilisé pour la capture des insectes.

3.4. Matériel utilisé

- Plaque jaune englué.

- Film alimentaire en plastique transparent.

- Loupe binoculaire (au laboratoire).

- Clés de détermination.

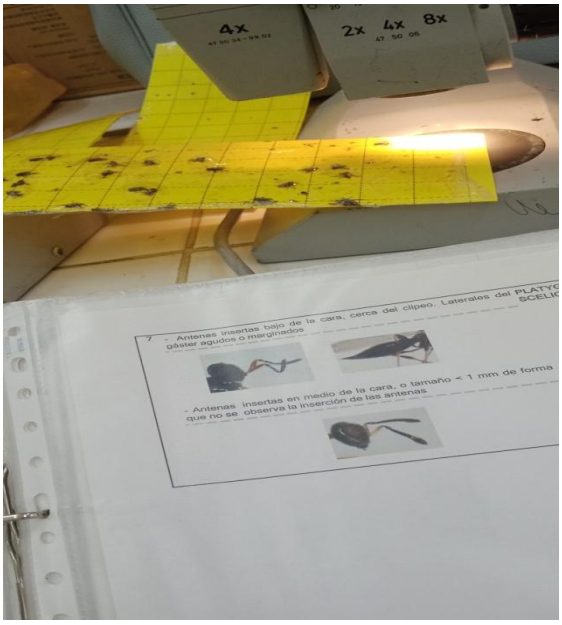
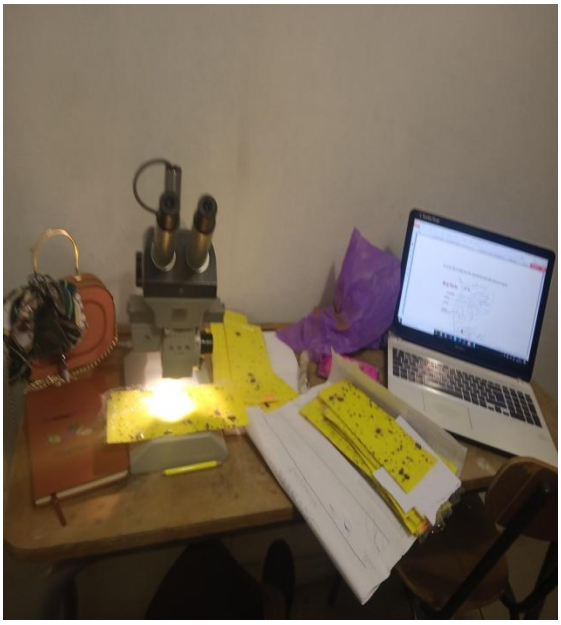
<table>
<tr>
<td>
</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Figure 20 :Matériels utilisé au niveau de laboratoire.

3.5 Exploitation des résultats

3.5.1.Indice écologique

Les indices écologiques qui retiennent notre attention pour l'exploitation de nos résultats sont les indices écologiques de composition et de structure.

3.5.1.1.Indices écologiques de composition

Richesse totale (S)

Selon **MULLER(1985)in Noudjoud (2006)** , la richesse totale représente l'un de paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement .la richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné**(RAMADE ,1984 in Louadi et al,2010) .**

Fréquence centésimale ou abondance relative

D'après**DAJOZ (1971),** cet indice correspond au pourcentage des individus d'uneespèce (ni) par rapport au nombre total de l'ensemble des individus (Ni) du peuplementconsidéré.

Elle représentée par la formule suivant :

- Pi= (ni X 100) / N
- Pi : est l'abondance relative ou la fréquence centésimale.
- ni : est le nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- N : est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

3.5.1.2.Indices écologiques de structure

Indice de diversité de Shannon-Weaver

Parmi les indices synthétiques ou non-paramétriques, basés sur les abondances relatives des espèces, l'indice de **SHANNON et WEAVER(1963) in Marcon (2010),** sont les plus fréquemment utilisés.

Ces indices tendent à synthétiser à la fois le nombre d'espèces et l'équilibre de leur répartition dans le milieu **(DUFRENE, 1992 in khalaf et al, 2009) [55].** L'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante :

H^'= - Σ pi log2pi

- H' : est l'indice de diversité exprimé en unité bits.
- Log2 : est le logarithme à base de deux.
- Pi=ni/N (abondance relative des espèces) ;
- ni : le nombre d'individus dans le premier groupe taxonomique.
- N : le nombre d'individus dans la station.

3.5.2.Analyse statistique

La matrice des données des groupes trophiques et des familles des espèces d'insectes a été soumise à une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) puis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), ce qui permet un meilleur étalement des points sur le plan factoriel axe1-axe2 et donc une meilleure efficacité de projection.

La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne ainsi que la méthode de « Ward », basées sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST (version 2.17c).

RESULTATS

Il est indispensable de connaître de façon approfondie les différents groupes entomologiques dans leur milieu afin de comprendre les mécanismes responsables des phénomènes de pullulation, ce qui implique la réalisation d'un inventaire des espèces entomologiques dans chaque station d'étude.

4.1. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales

Le tableau 12 représente l'ensemble des espèces entomologiques inventoriées dans les deux stations d'étude, leurs sommes totales, et leur systématique la plus complète.

Par ailleurs, il est à noter que parmi ces espèces d'insectes capturés il y cohabite un nombre d'espèces qui sont des ravageurs ainsi que des auxiliaires.

L'étude de l'entomofaune dans deux vergers d'agrume de la région de Chefaa à Blida durant la période expérimentale Mars 2022 – Avril2022 a permis de répertorier 41 espèces d'insectes repartis en 19 familles. Cet inventaire reste incomplet si on se refaire à une étude complète de l'entomofaune et que notre étude est pour objectif d'étudier l'influence des facteurs anthropique sur la répartition des espèces les auxiliaires associés aux agrumes. En effet, Il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

Au totale 41 espèces entomologique ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 12). Du point de vue richesse spécifique, nous pouvons constater que la famille la plus représentées en nombre d'espèces c'est la famille des Aphelinidae avec 6 espèces, suivies par les Mymaridae qui est représentée par 5 espèces et la famille des Braconidae avec 4 espèces. Cependant on compte entre 1 espèce à 3 espèces représentants le reste des familles du tableau 12.

En comparant les effectifs des espèces identifiées on constate une différence entre les deux stations.

Tableau 12. Inventaire des espèces entomologiques dans les deux stations expérimentales.

Ordre	Super Famille	*Famille*	Espèce	Abréviation	Climentine	Citron
Thysanoptera		*Thripidae*	*Heliothrips haemorrhoidalis*	*Hel*	115	154
			Scirtothrips inermis	*Sci*	44	90
Hemiptera	*Aleyrodoidea*	*Aleyrodidae*	*Aleurothrixus floccosus*	*Al*	84	35
			Dialeurodes citri	*Dal*	29	28
	Membracoidea	*Cicadelidae*	*Cicadelidae sp1*	*Cic1*	5	2
			Cicadelidae sp2	*Cic2*	1	4
	Coccoidea	*Diaspididae*	*Mal Prlatoria ziziphi*	*pal*	2	0
	Aphidoidea	*Aphididae*	*Aphididae sp*	*Ap*	35	98
Hymenoptera	*Chalcidoidea*	*Eulophidae*	*Eulophidae sp*	*Eu*	22	28
			Ceranisus menes	*Cer*	1	7
			Citrostichus phyllocnistoides	*Cit*	2	1
		Encyrtidae	*Metaphycus flavus*	*Me*	64	12
		Pteromalidae	*Pteromalidae sp*	*Pt*	1	0
			Pachyneuron sp	*Pac*	19	15
		Aphelinidae	Cales noaki	Ca	63	8
			Aphytis melinus	*Apm*	76	22
			Aphytis chrysomphali	*Apc*	1	0
			Encarcia sp	*En*	0	1
			Aphelinus mali	*Aph*	10	11
			coccophagus sp	Coc	2	3
		Trichogramatidae	*Trichogramatidae sp*	*Tri*	1	0
		Mymaridae	*Gonatocerus sp*	*Gon*	3	2
			Comptoptera sp	*Com*	0	5
			Stethynium triclavatum	*Ste*	2	4
			Alaptus sp	*Apt*	8	3
			Anagrus sp	*Ana*	5	1
	Cynipoidea	*Figitidae*	*Phaenoglyphis sp*	*Pha*	5	1
			Alloxysta sp	*Alo*	10	13
	Scelionoidea	*Scelionidae*	*Scelionidae sp*	*Sc*	68	45
		Platygastridae	*Platygastridae*	*Pla*	16	20
	Ichneumonoidea	*Ichneumonidae*	*Ichneumonidae*	*Ich*	0	2
		Braconidae	*Braconidae sp*	*Bra*	5	7
			Alysinae sp	*Aly*	8	13
			Aphidius sp	*diu*	85	97

			lysiphlibus testaceipes	*Lys*	6	2
	Ceraphronoidea	*Ceraphronoidae*	*Cerapheronidae sp*	*Cer*	1	14
			Megaspelidae sp	*Meg*	3	2
Neuroptera		*Chrysopidae*	*Chrysoperla carnea*	*Chr*	6	6
Coleoptera		*Coccinellidae*	*Scymnus interuptus*	*Sin*	0	1
			Scymnus mediterranes	*Sme*	0	3
			Stethorus punctillum	*Stp*	17	4

4.2. Caractérisation des communautés entomologiques

4.2. Caractérisation des communautés entomologiques

4.2.1. Indices et paramètres écologiques

Les études en écologie portent rarement sur une biocénose entière, du fait des difficultés méthodologiques qu'elles confrontent. On s'intéresse donc seulement au peuplement qui est défini par l'ensemble des populations taxonomiquement voisines, vivant dans une même biocénose à un moment donné (Aulakh et *al*, 2006). Un peuplement est caractérisé par sa composition : c'est-à-dire les espèces qui le constituent, sa structure : comment les espèces sont organisées et sa dynamique qui se traduit par les rapports entre les différentes espèces.

Dans notre approche, nous allons étudier la diversité des espèces entomologiques inventoriées dans deux stations.

4.2.2. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)

Au totale 13 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 12). La comparaison entre les deux stations à montrer que les deux stations ont des peuplements voisins avec un taux 78% des espèces sont en commun

Par ailleurs, la diversité mesurée par l'indice de SHANNON montre une différence significative (p=0) (tableaux 12) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations entre les deux stations d'études. Idem pour la diversité mesuré par l'indice d'EVENNES qui montre une différence significative que soit par la méthode bootstrap ou la permutation respectivement p=0,4 et p=0,5L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les

deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations.

Tableau 13. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques entre les deux stations d'étude.

	Climentine	Citron	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	36	37	0.83	0.863
Shannon H	2.85	2.737	0.028	0.027
Evenness e^H/S	0.4802	0.4174	0.04	0.05
Equitability J	0.7953	0.7581	0.02	0.035

4.3.Abondances relatives et diversités comparées des espèces auxiliaires rencontrées dans les deux vergers

Afin de comprendre les fluctuations des complexes auxiliaires observés dans les deux vergers respectifs, nous avons eu recours à la comparaison des abondances relatives des groupes fonctionnels parasitoïdes et prédateurs.

4.4.3.1. Comparaisons des abondances relatives (figure 12)

Les abondances relatives des différentes espèces parasitoïdes et prédatrices circulantes dans les vergers de clémentiner et de citronnier étudiés sont présentées dans la Figure 21 ,22,23 et 24.

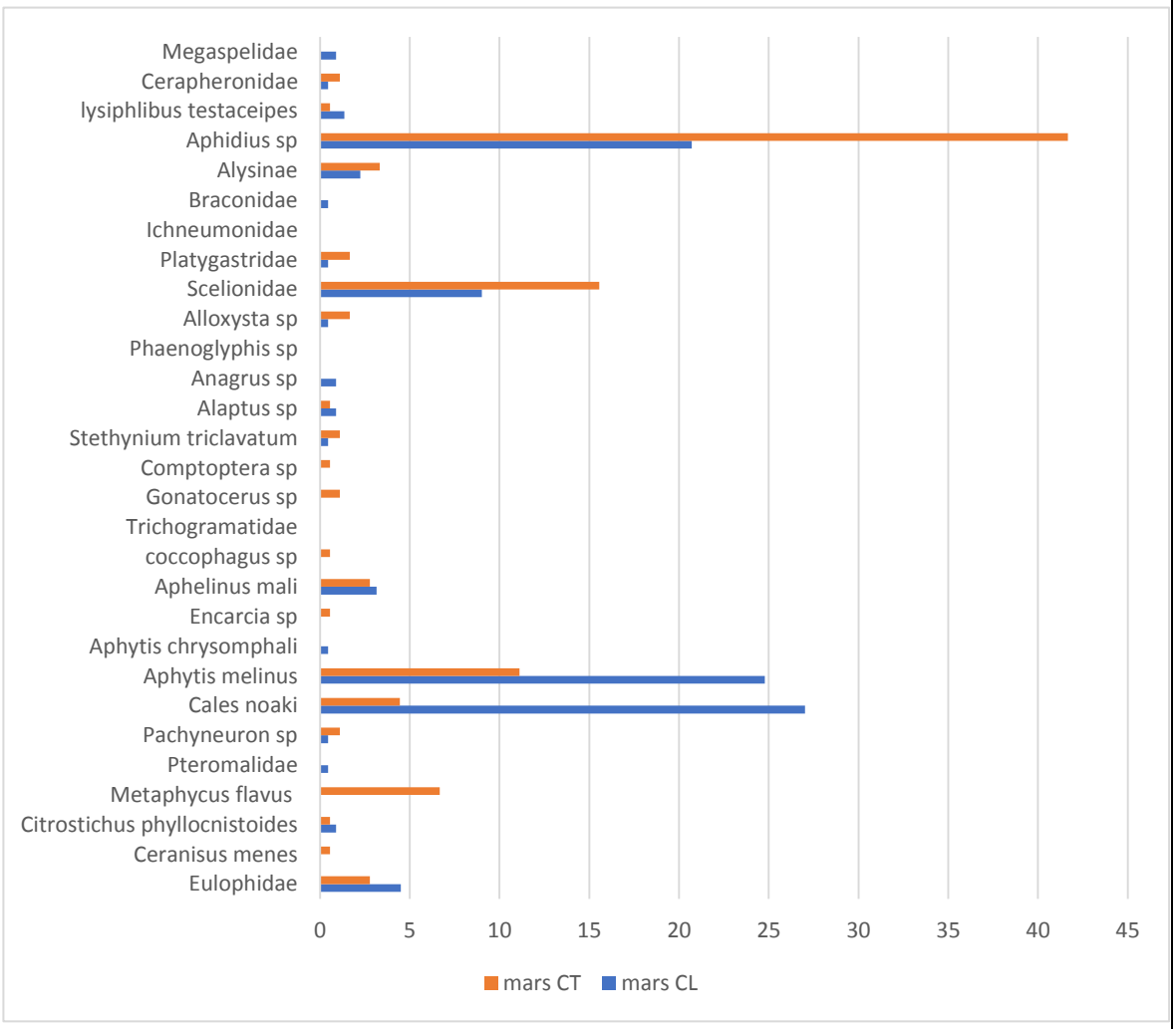


Figure21: abondances relatives des espèces parasitoïdes durant le mois de mars dans les deux vergers.

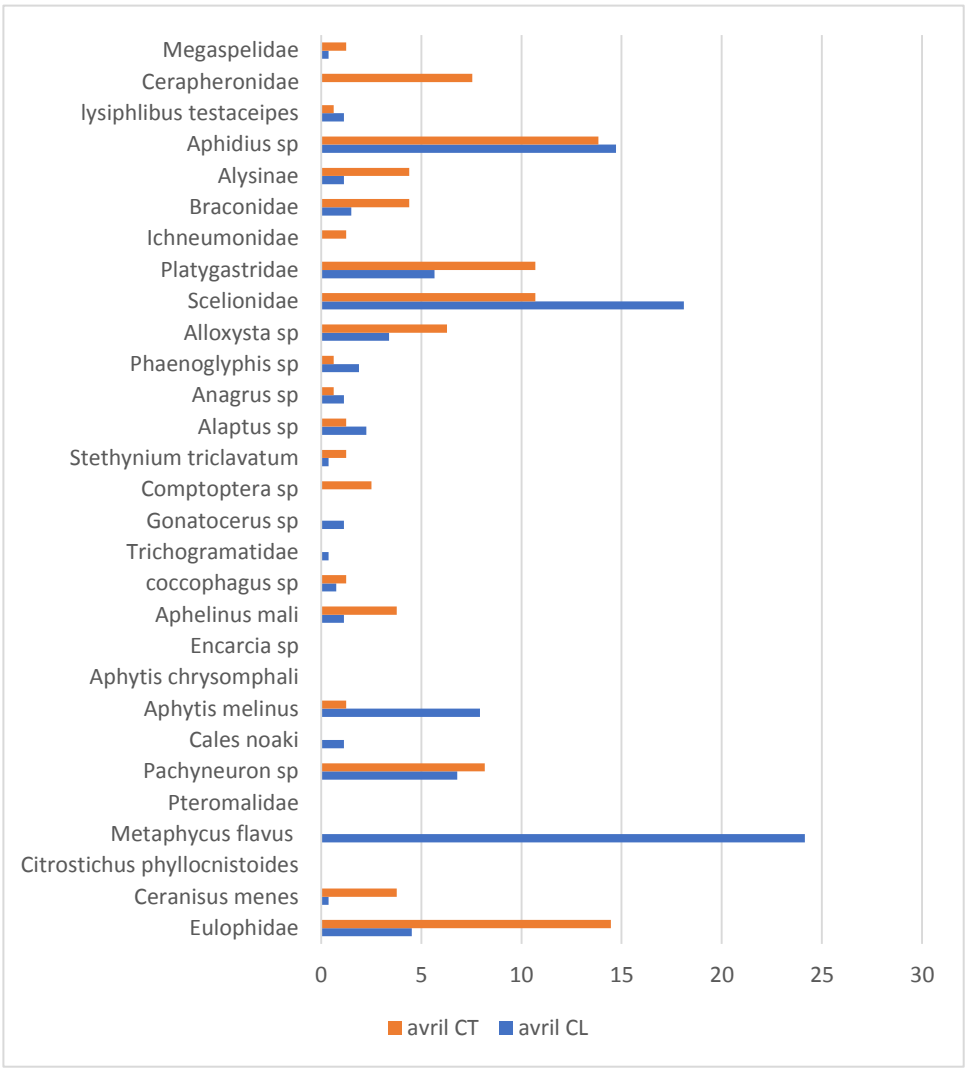


Figure22 :abondances relatives des espèces parasitoïdes durant le mois d'avril dans les deux vergers

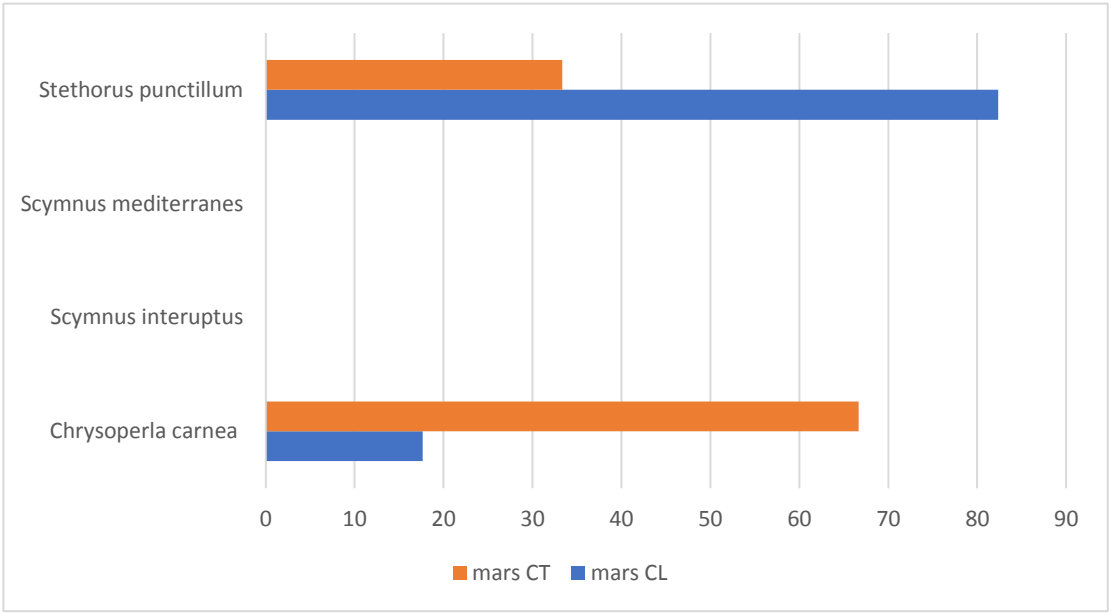


Figure 23: abondances relatives des espèces prédatrices durant le mois de mars dans les deux vergers.

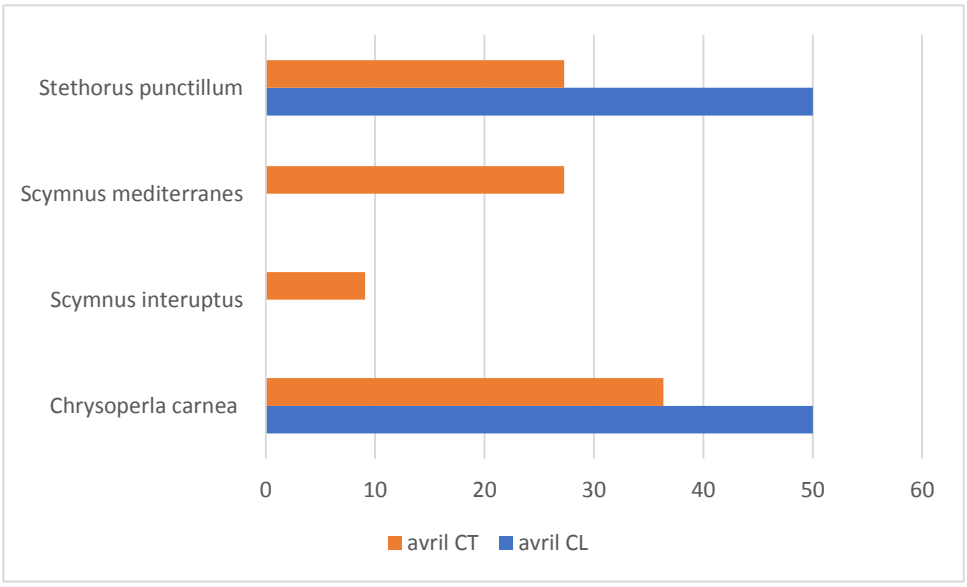


Figure 24 :abondances relatives des espèces prédatrices durant le mois d'avril dans les deux vergers

Durant le mois de mars et avril, l'abondance des espèces parasitoïdes exprime une différence au niveau des deux vergers d'étude. En effet le verger de citronnier pendant le mois de mars présente une prédominance d'une seule espèce à savoir *Aphidius sp* avec un pourcentage de 41,66% contrairement au verger de clémentiner où on

remarque la prédominance de 3 espèces ; *Cales noaki*, *Aphytis milinus* et *Aphidius sp* respectivement avec 27,02 %.24,77%, 20,72 %(Figure 22). Par ailleurs une prédominance caractérise le mois d'avril qui concerne l'espèce *Metaphycus flavus* dans le verger de clémentiner avec un pourcentage de 24,15%(Figure 22).

Contrairement aux parasitoïdes l'abondance des espèces prédatrices n'est différente au niveau des deux vergers au cours des deux mois d'échantillonnage avec une dominance des deux espèces *Chrysoperla carnea* et *Stethorus punctillum (*Figure 23 et 24).

4.4. Diversité entomologique globale.

La matrice des moyennes mensuelles d'abondance des différentes familles et les espèces recensées dans les quatre vergers d'étude au cours des périodes d'échantillonnage a fait l'objet d'une analyse factorielle des correspondances suivie par un cluster analysis.

Les informations apportées par les effectifs des insectes dans les deux vergers contribuent avec 39,94% et 17,82% de la variance respectivement sur le plan d'ordination axe1 et axe2 de la DCA (Figure 26).

Les résultats de la CAH (Figure25) révèlent la présence de cinq groupes caractérisant les deux vergers durant la période d'échantillonnage.

L'assemblage du **premier groupe** caractéristique des deux vergers respectivement clémentine pour la première et la deuxième sortie de moi de mars et la première sortie de moi de mars pour le citronnier est représenté par une forte présence d'une espèce prédatrice : Stethorus punctillum, et 6 espèces parasitoïdes : *Encarcia sp, Aphytis melinus, Citrostichus phyllocnistoides, Aphytis chrysomphali*, *Pteromalidaesp* et *Cales noaki.*

Le deuxième Groupe caractéristique des deux vergers de la wilaya de Blida pour la troisième et la quatrième sortie du verger de clémentinier (fin mars et début d'avril) et la deuxième sortie (fin mars) pour le verger de citronier. Il est représenté par l'abondance de trois espèces ravageurs : *Dialeurodescitri*, *Cicadelidaesp1*, Mal *Prlatoriaziziphi* et neuf espèces parasitoides : *Stethynium triclavatum, Alysinae sp,.Aphelinus mali, Gonatocerus sp, Alaptus sp, Scelionidae sp, lysiphlibus testaceipes, Anagrus sp, Aphidius sp.*

Le troisième Groupe caractéristique pour le verger de clémentiner au cinquième et sixième sortie .il est représenté par quatre espèces, une espèces ravageur *Aleurothrixus floccosus* et trois espèces parasitoides : *Metaphycus flavus, Trichogramatidae, , Phaenoglyphis sp*

Le quatrième Groupe caractéristique de verger de citronnier a la troisième et la quatrième sortie.il regroupe des espèces présentes dans le verger clémentinier aux mois d'avril et Mars avec une abondance de quatre espèces ravageurs (*Heliothrips haemorrhoidalis, Scirtothrips inermis, Cicadelidae sp2, Aphididae sp*) et cinq espèces parasitoides : *Eulophidae sp, Ceranisus menes, Pachyneuron sp, coccophagus sp, Alloxysta sp.*

Le cinquième Groupe qui caractérise le verger de citronnier à la cinquième sortie**.** Il est représenté par une espèce prédatrice : *Scymnusmediterranes*etune abondance de trois espèces parasitoides :*Ichneumonidae sp, Comptoptera sp, Cerapheronidae sp* .

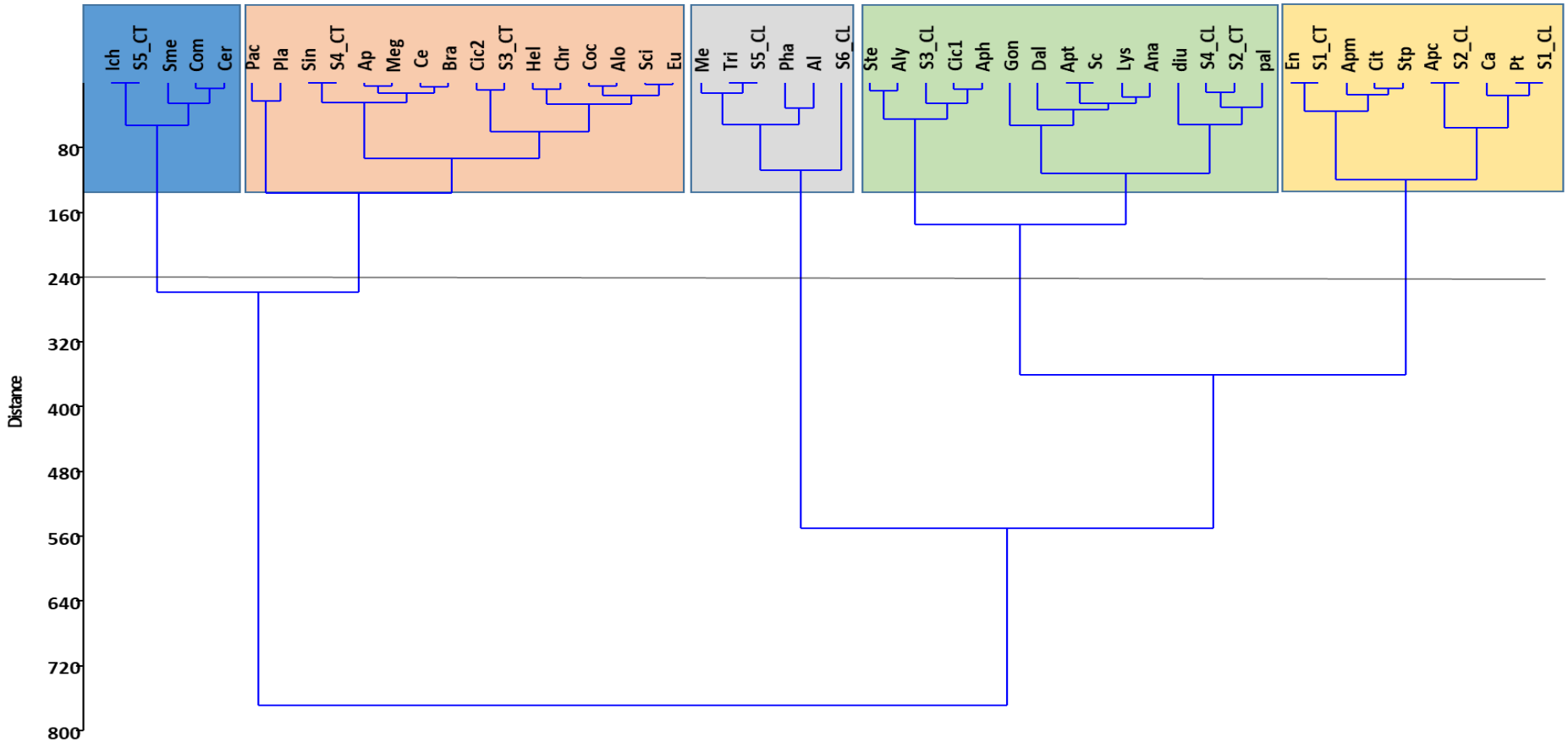


Figure 25. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel CAH.

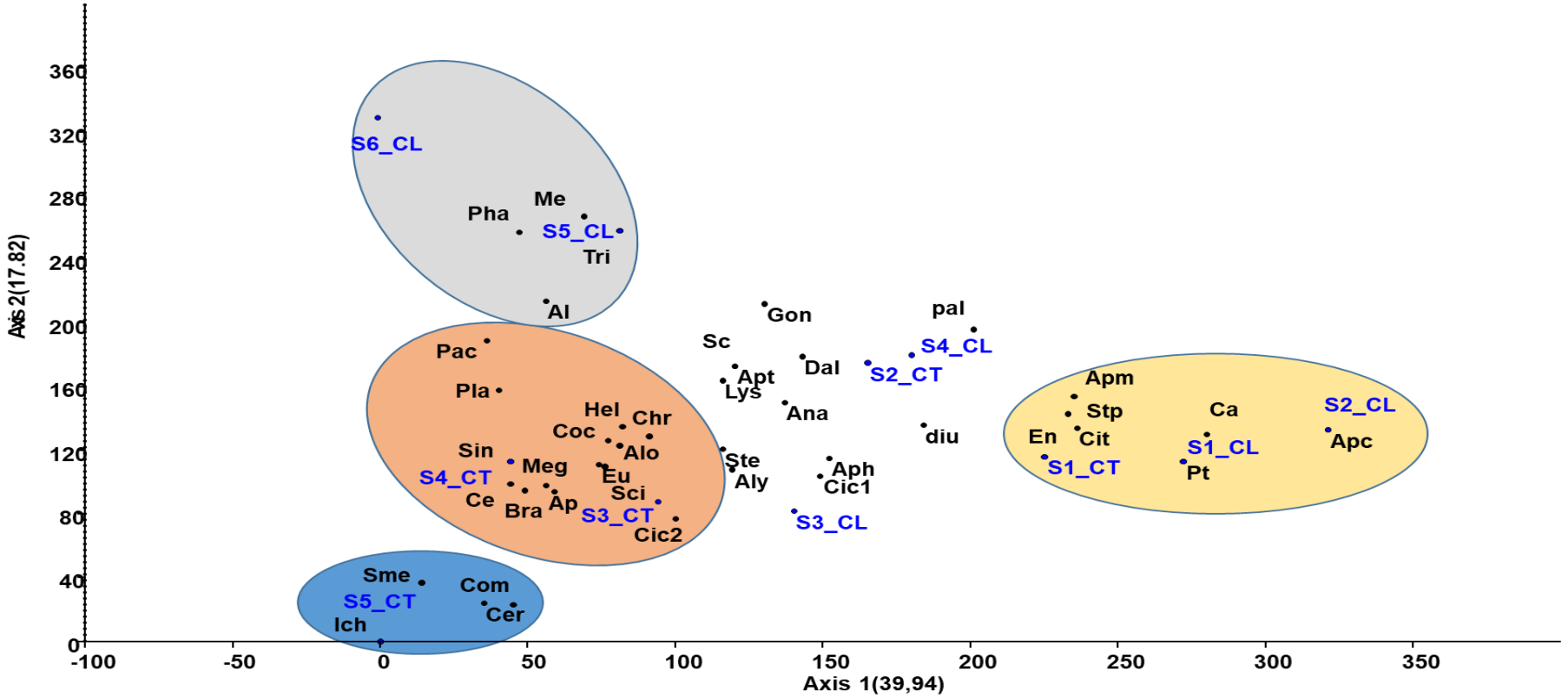


Figure 26. Projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés selon le type de vergers sur le plan factoriel AFC.

4.5.Evolution temporelle des effectifs de l'*Aleurothrixus floccosus et* son parasitoide *Cales noacki*

Le ravageur *Aleurothrixus floccosus* et son principal parasite, *C. noacki*, ont été capturé dans les pièges des deux parcelles échantillonnées. L'évolution des populations était variable en fonction de chacune des parcelles.

La courbe des captures d'*Aleurothrixus floccosus* enregistrées au niveau des deux vergers montre un pics d'importance numérique qui coïncide avec la quatrième sortie. Le nombre des individus capturés est plus important dans le verger de climentine par rapport au verger de citronnier. Les effectifs commencent à régresser la semaine après l'enregistrement de pic (Figure 27)

Concernant son parasitoïdes *Cales noacki* au debut de mars au niveau de verger de clémentine après une semaine on remarque une regression et leurs effectifs reste faible dans les deux vergers (Figure 28).

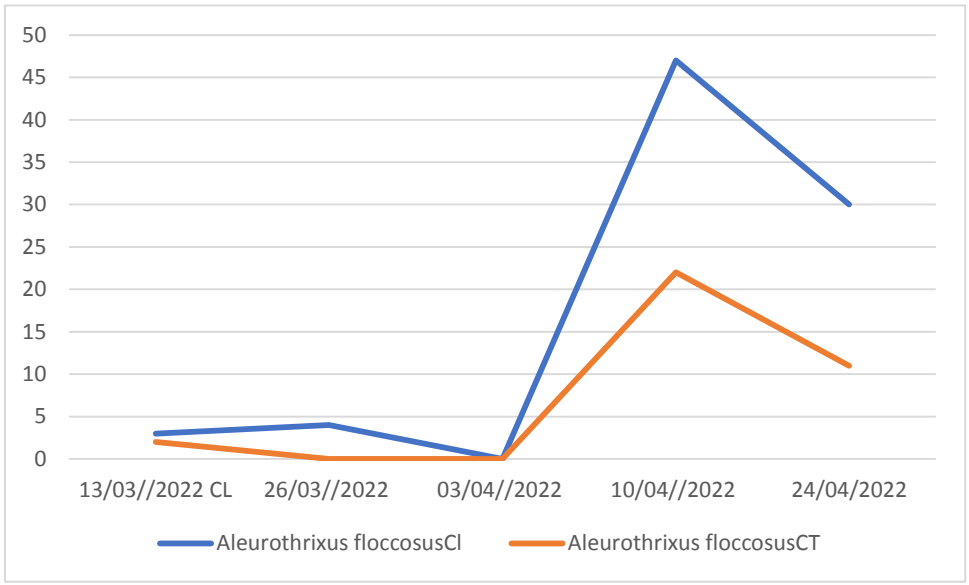


Figure 27. Evolution temporelle des captures d'*Aleurothrixus floccosus* dans les deux vergers

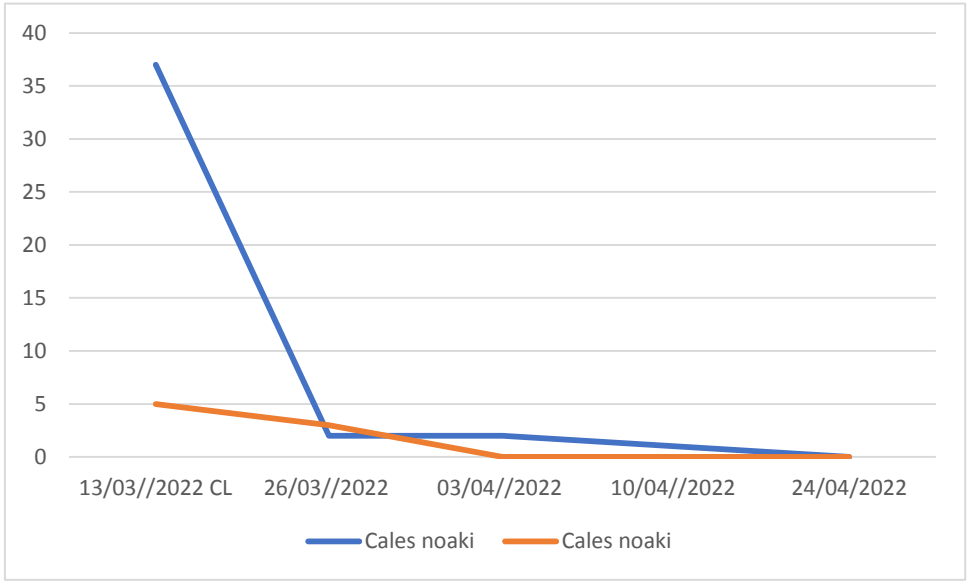


Figure 28. Evolution temporelle des captures *Cales noacki* dans les deux vergers

Discussion générale

L'équilibre de l'écosystème est régi par différents facteurs de nature différente, les plus importants est la régulation naturelle. Les groupements entomologiques, sont tributaires des conditions du milieu dans lequel ils vivent. Le parasitisme, la prédation, et la compétition intraspécifique, sont des phénomènes intrinsèques ; en effet, chaque ravageur possède son propre complexe d'ennemis naturels plus ou moins spécifiques.

L'étude de l'entomofaune dans les deux vergers d'agrume durant les deux mois de mars et avril a permis de répertorier 41 espèces d'insectes repartis 19 familles. Cet inventaire est encore incomplet. En effet, il convient donc de considérer cette étude comme un inventaire préliminaire.

Au totale 41 espèces entomologiques ont été rencontrées dans les deux stations (Tableau 13). La comparaison entre les deux stations à montrer que les deux stations ont des peuplements voisins avec un taux 78% des espèces sont en commun

Par ailleurs, la diversité mesurée par l'indice de SHANNON montre une différence significative (p=0) (tableaux 14) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations entre les deux stations d'études. Idem pour la diversité mesuré par l'indice d'EVENNES qui montre une différence significative que soit par la méthode bootstrap ou la permutation respectivement p=0,4 et p=0,5. L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations.

L'évolution des insectes et leur diversité au cours du temps varie d'un mois à l'autre. Les Hyménoptères parasitoïdes sont souvent présents en faible densité de population dans l'environnement. C'est dans cette optique que nous pouvons interpréter la diminution des niveaux de population par la caractéristique de la plupart des Hyménoptères parasitoïdes qui sont relativement spécialisés et qu'ils agissent sur les populations de leurs hôtes d'une manière dépendante de la densité. En écologie, on qualifie de dépendant de la densité un facteur de mortalité qui s'amplifie avec les populations de proies ou d'hôtes et qui inversement diminue lorsque ces populations diminuent. En conséquence, les niveaux d'équilibre des hôtes et des parasitoïdes sont relativement bas. D'autre part beaucoup d'espèces d'Hyménoptères parasitoïdes soient présentes en basse densité les rend susceptibles aux perturbations environnementales (Lasalle, 1993). Or, parmi ces perturbations, plusieurs sont directement

reliées aux activités humaines. L'utilisation des pesticides est évidement mise en cause ainsi que la présence accrue de poussières dans les zones agricoles ou forestières qui influencer et diminuer le niveau de parasitisme (Balachowsky , 1932).

L'activité des insectes et leurs abondances augmentent progressivement, pendant la période printanière pour atteindre leur maximum vers la fin du mois d'avril, ceci coïncide avec la belle saison, où les températures sont favorables au développement de la plupart des insectes. Ceci a été également montré par plusieurs auteurs : CHABOUSSOU (1975) ; RIDSDILLSMITH et Hall (1984); MACQUEEN et al (1986), qui note que l'activité et le développement des insectes sont maximales au printemps où nous avons remarqué le même rythme d'activité.

Différents facteurs influencent les agrégations des arthropodes ou des peuplements d'arthropodes : La distribution des différents habitats (Sotherton, 1984), Le microclimat (Honek, 1998) ou encore la présence de proies (Bohan et al, 2000). Pour notre cas, nous supposons que la ressource trophique est le facteur expliquant ces variations spatiales. Ainsi nous signalons que la plupart des insectes préfèrent s'installer sur différentes espèces végétales de la strate herbacée(N'Doye ,1975) a noté l'abondance des Hyménoptères Chalcidoidea au niveau de la strate herbacée qui révèlent leur appartenance préférentielle au milieu herbacé.

DAJOZ (1971), explique que la discontinuité et la variabilité du milieu naturel constituent un facteur limitatif essentiel de pullulation des organismes.

L'augmentation de la diversité végétale entraîne une augmentation de la diversité des phytophages et en conséquence de leurs prédateurs et parasites (Southwood et al, 1979 ; Tilman, 1997). D'après BARBAULT (1981), la diversité spécifique des plantes peut être par elle-même une cause importante de la diversité de certains peuplements d'insectes.

La faune auxiliaire constitue l'un des principaux facteurs de limitation des ravageurs.Parmi cette faune, les coccinelles constituent un groupe entomophage susceptible de jouer unrôle important dans la réduction des populations de pucerons et de cochenilles **(**SAHARAOUIet GOURREAU, 1998). Dans toutes les communautés, la prédation constitue la plus manifeste des relations entre populations et constitue un processus écologique essentiel de contrôle des populations et/ou de l'évolution des espèces (Lucas, 2001 ; Lucas, 2005 ; SATO, 2003).

L'hétérogénéité des paysages joue un rôle important dans la dynamique de la biodiversité. Elle favorise la richesse spécifique et l'abondance pour les communautés d'espèces mobiles notamment, elle renforce le service écologique de régulation biologique en permettant d'augmenter la richesse en insectes auxiliaires. Les espèces les plus affectées par les modifications d'hétérogénéité sont les espèces mobiles, spécialistes. Les bords de champs un élément semi-naturels qui jouent un rôle important pour la biodiversité.

Les auxiliaires peuvent coloniser un habitat, mais leur utilité dans la lutte contre les ravageurs dépendra de leur capacité de dispersion dans ce biotope (Tscharntke et al, 2007).

Selon plusieurs auteurs, les auxiliaires généralistes possèdent des capacités de dispersion élevées leur permettant d'échapper temporairement à des milieux perturbés contaminés par des molécules xénobiotiques toxiques ; ces espèces peuvent exister dans différents habitats naturels, semi-naturels et cultivés d'où leur intérêt dans la lutte biologique même dans des situations difficiles (Tscharntke et al, 2007).

La régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs se signale précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages. Plusieurs espèces auxiliaires peuvent être extrêmement vorace (Benrey et al, 1998).

La meilleure connaissance et l'approfondissement des études liées aux produits phytopharmaceutiques avant leur homologation et leur mise sur marché s'avère essentielle pour minimiser leur impact sur les insectes auxiliaires. La priorité est donc approfondir les recherches traitant les mécanismes d'action des substances actives et leurs métabolites non seulement en toxicologie, mais aussi en éco-toxicologie afin de pouvoir évaluer leurs risques écotoxicologiques.

L'étude des populations d'insectes auxiliaires au niveau des vergers agrumicoles a permis de mettre en évidence des caractéristiques importantes. L'une de ces caractéristiques est la différence de sensibilité des espèces aux traitements, ces produits appartiennent aux différentes familles chimiques à savoir les organochlorés, les carbamates et les organophosphorés et leurs actions diffèrent selon la voie de pénétration.

Chez les espèces hyménoptères, les organochlorés est plus toxique par inhalation que par contact, ce qui n'est pas observé avec la plupart des insecticides employés. Au vu du

danger lié à cet insecticide, il ne doit pas être utilisé en pleine floraison et en poussée de sève estivale, pour limiter les risques d'intoxications des espèces parasitoïdes. De plus la caractéristique de la toxicité aigüe des organophosphorés est la rapidité d'apparition des symptômes de neurotoxique et, la mortalité survient rapidement après l'intoxication des individus adultes.

Les prédateurs et les parasitoïdes courent le risque d'exposition à des insecticides qui ne leur sont pas destinés. Nos objectifs consistent à évaluer ce risque sur le terrain et à contribuer à mettre au point des interprétations quantitatives et qualitatives de toxicité pour les deux groupes.

Conclusion

En Algérie, avec une surface approximative de 20%, la région de la Mitidja est considérée comme la première zone agrumicole, en assurant plus de 36% de la production globale. Selon les données statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural.

Cependant plus de 500 millions de kilogrammes de pesticides sont épandus annuellement aux Etats – Unis seulement, Malgré ces applications, il faut bien constater que les dommages causés par les organismes nuisibles n'ont pas diminué depuis les années 40, ils auraient même doublé selon Pimentel 1986. L'utilisation des pesticides chimiques a des effets négatifs sur l'environnement, ce qui comprend la pollution de l'eau, la présence de résidus toxiques dans les aliments et l'impact sur la santé humaine. Elle a contribué à une réduction du potentiel biologique qui se traduit par un nivellement de la diversité génétique des espèces visées, mais aussi des organismes utiles. La lutte chimique a également comme désavantage, le fait que les organismes visés élaborent des mécanismes de résistance par rapport à ces produits. Alors que les êtres humains ont eu l'ingéniosité de mettre au point des milliers de produits de synthèse afin de protéger les cultures, le bétail et la santé humaine, plusieurs espèces nuisibles ont élaboré rapidement une réponse leur permettant de s'adapter à ce nouveau stress : la résistance.

L'exposition continue aux pesticides a conduit à une sélection génétique d'individus capables de réaliser des adaptations biochimiques ou de comportement permettant d'annuler leurs effets toxiques. Plusieurs espèces nuisibles manifestent déjà une résistance complète à tous les produits de synthèse offerts sur le marché.

La destruction des prédateurs et des parasitoides par les pesticides pourrait être neutralisée par le fait que ces ennemis naturels élaborent également des mécanismes de résistance par rapport aux pesticides chimiques .Il pourrait même être avantageux d'utiliser simultanément des pesticides chimiques et des ennemis naturels résistants dans des programmes de lutte intégrée.

Cependant, l'élaboration de mécanismes de résistance semble plus fréquente chez les espèces nuisibles que chez les prédateurs et les parasitoides.

L’utilisation intensive de pesticides, plusieurs espèces nuisibles ont élaboré des mécanismes de résistance par rapport à plusieurs classes de pesticides, ce qui rend l’avenir des composés de synthèse des plus incertains dans les programmes de lutte.

La destruction des prédateurs et des parasitoides par les pesticides pourrait être neutralisée par le fait que ces ennemis naturels élaborent également des mécanismes de résistance par rapport aux pesticides chimiques .Il pourrait même être avantageux d’utiliser simultanément des pesticides chimiques et des ennemis naturels résistants dans des programmes de lutte intégrée.

References bibliographiques

AGBOGBA BC, POWELL W, 2007. Effect of the presence of a nonhost herbivore on the response of the aphid parasitoid Diaeretiella rapae to host-infested cabbage plants. Journal of Chemical Ecology 33:2229-2235.

ANNONYME ,2013 : Production mondiale d'agrumes frais et transformés. Données statistiques annuelles de la FAO. 60Pp.

ANONYME, 1976. "La protection phytosanitaire des agrumes", Ed. Ciba Geigy, Alger, 159 p.

ANONYME, 1995. "Agrumiculture 2", Conduite d'un verger d'agrume, I.T.A.F.V., 60 p.
Anonyme, 2006. Ministère de l'agriculture, statistiques agricoles.

ANONYME, 2013 : Note de veille secteur agrumicole. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Note stratégique n°97. Maroc. Novembre 2013.19 P.

ANONYME, **2018 .** Année de l'agrumiculture : septembre 2017 – septembre 2018.itafv

BAILLAY R., AGUITAR J., FAIURE-AMIOT A., MIMAUDJ et. PATRIEK G., 1980. "Guide pratique de la défense des cultures", Ed. Le Carousel. A.C.T.A, Paris, 419p.
BALACHOWSKY A. ET MENSIL L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leurs destructions. Ed. Hermann et Cie, Tom

BARBAULT, R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris, 200 p.

BARNEY, R. J. ET PASS, B. C., 1986. Ground beetle (Coleoptera- carabidae) population in Kentucky alfalfa and influence oftillage. J. Econ. Entomol. 79: 511- 517.

BELLABAS A., 2012. Rapport de mission. Etude de base sur les Agrumes en Algérie. Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le ProcheOrient. Projet GTFS/REM/070/ITA. ONU pour l'alimentation et l'agriculture. 46p.

BOHAN, D. A., BOHAN, A. C., GLEND, M., SYMONDSON, W.O.C., WILTSHIRE, C.W. ET HUGHES, L., 2000. Spatial dynamics of predation by carabid beetles on Slugs. Journal of Animal Ecology 69: 367- 379.

CHABOUSSOU F., 1975. Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes visà-vis de leurs ravageurs. St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro., Bordeaux, 39 p. Paris, 927 p.

CLOUTIER, C. ET CLOUTIER C. (1992). Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In Vincent, C. et Coderre, D. (réd.), La lutte biologique (chap. 2, p. 19-88). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.

COUSSIN M.T., 1995. ”Phytoplasmoses et phytoplasmes, classification, symptômes et évection”, Phytoma, Défense des végétaux, 472 :22-23.
DAJOZ, R., 2002. Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. LAVOISIER, Tec et DOC., 522 p. -143 Chatenet, G.,1990. Guide des Coléoptères d'Europe. Ed. DELACHAUX et NIESTLE, Paris, 479 p.

ESCARTIN I., 2011 Guide des agrumes. Fondation d'entreprise pour la protection Et la valorisation du patrimoine végétal. L'Institut Klorane. (Consulté le 20 mars 2017).

FABIENNE A., 2002-Les agrumes. Ed. UE, SAEP 68040 ingersheim-Colmar, 69p.

FERHAT M.A., MEKLATI B.Y.ET CHEMAT F., 2010. citrus d'algerie « les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions ». Ed n°5130, Algérie.Fernan (1999).7P.
Hairston, N. G. Smith, F. E. & Slobodkin, L. B., 1960. Community structure, population control and competition. *The American Naturalist*, **44**, 421 –425.

HALAJ J, WISE DH, 2001. Terrestrial trophic cascades: How much do they trickle? American Naturalist 157:262-281.

HAMAS F.2018. Évaluation du potentiel des communautés auxiliaires spécifiques aux écotopes de ravageurs dans des régions agrumicoles d'Algérie. Thèse Mag. Université de Blida .Pp157.

HONEK, A., 1998. The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Araneae) in cereal fields. Ecobiologia 32: 233- 242.

JAMAL, Z., 2008. Application *de Beauveria bassiana contre la punaise terne Lygus lineolaris (palisot de beauvois) (hémiptères: miridés) dans les vignobles*. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 101 p

JOHNSON, M.W.,2000. Conservation of natural enemies. *In* College of Natural Ressources– University of California, Berkeley - Center for Biological Control. *BiologicalControl of Pests*, [En ligne]. http://www.cnr.berkeley.edu/biocon/BC%20Class%20Notes/129 132% 20 Conservation.pdf

LAMPERT EC, BOWERS MD, 2010. Host plant species affects the quality of the generalist *Trichoplusia* ni as a host for the polyembryonic parasitoid *Copidosoma floridanum*. Entomologia Experimentalis et Applicata 134:287-295.

LASALLE J.,1993. Hymenoptera, biodiversity In Lasalle J, Gauld ID (éd) Hymenoptera, and biodiversity. p. 197-215, CAB International, Wallingford.

LOUSSERT R., 1987. Les agrumes, arboricultures. Ed. Mkalles–Mar Roukoz. Liban. Technique scientifique universitaire, 113 p.

MACQUEEN, A., WALLACE, M. M. H. ET DOUBE, B. M.,1986. Seasonal changes in favorability of cattle dung in central Queensland for three species of dung inhabiting insects. Journal of the Australian Entomological Society 25: 23- 29.

MEDEIROS L, MOREIRA GRP, 2005. Larval feeding behavior of Gratiana spadicea (Klug) (Coleoptera : chrysomelidae : cassidinae) on its host plant, Solanum sisymbriifolium Lamarck (Solanaceae): Interaction with trichomes. Coleopterists Bulletin 59:339-350.
N'DOYE, M.,1975. Répartition altitudinale d'une faune entomologique au- dessus d'une prairie. Cahier de L'ORSTOM, Série Biologie X: 35- 39.

OLLITRAULT P, LURO F.,1997. Les agrumes. In: Charrier A, Jacquot M, Hamon S, Nicolas D (eds) Amélioration des plantes tropicales. CIRAD-Orstom, p 623.

PETERMANN JS, MULLER CB, ROSCHER C, WEIGELT A, WEISSER WW, SCHMID B, 2010. Plant species loss affects life-history traits of aphids and their parasitoids. Plos One 5:1-9.

PRALORAN J.C., 1971. "Les agrumes", Ed. Maisonneuve et Larose, France, 565p.
Rebour H., 1966. "Les agrumes", Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.

REBOUR H., 1966. "Les agrumes", Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.

REBOUR H., 1966. "Les agrumes", Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.

RIDSDILL- SMITH, T. J. AND HALL, G. P., 1984. Seasonal patterns of adult dung beetle activity in South- Western Australia. Proc. 4 Th INT. Conf. Med. Ecosystems. Perth 139- 140.

SAHARAOUI L., GOURREAU J. M, 1998- Les coccinelles d'Algérie: Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptères, Coccinellidae).Bulletin de la Société entomologique de France 103 (3): 213-224.

SOTHERTON, N. W.1984. The distribution of predatory arthropods over wintering on farmland. Annals ofapplied Biology 105: 423- 429

SOUTHWOOD T. R. E., BROWN V.K. ET READER P.M. , 1979 - the relationships of plant and insect diversities in succession Bioll J Linn Soc 12 PP 327 – 348.

SWINGLE W. T. ET REECE P. C. 1967. The botany of citrus and its wild relatives. In W.Reuther, L. D. Batchelor & H. J. Webber (Eds.). The Citrus Industry (Vol. 1, pp.130-190): University of California Berkeley.

TSCHARNTKE, T., BOMMARCO, R., CLOUGH, Y., CRIST, T.O., KLEIJN, D., RAND, T.A.,TYLIANAKIS, J.M., VAN NOUHUYS, S. ET VIDAL, S., 2007. Reprint of "Conservation biological control enemy diversity on a landscape scale". Biological control. n°43. p. 294-309.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment (1995). Biologically based technologies for pest control. In Princeton University. Biologically based technologies for pest control, [En ligne]. http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9506/9506.

VOS M, VERSCHOOR AM, KOOI BW, WACKERS FL, DEANGELIS DL, MOOIJ WM, 2004. Inducible defenses and trophic structure. Ecology 85:2783-2794.

WEEDEN, C.R., SHELTON, A.M. ET HOFFMAN, M.P. (2007). Biological Control : A Guide to Natural Enemies in North America, [En ligne]. http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/info/needstatus.html .

WINTER TR, ROSTAS M, 2010. Nitrogen deficiency affects Bottom-Up cascade without disrupting indirect plant defense. Journal of Chemical Ecology 36:642-651.