



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURS ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DEHLEB BLIDA 1

FACULTE DE CSIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES

Thème

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN  
SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

SPECIALITE : Phytopharmacie et Protection Des Végétaux

**VALORISATION DES POTENTIELLES BIOTIQUES DES ESPECES AUXILIAIRES  
SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISEES  
EN LUTTE BIOLOGIQUE DANS DES BIOTOPES AGRUMICOLES ALGERIENNES**

Présenté par : Azzouni Assia

Sidmoun Assia

Devant le jury composé de :

Président : GUENDOOUZ-BENRIMA. A.	Professeur	U. Blida 1
Promoteur : MAHDJOUBI. D.	M.C.B	U. Blida 1
Examinatrice : DJEMAI.I	M.C.B	U. Blida 1
Examineur : HAMAS. F.	Doctorant	U. Blida 1

Année universitaire 2018 /2019

## *Remerciements*

nous remercions avant tout notre **DIEU** qui nous a donné la fois, la force, et le courage pour achever ce travail.

tiens également à présenter nos remerciements les plus sincères à notre promoteur Mr MAHDJOUBI D. pour la confiance qu'il nous accordé en acceptant d'encadrer ce travail, pour ses multiples conseils et pour toutes les heures qu'il a consacrés à diriger cette recherche.

Nos profonde gratitude, tout nos respect s'adresse à Mr HAMAS F. Pour sa bien vaillance et son aide durant la réalisation de ce travail.

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury qui ont consacré une part importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail. Nous sommes honorés que MadameGuendouz-Benrimaait accepté de présider le jury.

Nos remerciements s'adressent également Mlle Djemai A. Technicienne de laboratoire de Zoologie pour l'encouragement.

Pour terminer, nous n'oublierons pas les soutiens constants et les encouragements, de nous famille et de nos amis. Et toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

# *Dédicace*

*A mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs encouragements et leur soutien durant toute ma vie, je leur souhaite le bonheur et la bonne santé.*

*A mes fleurettes mes sœurs Amina et Aicha qui m'ont beaucoup aidé et encouragé que Dieu les garde.*

**Mon soutien dans la vie Mohamed**

A ma sœur ma copine Hanane

A tous mes amis

*A tout qui mon aidé de près ou de loin.*

*ASSIA Sidmoun*

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*à mon marie à mes chères enfants à toues la*

*famille sans exception à toutes mes amis*

## TABLE DES MATIERES

### REMERCIEMENTS

### RESUME

### ABSTRACT

### ملخص

### LISTE DES ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES

### LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....	1
<b>CHAPITRE 1 : PLANTE HOTE.....</b>	<b>3</b>
1. Origines et distribution géographique des agrumes.....	3
2- Systématique .....	5
3.Cycle phénologique.....	5
3.1. La croissance végétative.....	6
3.1.1. Première poussée de sève (Poussée de printemps).....	6
3.1.2. Deuxième poussée de sève (Poussée d'été).....	6
3.1.3. Troisième poussée de sève (Poussée d'automne).....	6
3.2- La fructification.....	7
3.2.1-Développement floral.....	7
3.2.2 Développement des fruits.....	7
4- Exigences des agrumes.....	8
4.1. La température .....	8
4.2. La pluviométrie.....	8
4.3- L'humidité.....	9
4.4- Le sol.....	9

4.5- La pluviométrie.....	9
5- Importance économique .....	9
5.1.Dans le monde .....	10
5.2. En Algérie .....	11
6. Etat phytosanitaire des agrumes.....	12
6.1. Les accidents physiologiques.....	13
6.1.1. Les troubles génétiques .....	13
6.1.2. Les troubles physiologiques.....	13
6.1.3. Les effets des carences et excès des éléments minéraux.....	13
6.2- Maladies et ravageurs.....	14
6.3. Ravageurs des agrume.....	15
<b>CHAPITRE 2 : LES AUXILIAIRES ET ENNEMIS NATURELS REALISANT</b>	
<b>LA LUTTE BIOLOGIQUE .....</b>	<b>23</b>
1. Aperçu historique de la lutte biologique.....	23
2. Les différentes lutttes biologiques .....	24
2.1.La lutte biologique classique ou par importation.....	24
2.2.La lutte biologique par augmentation .....	24
2.3. La lutte biologique par conservation .....	24
3-Les parasitoïdes .....	25
3.1- Les hyménoptère.....	27
4-Les prédateurs .....	29
5- Les réseaux d'interactions écologiques.....	29

5..1- Les interactions multitrophiques dans les agrosystèmes pour la mise au point d'une lutte biologique .....	34
5.2-Notion de cascade trophique .....	36
<b>CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>37</b>
1. Présentation de la région d'étude .....	37
1.2. Présentation des zones d'étude.....	38
1.3.-Caracteristiques climatiques.....	39
1.3.2- Pluviométrie .....	40
1.3.3-Le vent.....	40
1.4-synthèse climatiques.....	41
1.4.1-Diagramme ombrothermique.....	41
1.4.2- Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER) .....	42
2 . Les matériels et méthodes d'étude .....	43
2.1.Matériels utilisées .....	44
.2.2 . Méthodes d'études.....	45
<b>CHAPITRE4 : Résultats et discussions .....</b>	<b>47</b>
1.Etude de l'infestation et de parasitisme des pucerons à HADJOUT et BOUGARA.....	47
2. Caractéristiques des communautés entomologiques.....	48
2.1 . Influence du milieu sur les groupes fonctionne.....	48
3.. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales.....	49
4. Traitement des données et présentation des résultats .....	49
4.1-Inventaire des espèces entomologiques collectées dans les deux stations d'étude.....	49
4.2.Répartition de l'entomofaune dans le verger de Bougara .....	51

<b>4.2.1.L'approche globale</b> .....	51
<b>4.2.2.Cluster analysis</b> .....	53
<b>4.2.3.Indice de diversité de Shannon-Weaver</b> .....	54
<b>4.3.Répartition de l'entomofaune dans le verger de Station de Hadjout.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3.1.L'approche globale</b> .....	54
<b>4.3.2.Résultat de l'AFC</b> .....	55
<b>4.3.3.Cluster analysis</b> .....	55
<b>4.3.4.Indice de Shannon.....</b>	<b>56</b>
<b>4.3.5.Indice de Jaccard (diversities t test)</b> .....	<b>57</b>
<b>5. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)</b> .....	<b>58</b>
<b>DISCUSSION GENERALE</b> .....	<b>58</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>62</b>
<b>ANNEX</b> .....	<b>6</b>
<b>Référence bibliographique</b> .....	<b>73</b>



## RESUME

L'étude de l'entomofaune utile d'évaluer la biodiversité de ces auxiliaires dans deux différents régions de la MITIDJA

Les différents prospection effectuées ont permis d'inventories 17 familles parasitoides avec l'abondances de la familles des aphelinidae et 4 familles des prédateurs avec abondance des coccinellidae ; qui participent d'une manier active à la réduction des espèces phytiphage,

susceptibles d'etre utilisées en lutte biologique des agrumes

Mots clés : lutte biologique , parasitoïdes , prédateurs ,coccinilidae ,aphelinidae , agrume.

## **ABSTRACT**

The study of the entomofaune useful for the purpose of assessing the biodiversity of these auxiliaries in two different regions of MITIDJA

The various surveys carried out allowed to invent 17 parasitoid families with the abundance of the families of aphelinidae and 4 families of predators with abundance of coccinellidae , actively participating in the reduction of phytophage species, which can be used in biological control in citrus .

Key words : biological control , parasitoides , predators , coccinellidae , aphelinidae , citrus .

## ملخص

دراسة التجمعات الحشرية مفيدة لغرض تقييم التنوع البيولوجي لهؤلاء المساعدين في منطقتين مختلفتين من متيجة و سمحت الدراسات الاستقصائية المختلفة التي أجريت باختراع 17 اسرة طفيلية مع وفرة اسرة الافيلينيدي و 4 اسر من الحيوانات المفترسة التي لديها وفرة من الدعسوقة المشاركة بنشاط في الحد من أنواع اكلات النباتات و هته الأخيرة يمكن استخدامها في مكافحة البيولوجية في الحمضيات .

الكلمات المفتاحية

Aphelinidae, coccinilidae, prédateurs. الطفيليات. مكافحة البيولوجية.

Liste des figure :

<b>Figure.1.</b> Origine et distribution géographique des agrumes (Anonyme, 2006).....	3
<b>Figure.2.</b> la production et la repartition des superficies des agrumes selon la variété dans le monde l'année 2015 (Anonyme ,2016).....	9
<b>Figure3.</b> production et exportation des agrumes au niveau mondial (Anonyme ,2016).....	10
<b>Figure .4.1.</b> Puceron vert <i>Aphispiraeocola</i> . (Gourmel,2014) .....	15
<b>Figure.4.2.</b> Puceron noir <i>Toxoptercitricida</i> (Gourmel,2014).....	15
<b>Figure.4.3.</b> <i>Aleurothrixus floccosus</i> adultes et leurs pontes en cercle.(Gourmel 2014).....	16
<b>Figure 4.4.</b> mâle et femelle de <i>Parlatori ziziphi</i> sur une feuilles d'agrumes.(Englberger,2002).....	18
<b>Figure 4.5.</b> Dégâts de la mineuse sur une feuilles d'agrume (Biche,2012).....	20
<b>Figure.5.1.</b> Représentation schématique des différentes étapes impliquées dans le fonctionnement d'une interaction hôte –parasitoïde ( Vinson 1975).....	25
<b>Figure.5.2.</b> (a,b,c) quelque espèces d'Aphelinidae.....	27
<b>Fig.5.3.</b> <i>Aphidius matricariae</i> (original 2019).....	27
<b>Figure 5.4.</b> Synthèse des interaction ravageurs-auxiliaires-flore en verger d'agrume (Olivier 2014).....	31
<b>Figure.6.1.</b> carte géographique de la Mitidja(Anonyme 2006).....	35
<b>Figure.6.2.</b> Situation de site expérimental de la région de Tipaza (Google Earth, 2019).....	36
<b>Figure.6.3.</b> photo de verger d'étudeTipaza(originale 2019).....	36

<b>Figure.6.4.</b> Situation de site expérimental de la région de Blida (Google Earth 2019).....	37
<b>Figure.6.5.</b> photo de verger d'étude de Blida (originale 2019).....	37
<b>Figure.6.6.</b> Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza de campagne 2018-2019.....	39
<b>Figure.6.7.</b> Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida de campagne 2018-2019.....	40
<b>Figure.6.8.</b> Localisation de la wilaya de Tipaza et Blida dans le climagramme D'EMBERGER .....	40
<b>Figure6.9</b> :plaque engluée sur arbre(originale).....	42
<b>Figure.6.10.</b> pots jaune sur arbre(originale).....	43
<b>Figure.6.11.</b> Matériels utilisées au laboratoire.....	43
<b>Figure.6.12.</b> materiels utilisés au laboratoire.....	43
<b>Figure.6.13.</b> Le taux d'infestation et le taux de parasitisme des deux vergers par les pucerons.....	45
<b>Figure.6.14.</b> nombre effectifs de chaque groupe trophique.....	47
<b>Figure 6.15</b> :projection des variables des abandances des peuplements d'insectes inventoriés de Bougara sur le plan factoriel AFC.....	51
<b>Figure 6.16</b> :projection des variables des abandances des peuplements d'insectes inventoriés de Bougara sur le plan factoriel CAH.....	52
<b>Figure 6.17</b> :projection des variables des abandances des peuplements d'insectes inventoriés de Hadjout sur le plan factoriel AFC.....	53
<b>Figure 6.18</b> :projection des variables des abandances des peuplements d'insectes inventoriés de Hadjout sur le plan factoriel CAH.....	55
<b>Figure 6.19</b> Ajustement des fluctuations des abandances des communautés entomologiques au model Motomura dans les deux régions d'études.....	58
<b>Figure A.1.</b> les déférents type de des agrumes.....	64

<b>Figure A2</b> .Cycle biologique de pou de californie avec son parasitoïde <i>Aphytis milinus</i> .....	65
<b>Figure B1.</b> (a,b) :colonies d' <i>Aphis spiraecola</i> sur feuille d'agrume ; (c) colonie de <i>Toxoptera citricida</i> sur feuille d'agrume ; (d) momies des pucerons sur rameau d'agrume (originale 2019).....	66
<b>Figure C1.</b> <i>Aleurothrixus floccosus</i> adultes sur feuille d'agrume (originale 2019).....	66
<b>Figure C.2.</b> pontes d' <i>Aleurothrixus floccosus</i> sur feuille d'agrume (originale 2019)...	67
<b>Figure D1.</b> Pou noir : <i>Parlatoria ziziphi</i> r sur feuille d'agrumes (originale 2019).....	67
<b>Figure E1.</b> Dégâts de la mineuse : <i>Phyllocnistis citrella</i> sur les feuilles d'agrumes (originale 2019).....	67
<b>Figure F.</b> Espèces de la famille des Coccinellidae : (a) <i>Chilocorus bipustulatus</i> ; (b) <i>Clitostethus arcuatus</i> ; (c) <i>Coccinella septempunctata</i> ; (e) <i>Stethorus</i> <i>Punctillum</i> ; (f) <i>Coccinella</i> sp ; (g) <i>Platynaspis luteorubra</i> ; (h) ; (i) larve de <i>Scymnus</i> sp (j) larve de <i>Coccinella septempunctata</i> . (Original ; 2019).....	68
<b>Figure G.</b> Espèces de sous-ordre <i>Neuroptera</i> : (a,b) <i>Semidalis aleyrodiformis</i> ; (c) <i>Chrysoperla carnea</i> (Originale ; 2019).....	69
<b>Figure H.</b> Espèces de la famille des Braconodae : (a,b,c,d) Braconidae sp ; (e) <i>Aphidius</i> sp (Originale ; 2019) .....	69
<b>Figure I1.</b> Espèces de la super famille de Scilionodea : (a) platygastridae ; (b) Scilionidae. (Originale ; 2019).....	70
<b>Figure J1.</b> Espèces de la famille des Mymaridae: (a) <i>Gonatocerus</i> sp; (b) <i>Stethynium triclavatum</i> ; (c) <i>Anagrus</i> sp (d); <i>Alaptus</i> sp (original, 2019).....	70
<b>Figure K1.</b> Espèce de la famille des Aphelinidae : (a) <i>Aphelinus mali</i> ; (b) <i>Aphytis hispanicus</i> ; (c) <i>Aphytis milinus</i> ; (d) <i>Cales noaki</i> ; (e) <i>Encarsia</i> sp (original ; 2019).....	71

<b>Figure L1.</b> espèce de la famille des Encyrtidae <i>Metaphycus flavus</i> (originale ; 2019).....	71
<b>Figure M1.</b> Adulte de <i>Citrostichus phyllocnistoides</i> (Chalcidoïdea, Eulophidae) Parasitoïde de la mineuse des feuilles d'agrumes <i>Phyllocnistis citrella</i> (Originale, 2019).....	72
<b>Figure N1.</b> Espèce de la famille des Diaspididae : Mal <i>Parlatoria ziziphi</i> (originale ; 2019).....	72
<b>Figure O1.</b> Espèce de la famille des Thripidae : thripidae sp (originale ; 2019 ).....	73

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Tipaza. (c°).....	38
<b>Tableau.2.</b> Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Blida 2018 -2019 (c°).....	39
<b>Tableau.3.</b> précipitation mensuelle de Tipaza 2018-2019 .(mm).....	39
<b>Tableau.4.</b> précipitation mensuelle de Blida 2018-2019 . (mm).....	39
<b>Tableau 5:</b> Le taux d'infestation et le taux de parasitisme des deux vergers par les pucerons.....	46
<b>Tableau 6</b> : .Nombre d'effectifs de chaque groupe trophique des deux stations.....	47
<b>Tableau 7</b> : Inventaires des espèces d'insectes piégées dans les plaques engluées au niveau des deux vergers d'études.....	49
<b>Tableau 8</b> :indice de channon.....	53
<b>Tableau 9</b> : Indice de Shannon .....	55
<b>Tableau10</b> : .les .valeur de l'indice de Jaccard.....	56



## INTRODUCTION

Les agrumes occupent la première place des productions fruitières dans le monde avec 2 millions de tonnes produites en 2015 (FAO, 2016).

La productivité des agrumes est influencé par l'attaque des différents bioagresseurs ; notre étude présente l'un des solutions permettant de lutter contre ces ravageurs par la lutte biologique, qui est le contrôle d'un ravageur par un ennemi naturel, est naturellement présente dans la plupart des écosystèmes. Elle peut être utilisée volontairement, en agriculture, entre autres, en remplacement des pesticides conventionnels. Elle est beaucoup plus écologique mais a également des coûts d'application substantiellement plus élevés. De nombreuses applications de la lutte biologique ont eu lieu dans le passé, avec succès ou non. Au Algérie, elle est de plus en plus utilisée mais il est légitime de se demander si elle est applicable dans les conditions particulières de la province, soit environnementales, sociales et économiques. Bien que certaines lacunes soient présentes, surtout au niveau économique. Il reste néanmoins du travail à faire, surtout au niveau de la sensibilisation et des ressources disponibles pour les agriculteurs. Il est finalement recommandé de mettre sur pied un organisme gouvernemental provincial pour encourager la lutte biologique et en faciliter l'applicabilité.

Il s'agit donc de gérer le système agricole pour que les insectes nuisibles aient de la difficulté à trouver leurs hôtes et que les ennemis naturels soit suffisants pour maintenir la pression phytosanitaire en dessous d'un seuil économique critique. Pour ce faire, la phytoprotection en production biologique est basée sur deux fondements : la biodiversité et la prévention. Dans un système agricole de gestion biologique, une plus grande biodiversité favorisera un réseau trophique plus complexe( Boisclair et Estevez,2006) .

Selon Gourmel (2014) les auxiliaires de culture se différencient selon leur mode d'attaque : prédateurs ou parasitoïdes : - Les prédateurs recherchent activement leurs proies en les poursuivant ou en les piégeant pour les consommer. Le stade prédateur peut être l'adulte et/ou la larve.

-Les parasitoïdes Les auxiliaires parasitoïdes pondent des œufs sur ou à l'intérieur des ravageurs hôtes. La larve de l'auxiliaire va alors se développer aux dépens de l'hôte provoquant soit l'interruption du développement du ravageur, soit la mort de ce dernier.

Le présent travail met en évidence l'étude de l'entomofaune de deux régions l'un à TIPAZA et l'autre à BLIDA.

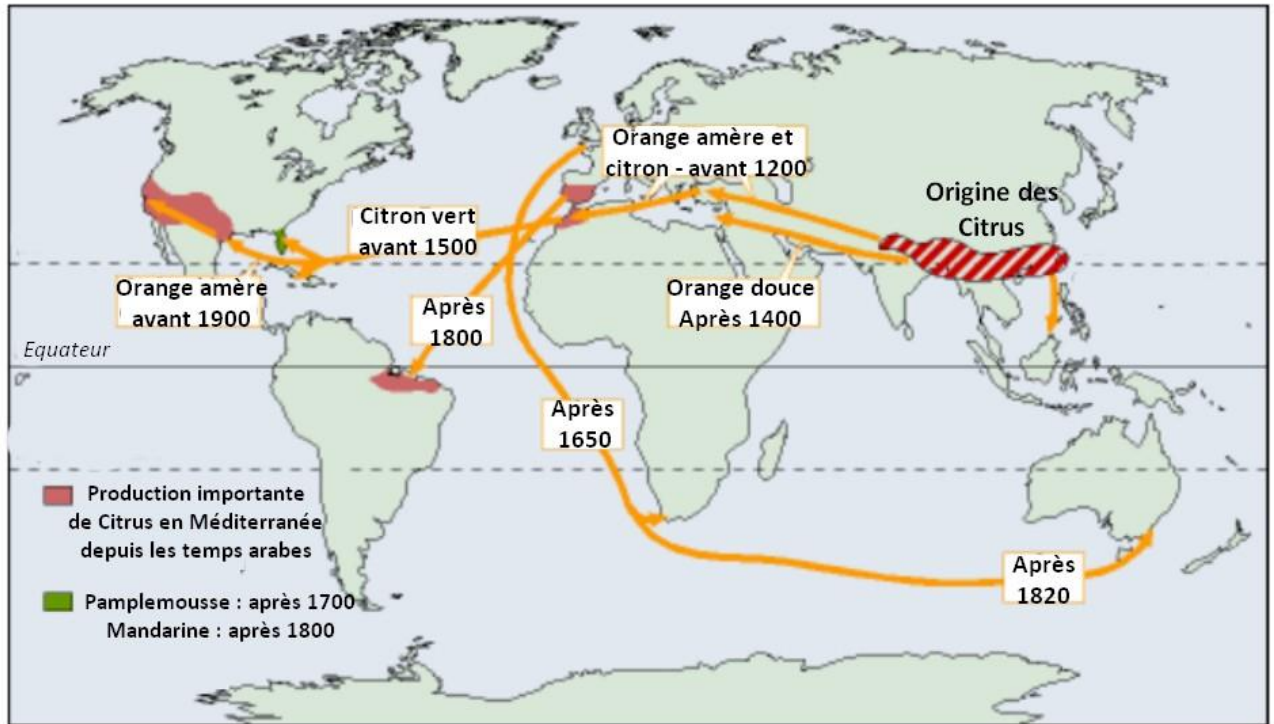
Pour développer la thématique de notre travail nous allons d'abord montrer la culture des agrumes (état phytosanitaire, importance économique et la lutte biologique) par une recherche bibliographique, nous exposerons ensuite notre démarche de travail par une partie matériel et méthode, Suivit par d'une partie résultats et discussion et à la fin nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

## CHAPITRE 1 : PLANTE HOTE

Le mot agrume est un nom collectif masculin pluriel désignant les fruits comestibles et par extension les arbres qui les porte et qui appartiennent au genre *Citrus* (Loussert, 1985).

### . Origines et distribution géographique des agrumes

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que le pool génétique original des agrumes a pris naissance au Sud-Est asiatique il y a plusieurs millénaires. Les études phylogénétiques par Scora (1975) et Barrett et Rhodes (1976) ont suggéré que la diversité des agrumes se structure uniquement autour des trois espèces "vraies" : pamplemoussiers *C. maxima* (L.) Osb. mandariniers (*C. reticulata* Blanco) et cédratiers (*C. medica* L.). La différenciation entre ces taxons sexuellement compatibles s'explique par un processus de fondation dans trois zones géographiques (pamplemoussiers : archipel malais et Indonésie, cédratiers : Nord-est de l'Inde et régions voisines de Birmanie et de Chine, mandariniers : Vietnam, la Chine du sud et le Japon (Webber et al., 1967) et par une évolution allopatrique (spéciation qui a lieu quand deux populations ou plus d'une espèce sont physiquement séparées ainsi elles ne peuvent pas se croiser) (Nicolosi et al., 2000). Des études moléculaires récentes ont conclu à l'implication d'un quatrième taxon additionnel ancestral, *C. micrantha* Wester (Nicolosi et al., 2000; Froelicher et al., 2011). L'apparition des autres espèces cultivées : orangers, bigaradiers, citronniers, pomelos, limettiers, a eu lieu ensuite par hybridation entre ces taxons de base mis en contact par les échanges commerciaux et les migrations humaines (Herrero et al., 1996b; Federici et al., 1998; Ollitrault et al., 1999; Nicolosi et al., 2000). Alors que les origines asiatiques des oranges et mandarines ou méditerranéenne de la clémentine sont bien établies, on sait depuis cette année seulement que le citron jaune est né en Méditerranée d'un mariage entre le cédrat (parent mâle) et la bigarade (parent femelle) INRA (2016) (Figure1).



**Figure.1.** Origine et distribution géographique des agrumes (Anonyme, 2006)

## 2- Systématique

D'après Jacquemond et al., (2009) beaucoup de travaux ont été réalisés au cours du XXème siècle afin de classer les différentes variétés et espèces, il est admis que les agrumes se répartissent en trois genres botaniques, compatibles entre eux : *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*. Ces trois genres appartiennent à la tribu des Citreae. Les *Poncirus* ne produisent pas de fruits consommables, mais sont utilisés comme porte-greffe car ils confèrent certaines résistances intéressantes. Les *Fortunella* produisent des petits fruits qui se dégustent avec la peau. Enfin, le genre *Citrus* qui regroupe la plupart des espèces d'agrumes cultivés et renferme suivant les taxinomistes, entre 16 (Swingle et Reece, 1967) et 156 espèces (Tanaka, 1961). D'après Praloran (1971) la position taxonomique des agrumes, selon Swingle est celle indiquée comme suite :

**Règne** : Végétale

**Embranchement** : Angiospermes

**Classe** : Eudicotes

**sous classe** : Archichlomydeae

**Ordre** : Germinale (Rutales)

**Famille** : Rutaceae

**Sous-famille** : Aurantioideae

**Tribus** : Citreae

**Sous-tribu** : Citrinae

**Genre** : Poncirus, Fortunella et Citrus

### **3.Cycle phénologique**

Les agrumes représentent un cycle annuel dont les étapes ne sont pas aussi marquées que chez les espèces fruitières à feuilles caduques, où on distingue les étapes suivantes :

#### **3.1. La croissance végétative**

L'activité végétative des agrumes commence à se manifester quand la température se manifeste sur les jeunes ramifications (rameaux) dites poussées de sève au cours de trois périodes : la température atteint 12°C et se poursuit jusqu'à 35°C 36°C (Loussert R. ,1985 et Blondel L.,1959) . Selon les mêmes auteurs, la croissance se distingue durant l'année :

##### **3.1.1. Première poussée de sève (Poussée de printemps)**

Dès la fin de février jusqu' au début mai, les ramifications s'allongent et développent des jeunes feuilles de coloration verte claire sur ces nouvelles poussées apparaissent en avril et mai les organes fructifères.

##### **3.1.2. Deuxième poussée de sève (Poussée d'été)**

Du mois de juillet à août se développent des nouvelles poussées qui sont en générale moins importantes que celles de printemps et d'automne.

##### **3.1.3. Troisième poussée de sève (Poussée d'automne)**

Du mois d'octobre à la fin de novembre, elle assure le renouvellement du feuillage. Ces poussées sont les résultats de trois flux de sève qui commandent le développement végétatif de l'arbre et qui résultent d'une intense activité d'absorption au niveau du système racinaire et une intense frondaison. Les arbres ne subissent

pas les phénomènes de dormance mais seulement un ralentissement de l'activité végétative.

## **3.2- La fructification**

### **3.2.1-Développement floral**

Les principales étapes du développement floral sont: la floraison, la pollinisation et la fécondation.

- **La floraison**

Elle s'étale de fin Mars au début Mai : chez certaines espèces, la floraison peut être échelonnée durant toute l'année. C'est le cas des limettiers et des cédratiers. Par ailleurs, (Praloran, 1971 cité par Berrighi, 2007), rapporte que la proportion des fleurs qui donnent des fruits atteignant la maturité est faible, en effet 1% des 60000 fleurs suffisent pour assurer une récolte de 100 kg/arbre.

- **Pollinisation**

Lors de la pleine floraison, les anthères des étamines s'ouvrent et laissent échapper les grains de pollen, ces derniers sont transportés par le vent ou par les insectes, particulièrement les abeilles. Le développement parthénocarpique du fruit est déclenché par la germination du grain de pollen sur le stigmate sans qu'il y ait une fécondation complète (Ghelamallah, 2005).

- **Fécondation**

Les espèces et les variétés riches en pépins assurent la fécondation complète. Après que la germination du pollen est réalisé, le stigmate, le germe de pollen se développe dans le stylet et se termine par la fusion des deux gamètes (Anthérozoïde, Oosphère), c'est la phase ultime de la fécondation (Matmati, 2005) .

### **3.2.2 Développement des fruits**

Les étapes du développement sont: la nouaison, le grossissement et la maturation.

- **La nouaison** : C'est la première étape du développement du fruit juste après la fécondation (Ghelamallah, 2005).

- **Le grossissement** : Etape rapide (Mai -Juin) qui nécessite de l'eau et des éléments nutritifs (N) afin d'obtenir un bon calibre et une bonne qualité du fruit (Matmati, 2005).
- **La maturation** : Cette étape s'effectue pendant la période échelonnée entre Juillet et Septembre, le fruit poursuit leur développement en grosseur pour atteindre en Octobre son calibre définitif (Loussert, 1989 ; Praloran, 1971 cité par Berrighi, 2007).

#### 4- Exigences des agrumes

La culture des agrumes exige un bon choix de l'emplacement, la météorologie du milieu, la qualité de sol et les ressources en eau.

##### 4.1. La température

D'après Loussert (1985) , les températures moyennes favorables à la culture des citrus sont de l'ordre de 10°C à 12° C en hiver et variant entre 22°C et 24°C pour la période estivale, avec un optimum de végétation oscillant entre 22°Cet26°C.

Le même auteur, signale que les basses températures hivernales et printanières, ainsi que les températures dépassant 36°C provoquent un arrêt de végétation. Les oranges offrent une plus ou moins grande résistance au froid selon les variétés. Les citronniers sont plutôt les plus sensibles aux froids hivernaux et printaniers.

##### 4.2. La pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition d'écosystème terrestre.

Selon Rebour (1966) et Praloran (1971) , que ce soit dans le sud-est asiatique, berceau de l'agrumiculture caractérisé par une pluviométrie qui peut atteindre 1200 mm/an, ou dans la région méditerranéenne dont la pluviométrie annuelle est générale de 600 à 1200 mm, cette quantité d'eau reste toujours au dessous des exigences de l'agrumiculture, d'où le retour à l'irrigation devient une étape obligatoire.

En dépit des quantités globales des pluies, la distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'intensité de l'évapotranspiration potentielle jouent un rôle régulateur des activités biologiques.

### **4.3- L'humidité**

L'humidité élevée est un facteur non négligeable, qui dans certaines circonstances peut endommager l'arbre et la production et cela en favorisant les attaques des champignons et des ravageurs (LOUSSERT R. ,1985) et (REBOUR A., 1966). Une humidité basse (ou insuffisante) provoque une intense respiration du végétal et ainsi les besoins en eau augmentent (LOUSSERT R. ,1985).

### **4.4- Le sol**

L'obtention des bons rendements est fonction en grande partie de la nature du sol, tous les autres facteurs étaient évidemment remplis. La qualité physique du sol est prépondérante, la perméabilité se classe en tête, puisque les sols mal aérés ne permettent pas la plantation d'agrumes en entravant leur développement. Nous savons que les plus beaux vergers sont implantés dans les terres légères à structures convenables (Muting ,1977).

L'Algérie est défavorisée à cet égard hormis quelques zones littorales (littorale d'Alger, de Mostaganem et d'Annaba), les autres régions possèdent

### **4.5- La pluviométrie**

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition d'écosystème terrestre.

Selon( Rebour (1966) et( Praloran (1971), que ce soit dans le sud-est asiatique, berceau de l'agrumiculture caractérisé par une pluviométrie qui peut atteindre 1200 mm/an, ou dans la région méditerranéenne dont la pluviométrie annuelle est générale de 600 à 1200 mm, cette quantité d'eau reste toujours au dessous des exigences de l'agrumiculture, d'où le retour à l'irrigation devient une étape obligatoire.

En dépit des quantités globales des pluies, la distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'intensité de l'évapotranspiration potentielle jouent un rôle régulateur des activités biologiques.

## **5- Importance économique**



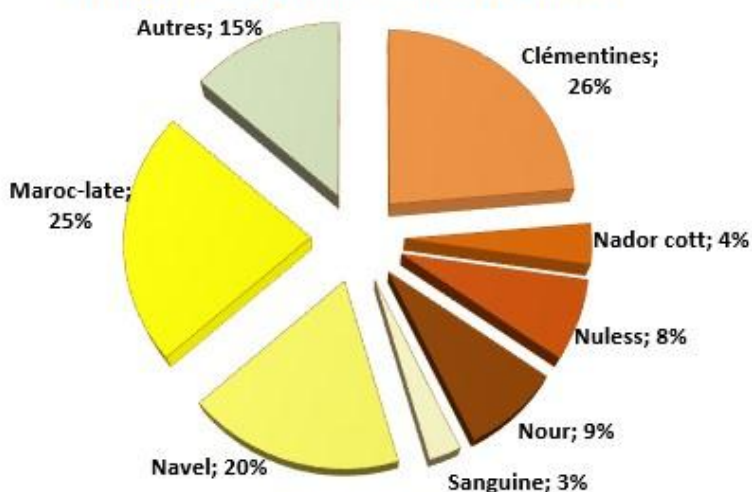
Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en terme de valeur en commerce international ; cette importance est justifiée par leur :

- ❖ Consommation comme des produit frais ou après leur transformation (jus ; sirop,...etc.) ;
- ❖ Grande qualité nutritive riche, en vitamine C, B6, et constituent une source de fibres d'acide ascorbique et folique, du potassium et du calcium ;
- ❖ bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (ITAFV, 2014).

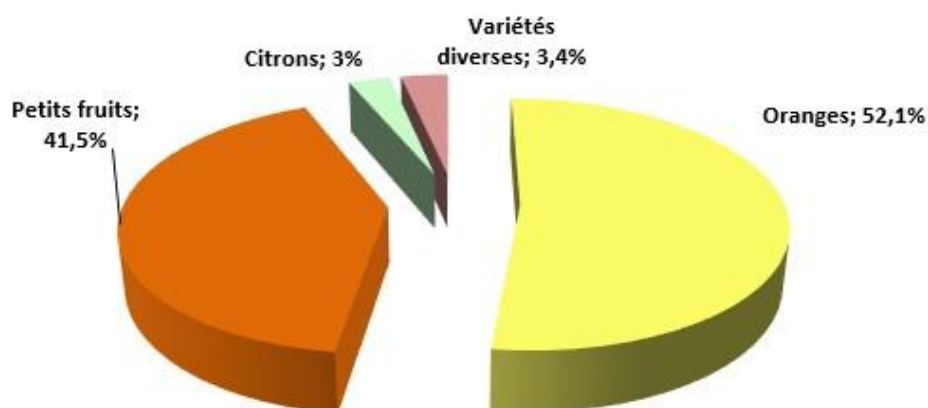
### **Dans le monde**

La culture des agrumes a pris naissance il y a probablement 4000 ans dans les régions subtropicales du continent asiatique et de l'archipel Malais. Le commerce international des agrumes frais a débuté il y a deux siècles environ(Figure2).

### Structure de la production des agrumes



### Répartition de la superficie des agrumes par variétés



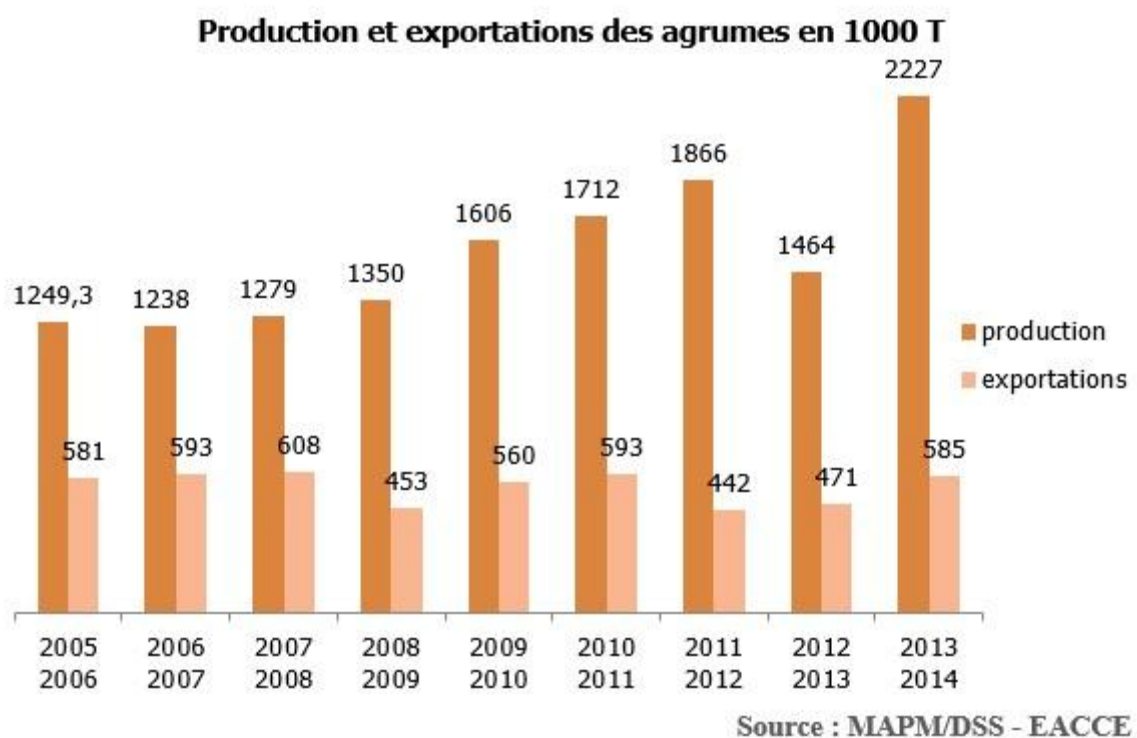
Source : MAPM/DSS

**Figure.2.** la production et la repartition des superficies des agrumes selon la variété dans le monde l'année 2015 (Anonyme ,2016)

Aujourd'hui cultivés sur plus de 3 millions d'hectares et dans plus de 100 pays aux climats tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, les agrumes constituent la principale culture fruitière dans le monde. L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes. Un autre facteur expliquant l'importance de l'agrumiculture à l'échelle mondiale réside dans la valeur thérapeutique des fruits d'agrumes et la conscience de leurs bienfaits pour la santé. La libéralisation du commerce ainsi que les avancées technologiques en matière de stockage et de transport, ont engendré une mondialisation de

l'industrie des agrumes. L'industrie mondiale du jus de fruit est aussi dominée par les jus d'agrumes(Figure2).

Selon les données mondiale du Département des agrumes Américain de l'Agriculture USDA, la production mondiale d'agrumes tous produits confondus s'élève à plus 90 Mt pour la campagne 2016/17 avec un TCAM de 1,2% durant la période 2007-2017.



**Figure3.**production et exportation des agrumes au niveau mondial (Anonyme ,2016)

### I.2.5 En Algérie

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreux pays. Il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activité économique aussi bien dans le secteur agricole que dans

diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation transport, etc.....) (Ferhat et al., 2010).

Cette culture revêt une importance stratégique pour l'Algérie comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles. Sur le plan social, la culture des agrumes emploi en moyenne 140 jours/ha/an, sans compter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformation, commercialisation) (I.T.A.F, 2002).

Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines Littorales et Sublittorales, où les conditions de sol et de climat sont favorables (Younsi, 1990). Selon ce même auteur les principales zones agrumicoles sont localisées comme suit :

- La plaine de la Mitidja.
- Le périmètre de la Mina et du Cas Chélif.
- Le périmètre de l'Habra.
- La plaine d'Annaba.
- La plaine de Skikda.

La culture des Citrus est localisée essentiellement dans les zones irrigables de la partie Nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite.

La plaine de la Mitidja de la région centre du pays est la zone potentielle en agrumiculture, elle couvre une surface de : 36 219 ha en 2013 ce qui représente environ 56,4% de la superficie agrumicole totale.

## **6. Etat phytosanitaire des agrumes**

Les agrumes souffrent de différentes maladies et ravageurs qui peuvent affecter considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbre

### **6.1. Les accidents physiologiques**

#### **6.1.1. Les troubles génétiques**

Les troubles génétiques les plus souvent rencontrés sont:

la Panachure sur feuilles et fruit. 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 .

### **6.1.2. Les troubles physiologiques**

Parmi les troubles physiologiques, les plus importants sont :

Bosses légèrement marquées ; Ils éclatent rarement sur l'arbre mais plus souvent en emballage. Les remèdes contre le gaufrage n'existent pas.

La 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 et par la suite l'éclatement de fruits (Jacquemond et al.,2009).

### **6.1.3. Les effets des carences et excès des éléments minéraux**

Nous avons consigné en annexe les principaux effets des déficiences et excès de quelques éléments minéraux sur les agrumes, (Appendice B1et2). Par ailleurs, l'excès d'eau, entraîne un jaunissement entier des arbres, le feuillage flétrit se dessèche et tombe en grande partie.

## **6.2- Maladies et ravageurs**

La liste des maladies et des ravageurs des agrumes est longue. Dans cette partie nous évoquerons les principales maladies et ravageurs animaux rencontrés régulièrement par les agrumiculteurs dans leurs vergers et qui causent très souvent des dommages considérables aux agrumes, et affectent considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbres. Pour cela les planteurs doivent apporter un

soin particulier au cours de la croissance des arbres et les fruits, ainsi qu'avant la récolte des fruits.

## **6.2.1-Maladies cryptogamiques**

### **6.2.1.1-Gommose des agrumes:**

La gommose des agrumes est une infestation cryptogamique causée par deux champignons:*Phytophthora citrophthora* et *Phytophthora parasitica*. Elle se développe principalement sur les agrumes dont la ligne de greffe est souvent en contact avec l'eau.

Lors d'une attaque due à la gommose on remarque que l'écorce des arbres se craquelle en plaques et prend une coloration foncée avec l'apparition d'une sécrétion de gomme. Les tissus attaqués prennent une coloration brunâtre.

Cette maladie est indirectement combattue par la lutte contre les insectes responsables.

### **6.2.1.2- Pourriture brune des agrumes:**

Cette maladie est causée par *Phytophthora citrophthora* et *Phytophthora parasitica* après une forte pluie. Elle se manifeste par l'apparition d'une tache brune et sèche pouvant couvrir tout le fruit. La pourriture brune des agrumes dégage une odeur spécifique.

Ce sont surtout les fruits de la jupe qui sont les plus exposés à l'attaque.

## **6.2.2- Maladies virales des agrumes**

### **6.2.2.1- Psoroseécailleuse:**

Cette maladie virale se manifeste par l'écaillage de l'écorce des grosses branches et du tronc au-dessus de la ligne de greffe car elle n'affecte que le cultivar.

- **6.2.2.2-Tristeza**

Le verger d'agrumes algérien est menacé par un grave virose, en l'occurrence la Tristeza, d'autant plus que le porte-greffe généralement utilisé est le bigaradier, très sensible à cette maladie. Le vecteur de cette virose est les pucerons dont les espèces les plus efficaces sont *Toxoptera citricidus* et *Toxoptera aurantii*.

## 6.3. Ravageurs des agrumes

### 6.3.1- les homoptères

#### 6.3.1.1- Les Aphides

Les pucerons sont de petits insectes globuleux ou aplatis, ovales ou sphérique dont la taille est comprise entre 1.5 et 8 mm et le plus souvent entre 2 et 4 mm (Bonnemaison, 1962). Ils sont surtout connus pour leur développement rapide (Mohannad et al., 2011). Actuellement, ils sont devenus des ravageurs majeurs des forêts, des cultures et des plantes ornementales (Harmel et al., 2010).

Ils sont uniquement phytophage à cause de leur pièces buccales de type piqueur-suceur. Il se nourrissent de la sève des plants et peuvent transmettre des maladies virales. Ce sont des déprédateurs majeurs des cultures. Ils sont plus nuisible, ils offrent une grande importance économique, dont l'intérêt ne réside pas dans le nombre, mais dans la complexité et la variété de leur cycle biologique, (Zangheri, 1979) ; du caractère explosif lié à leur multiplication, (Milare, 1982) ; et leur pullulation fréquent sur les végétaux les plus divers, (Grasse et al., 1961) ; à leur extraordinaire fécondité, (Anonyme, 1979) ; et leur polymorphisme, ce qui leur permet d'exploiter leurs plants hôtes au maximum, tout en répandant très rapidement aux modifications de leur environnement.

Les pucerons provoquent ainsi beaucoup de dégâts, entre autres, la crispation des feuilles, la formation de galls, l'épuisement des plantes, la chute des feuilles, l'avortement des fleurs, la déformation des fruits et la transmission des virus.



**Figure .4.1.** Puceron vert *Aphis spiraecola*.

(Gourmel, 2014)



**Figure.4.2.** Puceron noir *Toxoptera citricida*

(Gourmel, 2014)

### 6.1.1.2-Les Aleurodes

Ce sont de petits homoptères qui se rapprochent beaucoup des cochenilles, surtout par leurs stades larvaires (Pigeut, 1960). Ils se développent en dessous des feuilles en formant un coton blanc et gluant contenant du miellat sucré (Loussert, 1985). Les larves comme les adultes sucent la sève de la plante. La sécrétion de l'excès de sucre sous forme de « miellat » salit les feuilles et les fruits. Sur ce miellat se développe la fumagine (*Cladosporium*spp.) qui empêche la photosynthèse et la respiration de la plante.

La famille des Aleurodes a de nombreux représentants sur les agrumes trois espèces ont été principalement dénombrées :

- *Dialeurodescitris*(ASHMEAD)
- *Aleurothrixus floccosus* (MASKELL)
- *Parabemesiamyricae*(KUWANA)



**Figure.4.3.** *Aleurothrixus floccosus* adultes et leurs pontes en cercle.(Gourmel 2014)

### • 6.1.1.3-Les cochenilles :

Les cochenilles sont des petits insectes suceurs de sève de l'ordre des Hemiptera dont la taille est généralement comprise entre 1 et 4 mm, mais son très variables d'aspect selon les espèces et les familles. Elles restent une grande partie de leur cycle de vie fixée à leur support et aptères (sauf, quand ils existent, pour les mâles



adultes qui sont ailés). Certaines cochenilles sont recouvertes d'une couche cireuse plus ou moins épaisse dont les couleurs et les formes varient selon les espèces. On retrouve un grand nombre de cochenilles pouvant s'attaquer aux agrumes (Leblanc, 2000). En effet, ces ravageurs semblent être efficacement régulés par des populations de prédateurs et de parasitoïdes (Leblanc, 2000).

Les cochenilles les plus nuisibles aux Citrus appartiennent à 4 familles : Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae et Margarodidae.

Dans la famille des Diaspididae, 4 espèces retiennent notre attention (Anonyme, 2014).

- ***Aspidiotushederae* (Vallot)**

appelé *pou blanc*. Espèce cosmopolite qui s'attaque à plus de 400 espèces de plantes-hôtes et présente 3 générations par an, avec de rares pullulations importantes sur *Citrus*. Les auxiliaires présents sont surtout des coccinelles, principalement *Chilocorus bipustulatus* L. Un parasitoïde, *Aphytis melinus* De Bach a été acclimaté sur olivier en Sicile avec succès.

- ***Lepidosaphesbeckii* Newman**

appelée *cochenille virgule*. Très reconnaissable avec son bouclier pyriforme légèrement recourbé et spécifique des agrumes, elle présente 2 générations par an. Les dégâts se caractérisent par une décoloration des feuilles, un dessèchement des rameaux et une défoliation qui peut être importante. L'introduction en 1974 sur la Côte d'Azur d'*Aphytis lepidosaphes* Compere originaire de Chine, puis son acclimatation réussie, ont permis de juguler de façon notable les pullulations de cette cochenille.

- ***Lepidosaphesgloveri* (Packard)**

communément appelée *cochenille serpette*. Cette espèce, très polyphage est morphologiquement très voisine de la précédente et dans les régions méditerranéennes se retrouve plus fréquemment sur *Citrus*. *A. lepidosaphes*, précédemment cité, parasite aussi cette cochenille.

- ***Unaspisyanonensis* Kuwana** : appelée *cochenille asiatique des agrumes*. Originaires d'Asie, elle a été accidentellement introduite sur la Côte d'Azur en 1963 et s'est rapidement étendue. Présentant 2 générations par an, elle manifeste un degré de nocivité élevé principalement sur les arbres à végétation dense avec défoliation partielle et dessèchement des rameaux attaqués. On reconnaît facilement cette espèce par le rassemblement des boucliers mâles de couleur blanche alors que les boucliers femelles sont de couleur brune et sont plus isolés. L'acclimatation d'un parasitoïde spécifique originaire de Chine, *Aphytisyanonensis* De Bach & Rosen, en 1984, a montré une efficacité intéressante mais l'équilibre reste excessivement fragile.

- **Parlatoriaziziphi**

Le corps de la prénymphe est de couleur violette intense, de forme allongée et porte sur le segment céphalique deux grosses taches sombres. Le nombre de génération varie entre 3 et 4 selon les conditions climatiques et le milieu, elles sont toutes chevauchantes, les individus de tous les stades de développement peuvent être observés durant toute l'année (Biche, 2012)



**Figure 4.4.** mâle et femelle de *Parlatoria ziziphi* sur une feuille d'agrumes. (Englberger, 2002)

### 2 .1.3.3. Les diptères :

- **La *Ceratitis capitata***

L'espèce *Ceratitiscapitata*(Wied, 1824) est communément connue sous le nom de Cératite, mouche des fruits ou mouche méditerranéenne des fruits. D'après Seguy(1934) et Dyck et *al.* (2005),*Ceratitiscapitata*(Diptera : Tephritidae) communément appelée « Mouche méditerranéenne des fruits », est considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur plusieurs plantes (White &Elson-Harris, 1992), et dont la nocivité est la plus conséquente, en raison de sa grande répartition dans le bassin méditerranéen (Lekchiri, 1978 ; Nunez, 1987).

La cératite, ravageur polyphage, est caractérisée par la ponte dans les fruits après leur véraison jusqu'à la maturité complète. Ceci fait que les époques d'infestation coïncident avec la chronologie de maturation des espèces (Lachiheb, 2008).

Les dommages causés par la cératite sont des piqûres de pontes et des galeries dans fruits engendrés respectivement par les femelles et les larves. En outre, ces galeries et ces piqûres constituent une voie de pénétration à des champignons et des bactéries qui sont responsables de la décomposition et la chute prématurée des fruits.

Ces dégâts constituent un obstacle majeur pour les exportations en raison de la dévalorisation de la marchandise et des mesures de quarantaines imposées par certains pays importateurs. La cératite s'attaque aux variétés précoces et tardives celles à peau mince (Chouibani et *al.*, 2003).

Pour limiter les dégâts occasionnés par ce ravageur, notamment sur les agrumes, on a eu recours à plusieurs procédés de lutte, principalement, la lutte chimique. Cette méthode est efficace lorsqu'elle est bien conduite, mais son inconvénient majeur est son action néfaste sur les équilibres écologiques et sur la santé humaine (CE, 2007 ; Camard, 2010).

### **6.1.2- Les hémiptère**

#### **6.1.2.1-les cicadelles**

Adultes : 3 mm de longueur ; corps vert jaunâtre, cunéiforme ; les adultes sautent ou s'envolent au moindre danger.

Nymphes matures : 3 mm de longueur, corps pâle, plus jaune que chez les adultes ; bourgeons alaires présents. Les nymphes de cicadelles peuvent être confondues avec des nymphes de pucerons, mais ces dernières se déplacent lentement,

possèdent des cornicules, ont le corps ové et non cunéiforme et ne se déplacent pas de côté comme le font les nymphes de cicadelles.

Les nymphes et les adultes se nourrissent en perçant les tissus des plantes pour en aspirer les liquides. Ce sont toute fois les nymphes qui infligent des Les punaises sont des insectes piqueurs-suceurs mais toutes ne sont pas Phytophages. Le groupe des punaises est très diversifié, il compte environ 80 familles dont la plupart sont phytophages.

Si les individus juvéniles ont la même morphologie générale que les adultes, leurs couleurs peuvent être tout à fait différentes. De plus, il est fréquent que leur coloration évolue au fil des mues de croissance. Les punaises restent souvent groupées pendant les premiers stades de leur développement, puis se dispersent et adoptent un mode de vie solitaire une fois adulte (Gourmel, 2014)

### 6.1.3-les lépidoptères

- ***phyllocnistiscitrilla***

*Phyllocnistiscitrilla*(STANTON), appelé communément mineuse des feuilles des agrumes, un micro lépidoptèresdesGracillariidae(Balachowsky,1966) Ce ravageurpossède en effet un très grand pouvoir d'adaptation aux conditions climatiques, en

raison de son mode de vie strictement endophyte.(Heppner,1995) ;Les larves se développent dans les feuilles en creusant des galeries sinueuses provoquant des enroulements et décolorations foliaires.

Les galeries creusées par les larves provoquent une diminution de la photosynthèse. Sur les jeunes plantations,la mineuse peut ralentir la croissance des plants. Pour les vergers en production, les rendements peuvent être affectés quand les attaques sont intenses. D'autre part, la présence de mineuse peut augmenter l'incidence de certaines maladies sur agrumes tels que le chancre bactérien (*Xanthomonasaxanopodispv. citri*) et la maladie des taches brunes (*Alternariabrown spot ; Alternariaalternatapv. Citri*). (Berton,2015)



**Figure 4.5.**Dégâts de la mineuse sur une feuilles d'agrume (Biche,2012)

- ***Prays citri*Millière**

Adulte : 10 à 12 mm d'envergure, de couleur gris terne. Antennes relativement courtes. Ailes fortement frangées. Les ailes antérieures sont gris brunâtre chagriné, plus sombres sur le bord inférieur et à l'apex ; les ailes postérieures sont très étroites, gris brun uniforme et enfumées vers l'extrémité.

Les boutons floraux attaqués par les larves se dessèchent et meurent. Les jeunes fruits attaqués, dévorés de l'intérieur et souillés d'excréments, avortent. Les fruits plus âgés se déforment, restent petits et irréguliers.

#### 1.4.5. Thysanoptère

Les thrips sont des insectes de très petite taille, ils mesurent généralement 1 à 2 mm. La moitié des espèces connues dans le Monde sont mycophages (se nourrissent de champignons), les autres espèces sont majoritairement phytophages (seulement quelques-unes sont prédatrices (de thrips, d'acariens, d'aleurodes et de cochenilles)). Parmi les thrips phytophages, ceux qui consomment du pollen\* jouent un rôle dans la pollinisation. (Gourmel, 2014).

Une seule espèce intéresse les agrumiculteurs. C'est le thrips des serres *Heliothrips haemorrhoidalis* BOUCHÉ. L'espèce est répandue dans tout le bassin

méditerranéen, mais son importance économique pour les agrumes est faible, car ses pullulations ne sont que sporadiques et localisées, sauf dans les régions littorales. Les fruits attaqués deviennent «plombés» ou «argentés». (Anonyme, 1976).

#### **2.1.3.6 . Les acariens**

Les acariens sont des minuscules araignées, de très petites tailles, ils mesurent entre 0,1 à 0,5 mm de long (Mouandaza, 1990).

Dans le groupe des acariens, *Phyllocoptruta oleivora* semble être l'espèce la plus nuisible par suite des dépréciations qu'ils peuvent occasionner au niveau de la présentation des fruits en altérant leur zeste. Cet acarien piriforme et jaunâtre vit, en effet, en colonie sur les fruits et provoque des plages plus ou moins étendues, liégeuses et gris argent chez le citronnier, brun-rougeâtre chez l'oranger et le mandarinier, qui nuisent à la commercialisation de ces fruits.

## CHAPITRE 2: LES AUXILIAIRES ET ENNEMIS NATURELS REALISANT LA LUTTE BIOLOGIQUE

On distingue 3 principaux programmes de lutte biologique. Il existe ainsi la lutte biologique par introduction ou acclimatation, qui consiste à introduire dans un milieu un auxiliaire (espèces généralement exotiques) afin de réguler les populations d'un ravageur d'une culture ciblée (Wright et al., 2017). Concernant la culture des Agrumes plusieurs introductions ont eu lieu dans différents espaces. *Ageniapsiscitricola* fut introduite en 2006 à la Réunion pour lutte contre *Phyllocnistiscitrella*(Wright et al., 2017).

### 1. Aperçu historique de la lutte biologique

L'un des plus vieux cas de lutte biologique connus date de 300 ans ap. J-C en Chine (Huang et Yang, 1987), il s'agit probablement de la plus vieille utilisation connue d'un insecte pour en contrôler un autre dans le cadre de la protection des cultures. Il s'agissait de l'utilisation de colonies de fourmis oecophylles pour protéger des agrumes. Cependant, le contrôle biologique concerne aussi les vertébrés dont l'utilisation en lutte biologique a probablement commencé avec la domestication et l'utilisation des chats contre les rongeurs bien avant J-C en Egypte (Baldwin 1975)

Le principe général de la lutte biologique repose sur l'attribution du rôle d'auxiliaire de l'homme, dans son combat contre les ravageurs de cultures, à un organisme vivant. Alors qu'en matière d'écologie, la lutte biologique tend à être considérée comme une unité conceptuelle, les praticiens lui reconnaissent une grande diversité. Elle est née dans un contexte où la préoccupation était de pallier les insuffisances de la lutte chimique, se joignant à celle-ci. Actuellement elle répond au souci de combattre les ravageurs dans le respect de la nature : la lutte biologique constitue la base de la lutte intégrée. Les auteurs, en revisitant les grands événements marquants de son histoire, proposent plus qu'un simple aperçu chronologique : l'intérêt appliqué des organismes entomophages sert de support à une réflexion sur les principes de recherches coordonnées et structurées, sur la pluridisciplinarité des savoirs mis en jeu et sur l'internationalisation de la démarche. (Jourdeuil P . 1991)

## 2. Les différentes lutttes biologiques

Différents types de lutte biologique se sont développés depuis les premières tentatives de lutte Biologique classique, ceux-ci peuvent être classés de différentes manières. Le classement suivant est généralement celui retenu (Heinz et al. 2004) :

**2.1.La lutte biologique classique ou par importation** : Elle consiste en l'importation et l'installation d'une espèce exotique d'ennemi naturel dans l'écosystème cible, en vue d'un contrôle permanent. Elle est en général utilisée quand les espèces autochtones ont une efficacité insuffisante, notamment quand le ravageur est lui-même une espèce exotique et que les auxiliaires autochtones ne sont pas adaptés à ce nouvel arrivant. Cette méthode, nécessitant l'installation de naturel, est plus adaptée à des agrosystèmes non perturbés, i.e. cultures pérennes, comme les vergers. De nombreux ennemis naturels ont été importés en Europe et permettent toujours le contrôle de ravageurs dans les vergers de citronniers et pommiers par exemple (Greathead 1976).

**2.2.La lutte biologique par augmentation** : Il s'agit du lâcher d'espèces autochtones afin de favoriser/accélérer leur installation, en particulier en milieu perturbé, ou d'augmenter le nombre d'individus dans la culture. S'il s'agit uniquement de lâchers en début de culture, le contrôle reposant ensuite sur la reproduction naturelle de l'auxiliaire dans le milieu, on parle de lâchers saisonniers inoculatifs. Si, au contraire, il s'agit de lâchers de quantités importantes et répétées d'individus qui ne vont pas ou peu se reproduire sur la culture, on parle de lâchers inondatifs. L'utilisation des Miridae, e.g. *Macrolophus pygmaeus* ou *Nesidio coristenuis*, pour lutter contre les aleurodes sous serre de tomates, est un exemple de lutte biologique inoculative. Au contraire, l'utilisation de trichogrammes se fait majoritairement par lutte biologique inondative.

**2.3. La lutte biologique par conservation** : Elle consiste à favoriser les ennemis naturels en établissant des conditions biotiques et abiotiques qui leur permettent de se développer. Les plantes permettant/favorisant l'installation d'ennemis naturels dans l'agrosystème en leur fournissant des proies alternatives, du nectar ou encore un site de ponte, sont un exemple de lutte biologique par conservation (Parolin et al. 2012).



### 3-Les parasitoïdes

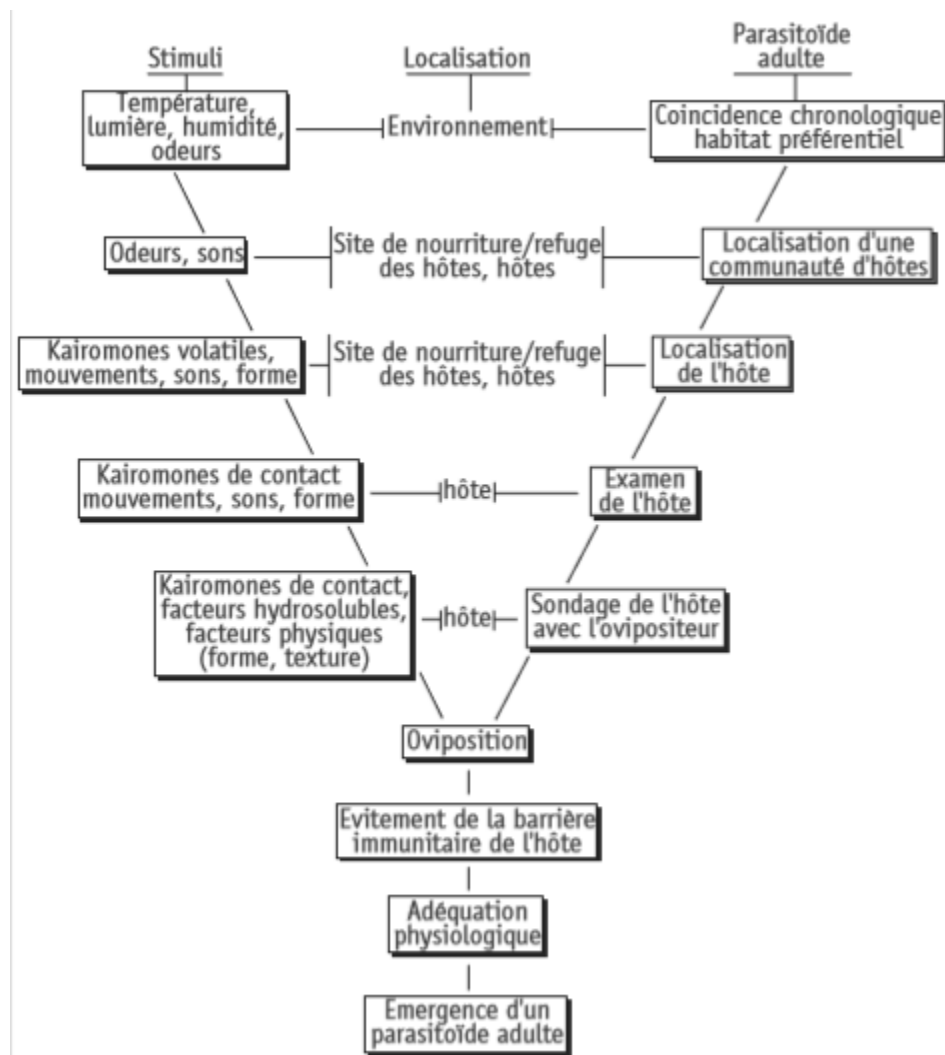
Il existe deux grands groupes de parasitoïdes : les koinobiontes permettent à leur hôte de continuer son développement alors que les parasitoïdes idiobiontes exploitent la ressource définie par leur hôte au moment de l'oviposition. Fréquemment, les parasitoïdes idiobiontes utilisent un venin paralysant pour arrêter le développement de leur hôte (Godfray 1994).

Les parasitoïdes peuvent se développer seul ou en groupe (solitaire vs grégaire), à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôte (endoparasitoïde vs ectoparasitoïde). L'hypothèse de la course aux armements entre les endoparasitoïdes et leurs hôtes a été proposée comme mécanisme explicatif de la grande diversité des adaptations structurales, comportementales, moléculaires, physiologiques et symbiotiques retrouvées chez le parasitoïde et son hôte; ce serait le résultat d'étroites interactions entre l'endoparasitoïde et le système immunitaire de son hôte (Godfray 1994).

Différentes formes d'exploitation de l'hôte se rencontrent chez les parasitoïdes. Lorsque des larves de deux espèces de parasitoïdes exploitent un même hôte et entrent en compétition on parle alors de multiparasitisme. Alors que le superparasitisme permet le développement de plusieurs larves d'une même espèce sur le même hôte(Figure 1.3)

L'hyperparasitisme survient lorsqu'un parasitoïde attaque un autre parasitoïde. Ce cas de figure peut prendre la forme d'hyperparasitisme stricte : c'est-à-dire que l'hyperparasitoïde nécessite la présence de son hôte parasitoïde afin d'assurer son développement. Dans un autre cas, l'hyperparasitisme est facultatif : c'est-à-dire que la présence d'un premier parasitoïde n'est pas nécessaire à son développement, il se développe donc comme parasitoïde ou hyperparasitoïde selon le type d'hôte. Contrairement aux hyperparasitoïdes, les cleptoparasitoïdes usurpent les ressources de leurs hôtes. Cela n'implique pas directement la mort de l'hôte, mais lorsque c'est le cas, l'hôte n'est pas consommé. Par exemple, certains cleptoparasitoïdes utilisent un trou foré dans le bois par un parasitoïde pour atteindre son hôte afin de profiter également de cette ressource (Godfray 1994).

De très nombreux insectes provenant de l'ordre des hyménoptères et appelés micro-hyménoptères à cause de leur petite taille (apocrites térébrants), s'attaquent aux différents stades des insectes ravageurs des cultures. Certains de ces auxiliaires sont utilisés en lutte biologique. Souvent difficiles à observer à cause de leur taille, leur activité laisse des traces, par exemple en laissant les téguments vidés de leur hôte avec un trou de sortie s'il s'agit d'un endoparasite, ou par la présence de leurs pupes ou cocons subsistant au contact de la dépouille de l'hôte (exoparasite ou parasitoïde). On trouve ces auxiliaires parmi plusieurs familles.



**Figure.5.1.** Représentation schématique des différentes étapes impliquées dans le fonctionnement d'une interaction hôte –parasitoïde (modifié d'après Vinson 1975)

## 2.2- Les hyménoptère

L'ordre des hyménoptères se caractérise par sa grande diversité d'espèces, auxquelles sont associées une multitude de traits d'histoire de vie. Quatre principaux éléments ont permis aux hyménoptères d'occuper une très grande variété de niches écologiques : la détermination du sexe par le mécanisme d'haplo-diploïdie, les différentes fonctions associées à l'ovipositeur (i.e. injection de venin, ponte d'œufs), les différentes stratégies d'investissement parental (associées à la recherche de la nourriture et à la ponte) et la diversification de la diète des larves, par la capacité de rétention des déchets métaboliques jusqu'à la pupaison (Austin et Dowton, 2000). Plusieurs de ces traits d'histoire de vie ont favorisé la spécialisation des hyménoptères en différents groupes « fonctionnels »:ecto- et endoparasitoïdes, hyperparasitoïdes, galligènes, granivores, pollinisateurs, prédateurs et insectes sociaux (Austin et Dowton, 2000).

Ces insectes dont le cycle de développement inclut une métamorphose complète entre les stades larvaires et l'adulte (Savard et al. 2006). Le plus vieux fossile appartenant à l'ordre des hyménoptères date d'il y a 220 millions d'années.Lapériode correspond à la diversification des plantes à fleurs et des insectes qui leurs sont associés (Whitefield 1998) diversifiant par le fait même les réseaux d'interactions écologiques.

Certains de ces auxiliaires sont utilisés en lutte biologique. Souvent difficiles à observer à cause de leur taille, leur activité laisse des traces, par exemple en laissant les téguments vidés de leur hôte avec un trou ou par la présence de leurs pupes ou cocons subsistant au contact de la dépouille de l'hôte (exoparasite ou parasitoïde). On trouve ces auxiliaires parmi plusieurs familles :

**- Aphelinidae (Chalcidoidea ou chalcidiens)**

Ces insectes de petite taille (0,6 à 2 mm) ont un corps de couleur variant du jaune pâle au marron foncé avec un ovipositeur peu visible. C'est une des plus importantes familles utilisée en lutte biologique dont les espèces sont en général des ecto ou endoparasites d'insectes hémiptères. On peut citer par exemple *Aphytis melinus*, (Debach, 1959), utilisé dans les vergers d'agrumes pour lutter contre le pou de Californie (*Aonidiella aurantii*). On trouve ces auxiliaires parmi plusieurs familles



a. *Encarsia formosa*



b. *Encarsia lahorensis*  
sur *Dialeurodes citri*



c. Pupes d'aleurodes parasitées

**Figure 5.2.**(a ; b ; c)quelque espèces d'Aphelinidae

#### - Braconidae (Ichneumonoidea)

C'est une des familles d'insectes les plus riches en espèces (plus de 50 000) difficiles à déterminer. Dans cette famille on utilise *Opius pallipes* Wesm. 1835 contre *Liriomyza bryoniae* mouche ravageur du céleri ainsi que *Dacnusa sibirica* Telenga 1934 pour lutter contre les mouches mineuses.

*Phaerotoma flavitarsis* (Fischer 1958) (anc. *Phanerotoma*, figure) est un parasitoïde ovaraire, hématophage, sarcophage naturel de *Apomyelois ceratoniae* (Zeller 1839) (anc. *Ectomyelois*), la pyrale des dattes. Cet insecte est un endoparasitoïde des embryons et chenilles puis devient ectoparasitoïde jusqu'à la consommation complète de son hôte sauf la capsule céphalique.

Les espèces du genre *Praon*, sont des parasites naturels des pucerons qui sont alors momifiés et restent accrochés sur la plante par un socle (figure). Les espèces du genre *Aphidius* (*A. colemani*, *A. ervi*, *A. matricariae*) pondent leurs oeufs dans le corps des pucerons et les larves y feront tout leur développement (figures 3.3). On peut encore citer *Psytalia concolor* qui est un auxiliaire efficace pour lutter contre *Bactrocera oleae*, la mouche de l'olive. *Cotesia* spp. et *Apanteles* spp. forment des cocons sur la chenille parasitée de certains lépidoptères (*Sphyngidae*, *Pieridae*, etc.,



**Fig.5.3.***Aphidius matricariae*(original 2019)

**- Dryinidae (Chrysoidea) :**

Dans cette famille qui comprend 1400 espèces décrites, les femelles sont généralement aptères et ressemblent à des fourmis. Ces insectes solitaires parasitent les nymphes de cicadelles. *Neodryinustyphlocybae* (Ashmead 1893) est utilisé avec succès pour lutter contre la cicadelle américaine *Metcalfapruinosa*.

**- Encyrtidae (Chalcidoidea) :**

Les insectes de cette famille sont très petits (1 mm en moyenne), d'aspect robuste avec un corps court et aplati, à éclat métallique jaune à marron, avec des ailes teintées.

Tous les membres de cette famille sont entomophages, surtout des cochenilles (comme *Metaphycus* sp.), les autres espèces parasitent des lépidoptères, coléoptères, punaises, et cécydomies. *Trechnitespsyllae* et *Prionomitusmitratus* permettent de réduire de façon marquée les populations de *Cacopsyllapyri* (psylle du poirier) en verger. *Psyllaephagus pilosus* (Noyes 1988) introduit de Nouvelle Zélande a permis de réguler les populations de psylle de l'eucalyptus *Ctenarytainaeucalypti*

(Maskell 1890) (Psyllidae) apparu en France en 1994, et qui fut un ravageur important dans le Var et les Alpes Maritimes.

**- Eulophidae (Chalcidoidea) :**

Dans cette famille on trouve, ectoparasite utilisé contre les mouches mineuses.

**- Ichneumonidae (Icheumonoidea) :**

Leurs larves des membres de cette famille sont le plus souvent endoparasites de lépidoptères, de tenthrèdes (hyménoptères) et de coléoptères. Ce sont les meilleurs auxiliaires naturels des forestiers. On peut citer par exemple *Rhyssapersuasoria* (Linnaeus 1758) capable de détecter dans le bois la présence de parasites par les vibrations émises. La femelle enfonce alors son ovipositeur dans le bois (figure), les deux moitiés de l'appendice tournant très rapidement à la manière d'un foret. L'oeuf est pondu à proximité ou sur une des larves minant le tronc. *Campoplex capitator* Aubert 1960 (figure) est, au vignoble, un parasite fréquent des larves de *Lobesia botrana* (*eudémis*), tordeuse de la grappe.

**-Platygastridae (Chalcidoidea) :(appendice)**

*Amitus spiniferus* (Brethes 1914) est utilisé aussi pour la lutte contre l'aleurode floconneux des Citrus (*Aleurothrixus floccosus*)

**- Scelionidae (scelionid wasps, Chalcidoidea)**

Hyménoptères généralement petits et noirs avec un abdomen en forme de quille et des antennes en massue. Le genre *Telenomus* parasite les oeufs de papillons comme les noctuelles (figure) .

**- Trichogrammatidae (Chalcidoidea) :**

Les trichogrammes sont des hyménoptères oophages. La larve se développe à l'intérieur de l'oeuf de l'hôte qui est tué très tôt. Certaines espèces comme *Trichogramma daumalae*, *T. cacaeciae* et *T. brassicae* sont des agents de lutte biologique inondative, utilisés notamment pour combattre la pyrale du maïs

(*Ostrinia nubilalis*) et les tordeuses de la grappe, eudemis (*Lobesia botrana*) et cochylis (*Eupoecilia ambiguella*).

D'autres familles parmi les chalcidiens présentent un intérêt et qui sont rencontrées naturellement dans les cultures. On peut citer les **Mymaridae** et les **Pteromalidae**. D'autres famille de térébrants sont aussi intéressantes : Ceraphronidae et **Megaspilidae (Ceraphronoidea)** et **Eucoilidae (Cynipoidea)** .

#### **4-Les prédateurs :**

Les principaux espèces prédateurs de groupe des insectes sont de l'ordre neuroptera (famille chrysopidae et conioptera ), Diptera ( famille des Syrphidae cecidomidae) ,hemiptera ( les familles anthocoridae et miridae)( TRABAJO,2014).

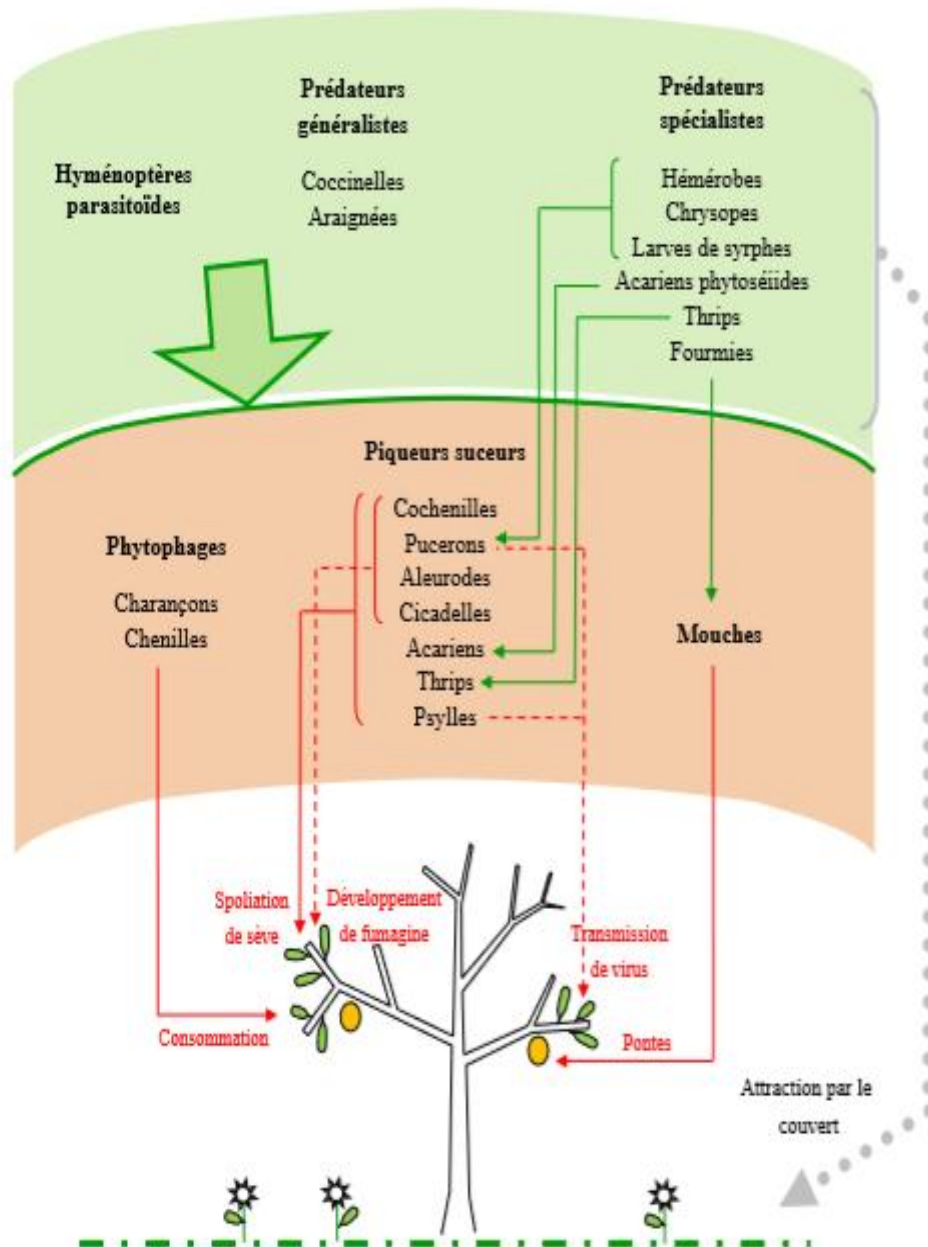
Les plus efficaces dans la lutte contre les diaspines sont essentiellement les Coléoptères (Coccinelles), les Hétéroptères (Punaises), les Névroptères (Chrysopes) et les Arachnides (acariens et araignées). Il est à noter que c'est la larve qui est la plus vorace, et donc la plus efficace. L'adulte ayant un régime alimentaire varié (insectes, nectar, pollen...etc.) est peu vorace. L'action des prédateurs est rapide, directe et non spécifique (Biche, 2012).

#### **5- Les réseaux d'interactions écologiques**

L'écologie se définit comme l'étude des interactions qui déterminent la répartition et l'abondance des organismes (Krebs 2001). Il existe une grande variété d'interactions entre espèces et de processus écologiques qui caractérisent les écosystèmes (Hutchinson 1959). Les auteurs d'un article synthèse (Olf et al. 2009) mettent en évidence l'importance de considérer l'ensemble des interactions écologiques afin de comprendre la dynamique des écosystèmes. On compte parmi ces principales interactions écologiques la compétition pour les ressources , le mutualisme , la compétition apparente , le mutualisme indirect , la rétroaction positive la rétroaction régulatrice (Bagdassarian et al. 2007) et la cascade trophique (Carpenter et al.

2008). Certaines de ces interactions ont des capacités plus grandes que d'autres à structurer les communautés. La théorie du réseau trophique est un concept clef de l'écologie (Lindeman 1942; Hairston et al. 1960) et c'est ce module d'interactions qui a été le plus étudié (Wajnberg et al 2008), bien qu'il soit aujourd'hui considéré comme faisant partie d'un ensemble d'interactions toutes aussi importantes pour le fonctionnement des écosystèmes (figure 4.5).





**Figure 5.4.** Synthèse des interactions ravageurs-auxiliaires-flore en verger d'agrumes

(Olivier 2014)

Légende : —→ effet direct - - - - -> effet indirecte .....> effet hypothétique

### **5..1- Les interactions multitrophiques dans les agrosystèmes pour la mise au point d'une lutte biologique**

L'étude des interactions multitrophiques (MTI), à l'origine celles tritrophiques entre les plantes, les herbivores et leurs ennemis naturels, a permis de mettre en évidence les mécanismes moléculaires, physiologiques, écologiques et comportementales qui régissent les relations entre les organismes des différents niveaux trophiques, ainsi que d'explorer leur influence sur la dynamique des populations et sur la structure des communautés (Wajnberg et al. 2008). Il a ainsi été possible d'établir les bases théoriques de deux modèles déterminants de la régulation des populations: « Top-Down » (Hairston et al. 1960) et « Bottom-Up » (Murdoch ,1966). Aujourd'hui, les écologistes s'entendent sur le fait que la régulation des populations d'herbivores procèdent à la fois du haut vers le bas (Top-Down) par l'entremise des ennemis naturels et du bas vers le haut (Bottom-Up) via les mécanismes de défense des plantes et la disponibilité des ressources (Forkner et Hunter 2000). L'importance relative de ces deux types de régulation peut varier temporellement et spatialement selon les systèmes biologiques (Gratton et Denno,2003;Denno et Gratton 2005). L'identification des facteurs qui influencent les mécanismes de régulation est d'une grande importance dans les domaines de l'écologie des populations et de la lutte biologique (Denno et al., 2002), la défense des plantes a été identifiée comme étant un point central des MTI.

La défense des plantes peut ainsi avoir un effet direct ou indirect sur les insectes herbivores et leurs ennemis naturels. Les attributs des plantes, structures et métabolites secondaires, peuvent influencer non seulement la capacité des insectes herbivores à localiser leur hôte mais également leur survie, leur développement et leur potentiel reproducteur. La défense des plantes peut être induite par l'attaque des herbivores et aura des conséquences directes et indirectes sur les autres membres du système MTI (Karban& Baldwin 1997;Dicke&Vet 1999; Sabelis et al. 1999). Ainsi, en affectant la qualité ou l'abondance d'un herbivore, la plante influence indirectement la physiologie, le comportement et le développement des organismes du troisième niveau trophique, les ennemis naturels (Benrey et al. 1998), voire

ceux du quatrième niveau trophique, les hyperparasitoïdes (Harvey et al. 2003). Lorsqu'attaquées par un herbivore, certaines plantes émettent des composés volatiles qui attirent les ennemis naturels de l'herbivore (Agrawal 2000; Dicke 1994; Turlings et al. 1990). Des parasitoïdes possèdent une réponse innée pour certains composés volatiles émis par les plantes (Vet et al. 1990) et démontrent aussi, via l'apprentissage, une flexibilité comportementale de préférence pour d'autres composés volatiles (Turlings 1993; Vet et al. 1995 in Wajnberg). Ces composés volatiles auraient pour origine des produits dérivés de la défense directe des plantes ou encore seraient une conséquence physico-chimique de l'herbivorie, ce qui dans les deux cas auraient favorisé les parasitoïdes capables de reconnaître ces signaux (Wajnberg et al. 2008). Les plantes fournissent aussi des ressources alimentaires (nectar et pollen) et offrent des refuges qui peuvent être exploités par les organismes du troisième niveau trophique.

Les microorganismes (champignons, protozoaires, bactéries et virus) colonisent tous les écosystèmes et jouent un rôle essentiel en entretenant une variété d'interactions directes et indirectes avec les organismes et ressources d'un système multitrophique. Par exemple, les champignons mycorhiziens à arbuscules ont un impact indirect sur les insectes phytophages en modifiant la qualité de la plante. En conséquence, les mycorhizes arbusculaires peuvent avoir un impact positif ou négatif sur les ennemis naturels des insectes phytophages (Tscharntke et Hawkins, 2002 in Wajnberg 2008). Ainsi, en plus d'augmenter le potentiel photosynthétique et donc la taille des plantes, les champignons mycorhiziens à arbuscules modifient le rapport carbone / azote des feuilles et en changeant la composition chimique (Tscharntke et Hawkins, 2002). Des bactéries endosymbiontes et les phages qui les colonisent peuvent également augmenter la défense de l'hôte contre les parasitoïdes. Ainsi le bactériophage de la bactérie endosymbionte *Hamiltonella defensa* du puceron du pois, , code pour une toxine ayant la capacité d'interférer avec le développement du parasitoïde *Aphidius ervi* (Oliver et al. 2009). Bactéries et champignons jouent aussi un rôle important dans la nutrition des insectes via la biosynthèse d'éléments essentiels à ceux-ci. La métagénomique a permis d'identifier les microorganismes ainsi que les gènes impliqués dans ces voies biosynthétiques (revue par Douglas 2009).

## **5.2-Notion de cascade trophique**

Les cascades trophiques sont des phénomènes écologiques dont les répercussions se font sentir à tous les niveaux des écosystèmes. Les cascades trophiques sont fréquentes lorsqu'une espèce impliquée est considérée comme une espèce clé de voûte, soit une espèce qui a un effet disproportionné sur l'environnement en fonction de sa taille ou son abondance. Des changements aux populations d'espèces clé de voûte ont des effets qui cascadedent (Mélania Jean , 2018).

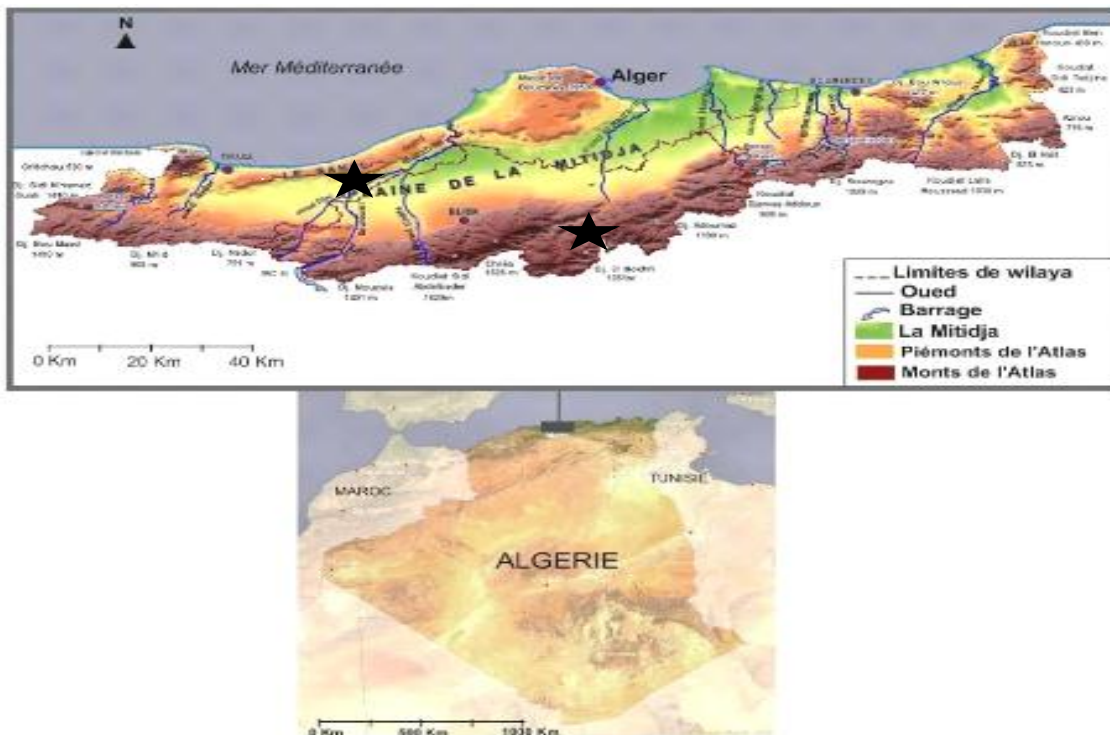
## CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

### Partie expérimentale :

Le troisième chapitre porte sur la présentation de la région d'étude. Suivi par l'étude du contexte l'hydrographie. Enfin, , de la description de la station d'étude et matériels et méthode sont proposés.

#### .1. - Présentation de la région d'étude

Notre travail a été réalisé au niveau de deux vergers d'agrumes (*Thomson Navel*) le choix de la variété a été retenue pour la largeur des feuilles et la densité de feuillage donnée a chaque poussée de sève, et leur disponibilité dans la plupart des stations de la Mitidja.

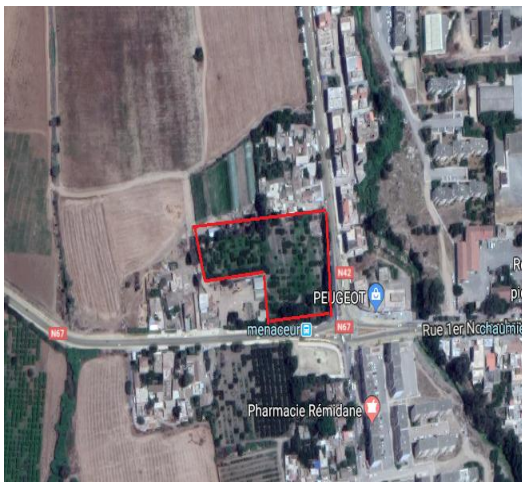


**Figure.6.1.**carte géographique de la Mitidja(Anonyme 2006)

## 1.2. Présentation des zones d'étude :

- **Verger de Tipaza :**

Le premier verger de Tipaza de la zone de Hadjout. C'est une ferme pilote situé à l'ouest de la région, cette ferme renferme également des Oliviers et des cultures maraichers, le verger d'agrumes âgé de 35 ans occupe une superficie de 2 ha.



**Figure.6.2.**Situation de site expérimental de la région de Tipaza (Google Earth, 2019)



**Figure.6.3.** photo de verger d'étude Tipaza(originaire)

- **Verger de Blida**

Verger situé a l'est de la zone de Bougara c'est une exploitation privée âgé de 21ans, occupe une superficie de 3 ha renferme de deux variétés en plus d'une plantation de citronniers.



**Figure.6.4.**Situation de site expérimental de la région d'étude de de Blida (Google Earth 2019)



**Figure.6.5.**photo de verger Blida (originale 2019)

### 1.3.-Caracteristiques climatiques

Le climat est un élément important pour la vie de la plante, son action s'exerce sur toutes les phases de développements des agrumes .il est bien connu que les être vivants ne peuvent se maintenir en vie que sur des limites bien précises de température ,d'humidité et de pluviosité(Dajoz 1985),le climat agissant directement sur le développement et l'extension des parasites et auxiliaires des agrumes

#### 1.3.1- Températures

La température est considérée comme étant le facteur le plus important. Elle agit sur la répartition géographique des animaux et des plantes ainsi que sur la durée du cycle biologique des insectes tout en déterminant le nombre de générations par an. Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère(Dreux, 1980; Ramade, 1984).

**Tableau 1 :** Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Tipaza.( c°)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Tmax	15	16	18	20	23	27	30	31	28	24	19	10
Tmin	8	9	11	13	15	19	22	23	21	17	12	19
Tmoy	11,7	12,6	14,2	16,1	19,2	22,9	26	26,6	24,3	20,1	15,7	12,7

**Tableau.2.**Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Blida 2018 - 2019 (c°)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T <sub>max</sub>	14	17	20	24	30	32	33	32	30	25	20	19
T <sub>min</sub>	10	12	14	13	17	23	28	28	26	21	16	14
T <sub>moy</sub>	12	14,5	16,5	16,5	20,5	26,5	30,5	30	28	23	18	16

### 1.3.2- 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.

**Tableau.3.** précipitation mensuelle de Tipaza 2018-2019 .(mm)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	90	65	59	42	47	13	2	3	30	62	104	113

**Tableau.4.** précipitation mensuelle de Blida 2018-2019 . (mm)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	jun	juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P(mm)	135	30	49	92	22	9	2	0	6	75	79	187

### 1.3.3-Le vent

Le vent est un déplacement d'air provoqué par une différence de pression d'un lieu à un autre ( Hufty A. 2001). Il fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat (Seltzer 1946).

TIPAZA : les vents ont des fréquences différentes durant l'année ; les plus dominantes sont de direction sud et ouest ; quant au Sirocco, il est rarement enregistré au cours de l'hiver.



## 1.4-synthèse climatiques

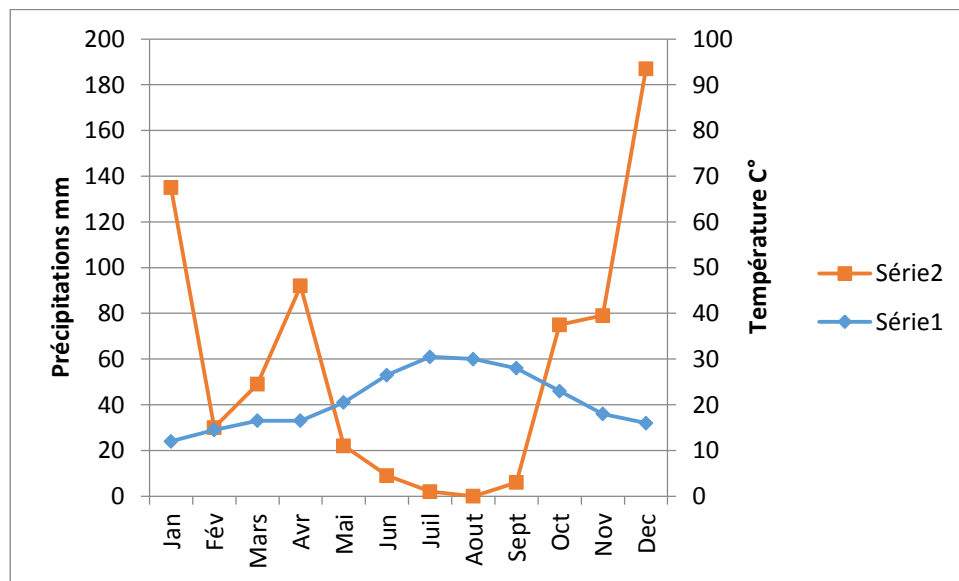
A l'aide du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен et de climagramme d'emberger, nous allons essayer de ressortir certaines caractéristiques de climat des régions d'étude à partir du quel on peut interpréter les résultats du terrain.

### 1.4.1-Diagramme ombrothermique

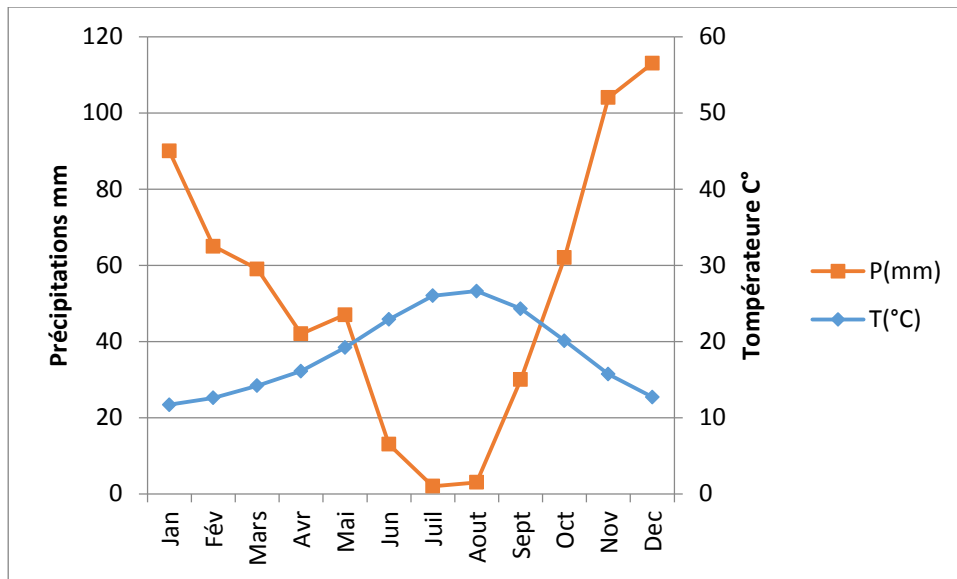
La répartition de la saison sèche et humide est déterminée par le diagramme ombrothermique de Gausсен, effectué à l'aide de relation :  $p=2T$

Dajoz(1985) considère que la sécheresse s'étale lorsque pour un mois donné le total des précipitations en millimètre sont inférieures au double de la température

Expimées en degré celsius .Le diagramme



**Figure.6.6.** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza de campagne 2018-2019



**Figure.6.7.** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida de compagne 2018-2019

#### 1.4.2- Étage bioclimatique (Climagramme d'EMBERGER)

L'indice d'EMBERGER permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques.

L'indice d'EMBERGER où le quotient pluviothermique est calculé selon la formule (Stewart P. 1969) :

$$Q_2 = 3,43 P / (M - m)$$

**Avec :**

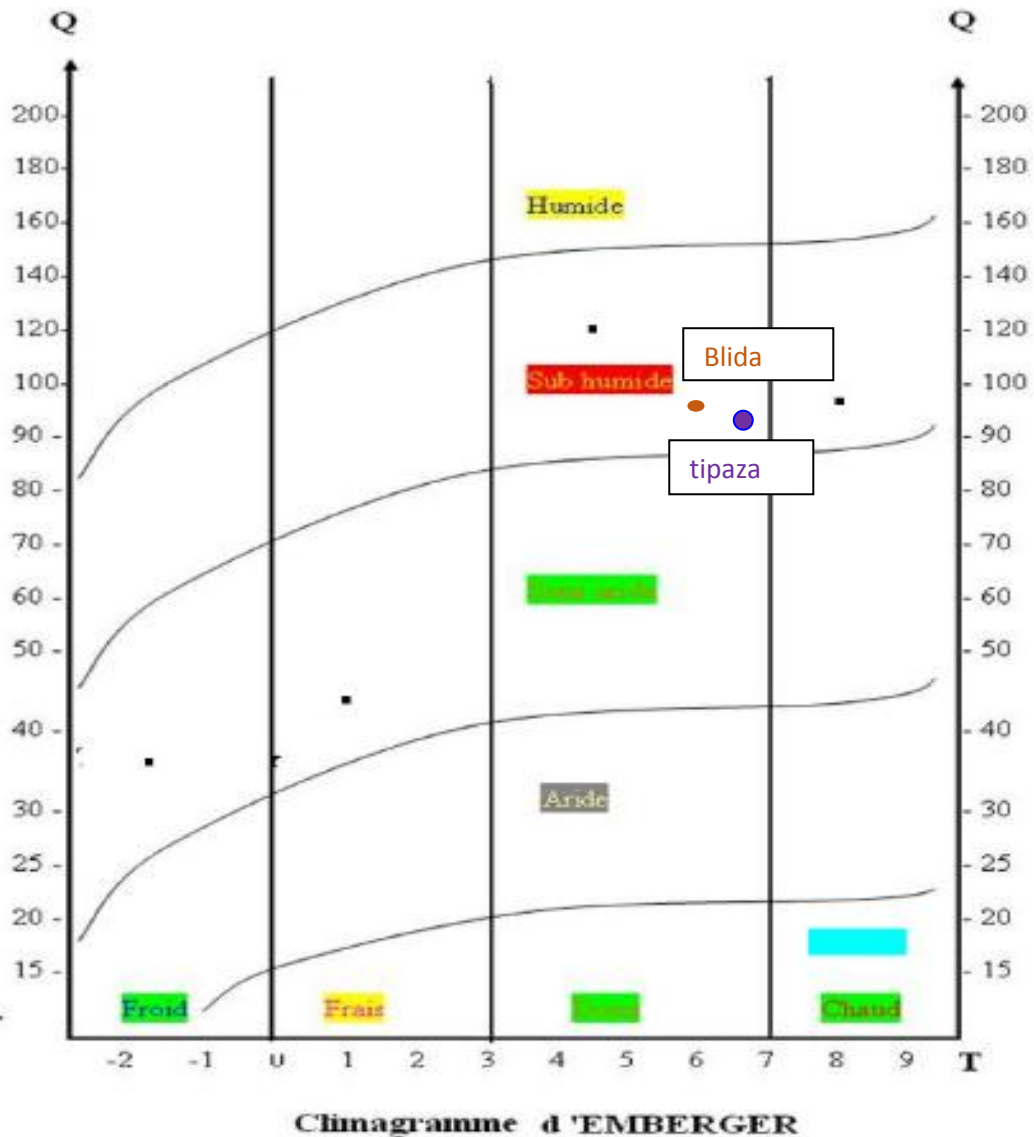
**P** : pluviométrie annuelle (mm) ;

**M** : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud ;

**m** : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid .

La température moyenne minimale du mois le plus froid, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme.

La région de la Tipaza présente au cours de la période s'étalant de 20018 à 2019 un climat méditerranéen sub humide à hiver doux, région de Blida, nous constatons que c'est une année fraîche qui a présenté un hiver doux



**Figure.6.8.** Localisation de la wilaya de Tipaza et Blida dans le climagramme D'EMBERGER

## 2. Les matériels et méthodes d'étude

Diverses techniques de récoltes ont été mises au point à fin de parvenir à une représentation significative des populations entomologiques.

Compte tenu de l'hétérogénéité des éléments constitutifs des peuplements, des systèmes d'activité des individus et de la diversité des habitats, il est nécessaire de disposer d'un matériel adéquat pour chaque type de récolte.

Certain instrument servent à extraire manuellement ou mécaniquement les spécimens d'insectes de leur habitat d'autre sont faits pour les attiré en grand nombre et les prendre au pièges en tirant avantage de leur déplacement habituels (MARTIN, 1983) .

#### - Les pots jaunes:

Afin de compléter l'inventaire général un protocole de piégeage au niveau de l'arbre a été mis en place. Les pots jaunes attirent en général de nombreux Diptères et Hyménoptères sont remplies d'eau contenant un mouillant (détergent) (figure 6 .10), faciles à mettre en place, elles ont été disposées sur 5 arbre avec une fréquence de récolte hebdomadaire.

#### - Les plaques engluées

Ce sont des plaques utilisé dans les études faunistique qui concerne la lutte biologique. Elle est attractive autant par leur couleur que la matière qu'ils contiennent.



**Figure6.9** :plaque engluée sur arbre(originale)  
arbre(originale)



**Figure.6.10.**pots jaune sur

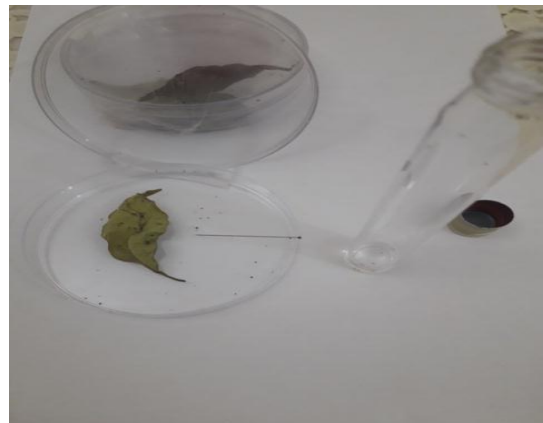
### 2.1.Matériels utilisées

#### ➤ Au laboratoire :

- Loupes binoculaires : pour agrandir les individus collectés.
- Guides pour l'identification.
- Fiches de renseignement.
- Epingle entomologique



**Figure.6.11.**Matériels utilisées au laboratoire.  
laboratoire



**Figure.6.12.**materiels utilisés au

- Sachet en plastique transparents : utilisés pour collecter le matériel végétal prélevé sur les différents vergers étudiés.
- Loupe de poche.
- Les boites de pétris : pour la collection des feuilles portant des pucerons momifiés.
- Tube à essai : pour l'émergence des adultes des Hyménoptères.
- Alcool dilué à 70% pour la conservation des effectifs.
- Matériel végétal.

## **.2.2 . Méthodes d'études**

### **• Méthode d'échantillonnage sur terrain**

Les plaques engluées sont accrochées au tronc à l'intérieur de l'arbre capture principalement les Diptères et Hyménoptères et autre insectes volant peuvent s'y coller voir (fig.6.9) .Elles ont été disposées sur 3 arbres suspendus à une hauteur avoisinant 1,5 mètre à l'extérieur de la frondaison des arbres choisis aléatoirement. À chaque semaine, 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. ces plaques ont été étiquetées (coordonnées) et récupérées pour une identification. L'identification des espèces capturées par les pièges jaunes a été faite au niveau du laboratoire de Zoologie au département de biotechnologies à l'université Blida1.

Dans chaque verger, nous avons choisi dix arbres au hasard, et de chaque arbre nous avons prélevé 20 feuilles aléatoirement.

Cette méthode est proposée par Baggiolini et al, en 1965.

Les prélèvements sont effectués une fois par semaine de 17/04/2019 au 25/05/2019.

Nous avons calculé l'infestation et le parasitisme par la formule suivante :

$$T.I. = \frac{NOMBRE\ DE\ FEUILLES\ INFESTEES}{NOMBRE\ DE\ FEUILLES\ RECOLTEES} * 100$$

$$T.P. = \frac{NOMBRE\ DE\ PUCERONS\ PARASITEES}{NOMBRE\ TOTALE\ PUCERONS} * 100$$

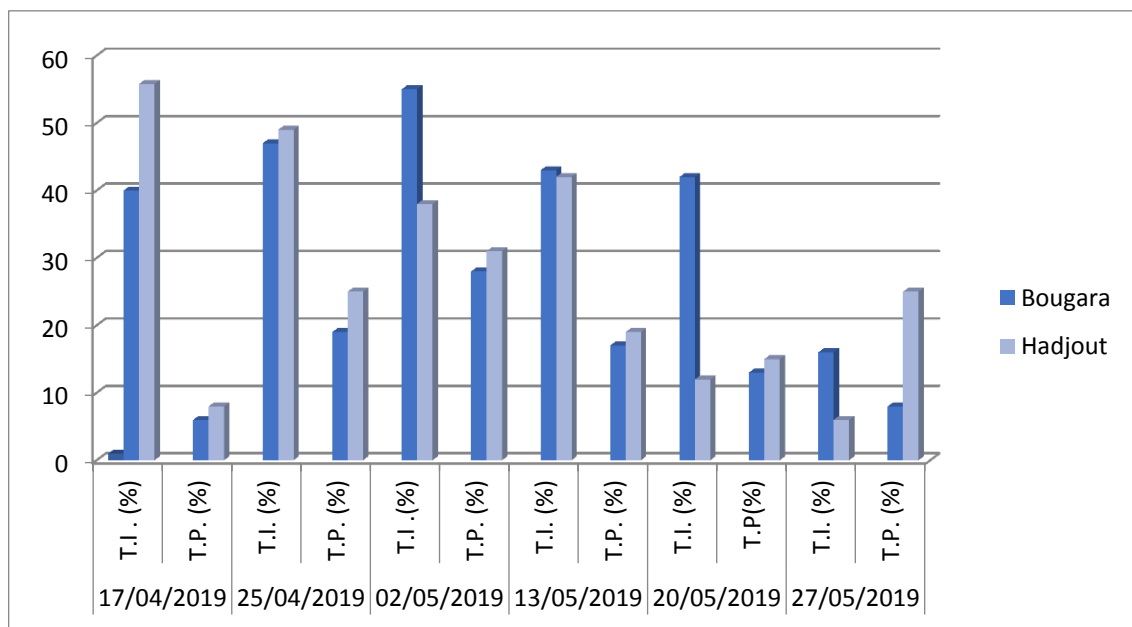
## CHAPITRE4 : Résultats et discussions

### 1.Etude de l'infestation et de parasitisme des pucerons à HADJOUT et BOUGARA

**Tableau 5:** Le taux d'infestation et le taux de parasitisme des deux vergers par les pucerons

Date	17/04/2019		25/04/2019		02/05/2019		13/05/2019		20/05/2019		27/05/2019	
	T.I. (%)	T.P. (%)	T.I. (%)	T.P. (%)	T.I. (%)	T.P. (%)	T.I. (%)	T.P. (%)	T.I. (%)	T.P. (%)	T.I. (%)	T.P. (%)
Bougara	40	6	47	19	55	28	43	17	42	13	16	8
Hadjout	55.5	8	49	25	38	31	42	19	12	15	6	25

Les deux stations sont attaqués par les pucerons présentent des taux d'infestation extrêmement élevés, qui dépassent 50% vergers ; ces infestations présentent des regulations naturelles par les parasitoïdes par un taux de parasitisme 28% au maximum à BOUGARA et 31% à HADJOUT .



**Figure.6.13.**Le taux d'infestation et le taux de parasitisme des deux vergers par les pucerons

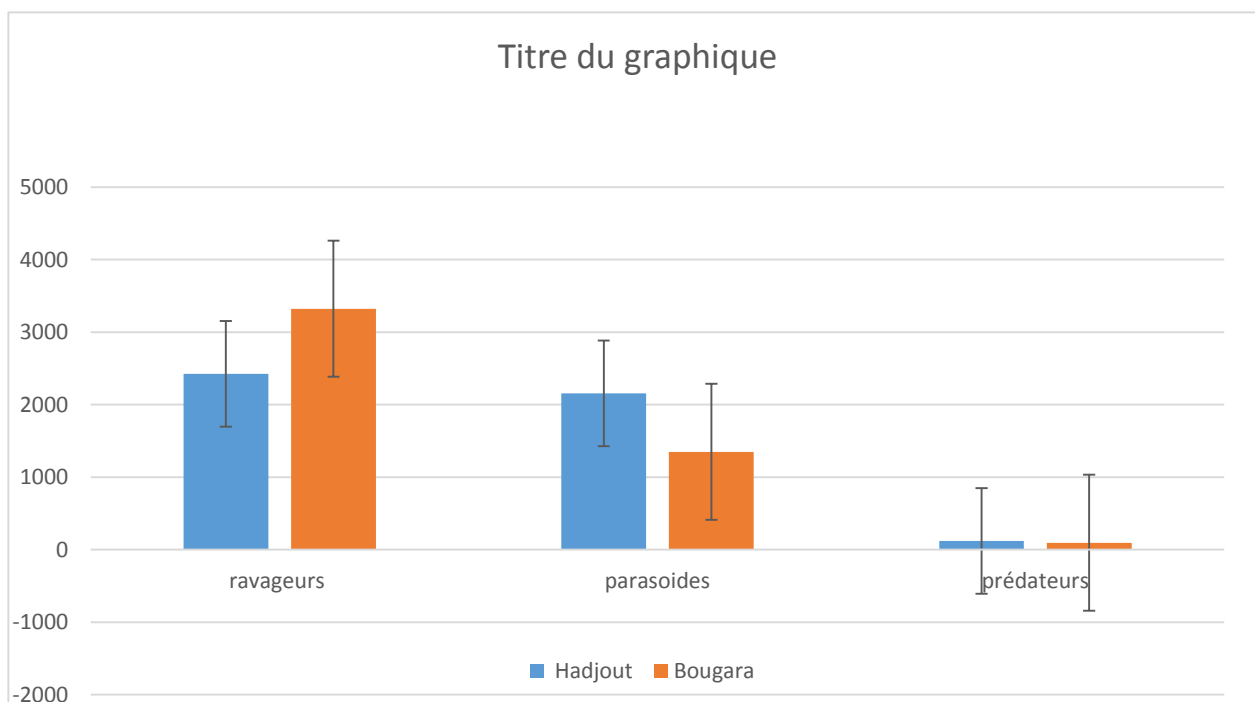
## 2. Caractéristiques des communautés entomologiques

### 2.1 . Influence du milieu sur les groupes fonctionnels

Nous avons rassemblés les trois groupes trophiques des deux vergers sur le tableau de figure par une représentation graphique des résultats montre que le verger de Blida (Bougara) est le plus infestée par les ravageurs que le verger de Tipaza (Hadjout), cela est traduit par une activité intense d'auxiliaires (parasitoïdes et prédateurs) dans le verger de Hadjout que de Bougara .

**Tableau 6 :** .Nombre d'effectifs de chaque groupe trophique des deux stations

Station Groupetrophique	Hadjout	Bougara
ravageurs	2424	3322
paranoïdes	2156	1349
prédateurs	119	95





**Figure.6.14.** nombre effectifs de chaque groupe trophique

### 3.. Inventaire des populations d'insectes dans les stations expérimentales

Nous pouvons constater que les familles les plus représentées sont ceux des Coccinellidae représentée par 15 espèces, suivi par les Mymaridae avec 9 espèces, et les Aphelinidae par 5 espèces. Cependant on compte entre 1 espèce à 3 espèces pour les autres familles.

### 4. Traitement des données et présentation des résultats :

Les résultats obtenus à partir des pièges englués (jaunes) sont illustrés dans le tableau 4.1...sous forme d'inventaire des espèces entomologiques circulantes dans les vergers agrumicoles, après avoir les regroupés par classe, ordre et famille. Ces données brutes sont ensuite soumises à une analyse multivariée et complétée par le calcul d'indices écologiques de Shannon-Weaver et de Jaccard.

Le recensement des espèces associées aux citrus dans les deux vergers de BOUGARA et HADJOUT au cours de la période d'échantillonnage s'étalant du moi de mars 2019 au juin 2019 a révélé la présence de 53 espèces réparties entre 7 ordres : Hyménoptéra, Coléoptéra, Hémiptéra, Neuroptéra, ...Thysanoptera, Diptera, 08super-familles dont les plus représentées sont Cynipoidea, Scelionoidea, Ichneumonoidea, Ceraphronoidea, et 26 familles parmi lesquelles les Aphelinidae, Selionidae, Braconidae, Coccinellidae, Mymaridae, Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae. (Annex A B C D E)(tableau 7...)

#### 4.1-Inventaire des espèces entomologiques collectées dans les deux stations d'étude :

L'examen des pièges jaunes installés dans les deux stations d'étude montre la présence de 53 espèces réparties en 7 superfamilles, 9 ordres et 18 familles.

**Tableau 7 :** Inventaires des espèces d'insectes piégées dans les plaques engluées au niveau des deux vergers d'études

Ordre	Super Famille	Famille	Espèce	nbre total d'effectif	
				hadjout	Bougara

Thysanoptera		Thripidae	<i>Thripidaesp</i>	756	639	
Diptera		Tephritidae	<i>Ceratitiscapitata</i>	12	39	
homoptera	Aleyrodoidea	Aleyrodidae	<i>Aleurothrixusfloccosus</i>	281	1152	
			<i>Dialeurodescitri</i>	970	704	
Hemiptera	Membracoidea	Cicadelidae	<i>Cicadelidae</i>	33	51	
	Coccoidea	Diaspididae	<i>MalParlatoriaziziphi</i>	213	73	
Homoptera	Aphidoidea	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae</i>	159	664	
Diptera		hydophidae	<i>platipalpus</i>	159	70	
Hymenoptera		<i>Eulophidae</i>	<i>Eulophidae</i>	16	14	
			<i>Citrostichusphyllonistoides</i>	2	3	
		<i>Encyrtidae</i>	<i>encyrtidaesp</i>	0	3	
		Encyrtidae	<i>Metaphycus flavus</i>	16	0	
		<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae</i>	18	57	
			<i>pachyneuronsp</i>	17	12	
		<i>Aphelinidae</i>	<i>cales noaki</i>	81	22	
			<i>Aphytis milenus</i>	44	104	
			<i>Encarciasp</i>	789	105	
			<i>Aphelinus mali</i>	67	60	
			<i>Aphytishispanicus</i>	87	53	
			<i>torymedae</i>	<i>torymidaesp</i>	0	3
		<i>Trichogrammatidae</i>	<i>Mymaridae</i>	21	14	
		<i>Mymaridae</i>	<i>Gonatocerussp</i>	23	15	
			<i>Comptoptersp</i>	14	1	
			<i>Stethyniumtriclavatum</i>	8	6	
			<i>Alaptussp</i>	98	25	
			<i>Anagrussp</i>	63	21	
			<i>Cynipoidea</i>	9	25	
			Cynipoidea	<i>Phaenoglyphis vilosa</i>	6	7
	Figitidae	<i>Alloxystasp</i>	22	67		
		<i>Scelionidae</i>	173	130		
	Scelionoidea	<i>Selionidae</i>	<i>Platygastridae</i>	98	154	
		<i>Platygastridae</i>	<i>Ichneumonidae</i>	36	45	

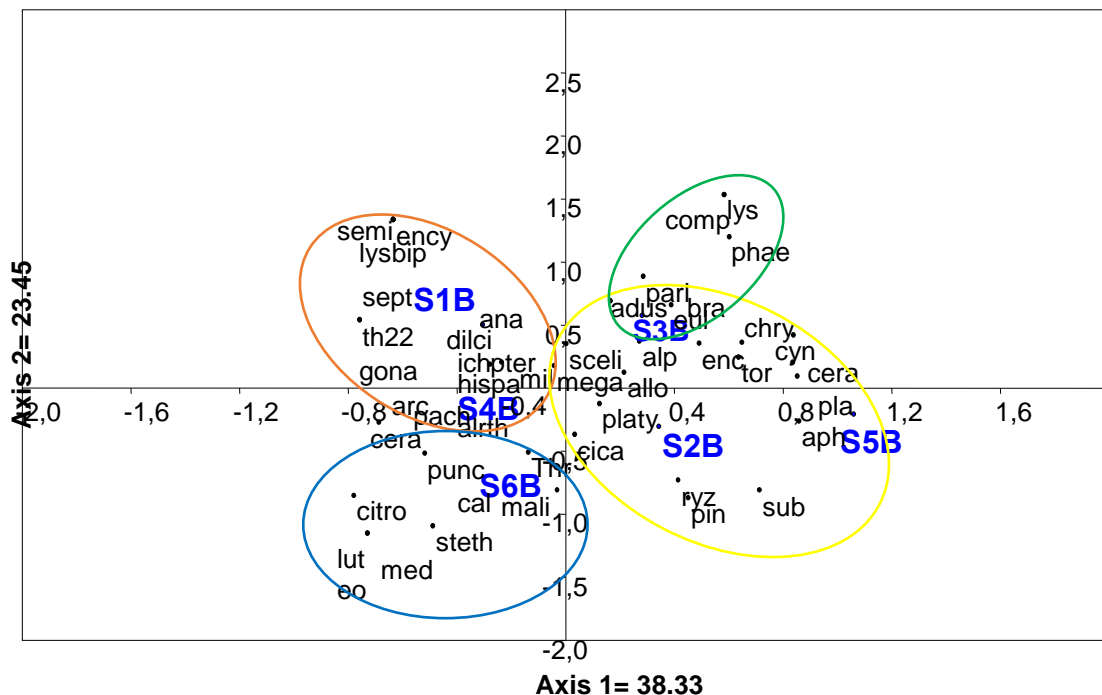
	Ichneumonoid ea	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Braconidae</i>	110	141
		Braconidae	<i>lysiphlibustaste pcieps</i>	0	2
			<i>Aphidussp</i>	50	59
			<i>lysiphlibusfabar um</i>	24	1
	Ceraphronoid ea	<i>Cerapheronida e</i>	<i>Cerapheronida e</i>	59	110
		<i>Megaspelidae</i>	<i>Megaspelidae</i>	46	20
		<i>Megaspelidae</i>	<i>Pinulatussp</i>	0	11
Hemiptera		Miridae	<i>Chrysoperla carnea</i>	4	2
Neuroptera		Chrysopidae	<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	19	2
		Coniopterygida e	<i>thea</i> 22 <i>penctata</i>	1	2
Coleoptera		Coccinellidae	<i>Septem pinctata</i>	1	2
			<i>Chilocurusbipu stulatus</i>	11	1
			<i>Clitostethus arcuatus</i>	67	25
			<i>Platynaspislute orubra</i>	0	8
			<i>Rhyzobiusloph anthae</i>	3	10
			<i>Scymnus interruptus</i>	0	9
			<i>Scymnys subvillosus</i>	0	1
			<i>Scymnusmedit erranes</i>	0	3
			<i>Stethorus punctillum</i>	13	19

D'après le tableau d'inventaire globale on remarque que les familles les plus importantes sont les Aphelinidae avec 40% suivie par les Selionidae avec 15 % puis les Braconidae avec et les Coccinellidae avec 2%, cependant les Chrysopidae et les restes de famille sont les moins représentées. Outre les hyménoptères sont connus par le plus grand nombre d'espèces parasitoïdes et parasites d'homoptères ravageurs des agrumes, les familles les plus retrouvées sont les Mymaridae, Pteromalidae, Encyrtidae, Eulophidae

## 4.2. Répartition de l'entomofaune dans le verger de Bougara :

### 4.2.1. L'approche globale :

La figure ci-dessous présente la projection d'une analyse des correspondances principales avec l'existence de deux axes 1 et 2, dont les pourcentages sont respectivement : 38.33 % et 23.45%



**Figure 6.15** : projection des variables des abondances des peuplements d'insectes inventoriés de Bougara sur le plan factoriel AFC.

En se référant à l'axe 1 et 2 avec un pourcentage d'information supérieur à 62%. On remarque que les espèces entomologiques apparaissent en quatre grands ensembles. L'ordre des hyménoptères exemple : *Braconidae sp1*, *Ichneumonidae sp1*, *Braconidae sp2*, étant le plus représentatif dans les pièges jaunes suivi par l'ordre des coléoptères avec les espèces *Stethorus punctillum*, *Clitostethus arcuatus*, *Chilocurus bipustulatus*, et les diptères sont également représentés par les *Syrphidae*.

Au centre de l'axe 2, nous avons eu la formation d'un sous groupe commun aux deux ensembles le reste des espèces ont une distribution différente par rapport à ces espèces communes, vis a vis les prélèvements effectués.

Le premier groupe est constitué d'espèces : *Parlatoria ziziphi*, *Torymidaesp*,

*Scelionidae, Megaspelidae, Cerapheronidae, Alaptus*sp, *Platygastridae, Pinulatus*sp,*Chrysoperla carnea, Cynipoidea*. Ces espèces qui ont contribué le plus fortement à la formation de ce nuage en une interdépendance avec la sortie S2B, et S5B.

Si on se réfère au tableau, nous remarquerons que les espèces qui constituent le nuage du premier groupe sont en effectif important sur la station. Les traitements effectués peuvent être toxiques aux insectes énumérés sachant que pour la plupart sont des auxiliaires pour l'agriculture.

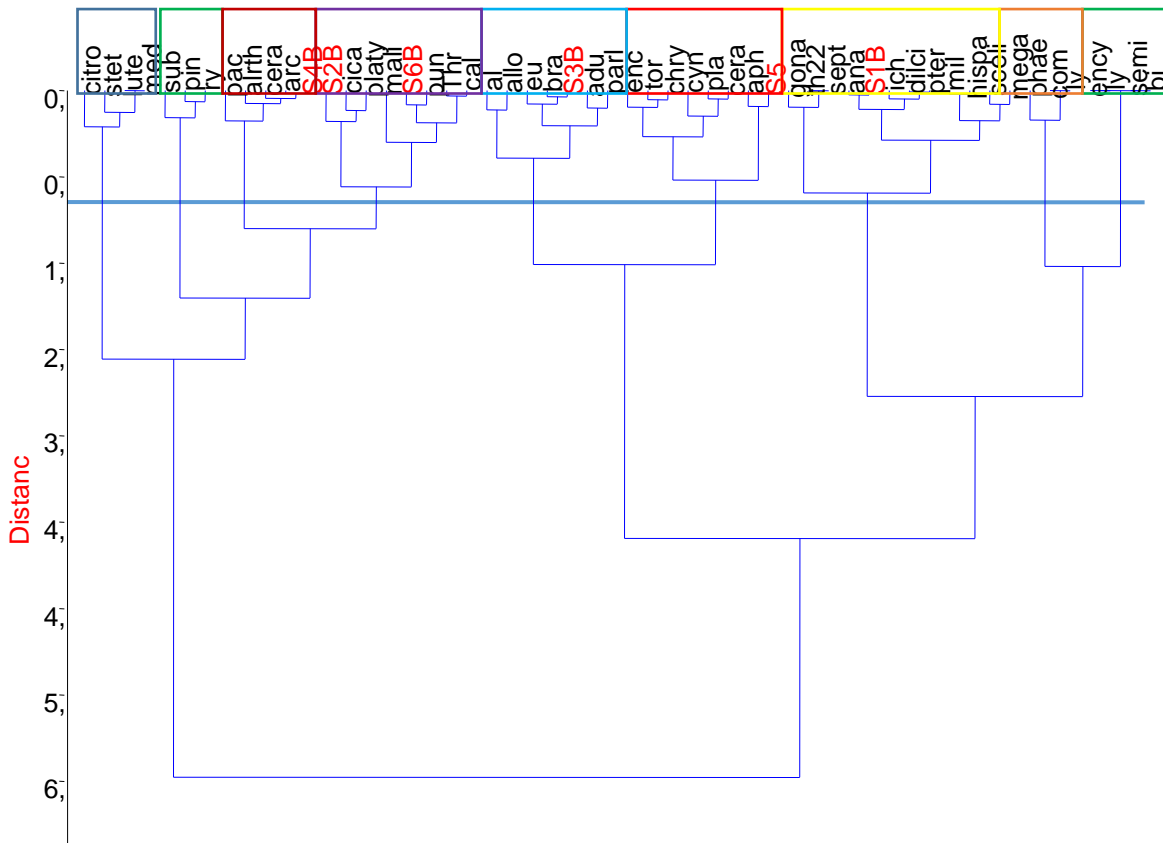
Le deuxième groupe est constitué d'insectes plutôt liés aux sorties S1B et S4B, il s'agit de: *Semidalis aleurodiformis, Aleurothrixus floccosus, Dialeurodes citri, Ichneumonidae, Pteromalidae, Gonatocerus sp, Thea 22 punctata, Encyrtidae*.

Ces espèces sont en effectifs réduits tant que les traitements sont importants. Ce sont pour la plus part des parasites et prédateurs des fléaux cités dans le même groupe.

Le troisième groupe sorties S6B est constitué d'espèces : *Citrostichus phyllocnistoides, Cales noacki, aphelinus mali, platynapsis luteorubra, stethenium triclavatum, symnus mediterranes*.

#### **4.2.2.Cluster analysis :**

La classification ascendante et hiérarchique montre dans la figure suivante une nette séparation de neuf groupes homogènes.



**Figure 6.16** :projection des variables des abondances des peuplements d’insectes inventoriés de Bougara sur le plan factoriel CAH

#### 4.2.3.Indice de diversité de Shannon-Weaver :

Les valeurs de la diversité de Shannon –Weaver ( $H'$ ), de la diversité maximale ( $H'$ max) et de l'équitabilité ( $E$ ) pour les espèces capturées dans le verger de Bouguara sont présentées dans de la tableau 8

**Tableau 8** :indice de channon

$H'$ max	3,91202301	$H'$ max = Ln S
Taxa_S	50	
Shannon_H'	2,621	
Equitability_E	0,67	$E= H'/H$ max

**$H'$  (bits)** : Indice dediversité de Shannon –Weaver

**$H'$ max** : Diversité maximale



par S2H, S1H, S5H.

Du côté positif de l'axe 1 et 2, nous avons un groupe d'espèces qui sont présentes dans les deux stations d'étude avec les mêmes fréquences et souvent aux mêmes sorties du calendrier d'échantillonnage. Ce sont les espèces qui sont donc indifférentes aux périodes et aux types de traitements effectués dans les deux vergers, il s'agit d'espèces suivantes : *Gonatocerus* sp., *Eulophidae*, *Parlatoria* ziphi, *Thea* 22 *punctata*, *Stethorus punctillum*, *Braconidae*, *Scelionidae*, *Mymaridae*, *Ichneumonidae*, *Aphytis hispanicus*.

Ces espèces ont été énumérées dans les deux stations aussi avec les mêmes fréquences et aux mêmes époques quelque soit les conditions d'environnement (traitement, condition, mode de pénétration).

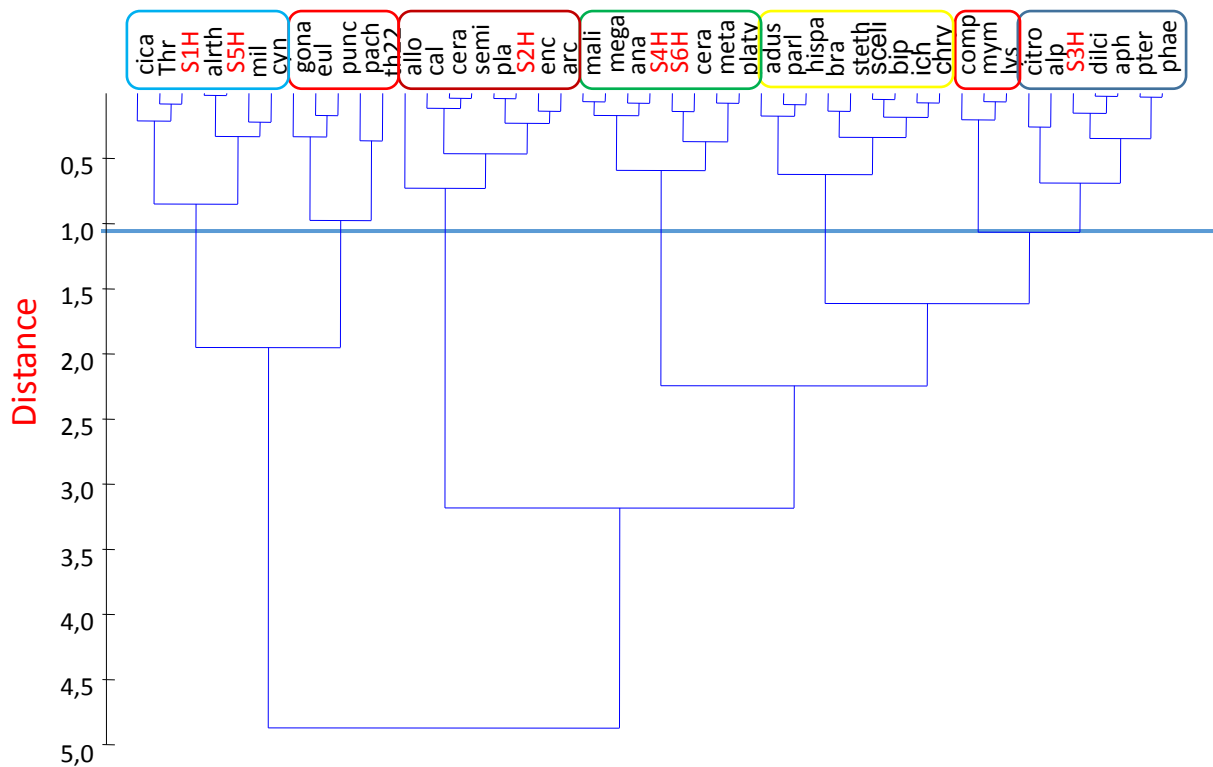
Du côté négatif du même axe, nous rencontrons un autre groupe qui est dépendant aux dates de sorties SH5 SH1, il s'agit d'espèces *Thripidae* sp., *Aphytis milenus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Cicadelidae*, *Cynipoidea*.

Le dernier groupe d'espèces du côté négatif de l'axe 2 coïncide avec la sortie SH2, est représenté d'espèces prédatrices et parasitoïdes, donc leur contribution à la formation de l'axe a été très importante, comme exemple nous citons les espèces : *Ceraphronidae*, *Alloxystasp*, *cales noaki*, *Semidalis aleyrodiformis*, *Clitostethus arcuatus*, *Encarsiasp*,

#### **4.3.3. Cluster analysis :**

La classification ascendante et hiérarchiques montre dans la figure suivante une nette séparation de sept groupes homogènes.





**Figure 6.18** :projection des variables des abondances des peuplements d’insectes inventoriés de Hadjout sur le plan factoriel CAH

#### 4.3.4.Indice de Shannon :

Les valeurs de la diversité de Shannon –Weaver ( $H'$ ), de la diversité maximale ( $H'_{max}$ ) et de l'équitabilité ( $E$ ) pour les espèces capturées dans le verger de Bouguara sont présentées dans de le tableau

**Tableau 9** : Indice de Shannon

H max	3,76120012	$H_{max} = \ln S$
Taxa_S	43	
Shannon_H'	2,732	
Equitability_E	0,7264	$E = H'/H'_{max}$

**H' (bits)** : indice de diversité de Shannon –Weaver

**H'max** : Diversité maximale

**E** : Indice d'équitabilité

**S** : Richesse totale

#### 4.3.5. Indice de Jaccard (diversities t test) :

Le calcul de la valeur de l'indice de Jaccard pour les deux types de vergers est illustré dans le tableau.

**Tableau10** : .les .valeur de l'indice de Jaccard

Jaccard	$J=c/(a+b+c) = 0.82$
Intervalle entre 0 et 1	<b>c</b> = nbre des esp commune entre les 2 vergers
	<b>a</b> =nbres des esp propre au verger a
	<b>b</b> =nbre des esp propres au verger b

La valeur de l'indice de Jaccard est de 82 %. Cet indice montre que les deux types de vergers, présentent une faible différence du point de vue diversité faunistique. D'autre part le verger de Bouguara est caractérisé par un nombre d'espèces légèrement supérieur à celui de Hadjout, ce qui signifie que la richesse spécifique est plus importante dans ce verger.

En comparant l'effectif moyen pour le groupe des espèces caractérisant le verger de Hadjout dans les deux stations (si l'espèce est présente dans les deux stations) on peut dire qu'il a une différence très apparente entre les deux stations avec des effectifs élevés de cette station moins traitée par rapport à celle traitée de Hadjout (*Encarciasp*, *Alaptussp*, *Semidalis aleyrodiformis*, *Platynaspis luteorubra*, *Clitostethus arcuatus*, *Chilocurus bipustulatus*, *Megaspelidae*, *Anagrussp*, *Aphytis hispanicus*, *Parlatoria ziziphi*, *Platipalpus*. Ceci est dû aux traitements phytosanitaires qui sont considérés comme des destructeurs vis-à-vis des insectes. Cette destruction est provoquée par plusieurs facteurs. On cite entre autre :

- Le large spectre d'action des produits phytosanitaires.
- La rémanence des produits phytosanitaires.

Nous pouvons citer un autre aspect, l'aspect qualitatif qui touche la présence ou l'absence de l'espèce dans les deux stations. D'après les résultats de l'inventaire dans les deux vergers nous avons remarqué l'absence de 3 espèces dans la station de Hadjout et qui sont présentes dans la station de Bouguara. Ceci s'explique par la richesse spécifique importante dans la station moins traitée comparée à celle traitée. En dernier, on peut dire que

les facteurs majeurs intervenant dans ce cas c'est d'une part les traitements phytosanitaires et l'âge du verger qui limitent la diversité entomologique dans la station fortement traitée lorsqu'elle est comparée à celle moins traitée. D'autre part nous avons trouvé les facteurs climatiques qui jouent un rôle très important

## 5. Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)

La richesse taxonomique et la diversité mesurée par l'indice de Shannon ne diffèrent pas significativement ( $p=0$ ) que ce soit par la méthode des bootstrap ou celle des permutations) (Tableau 4.2). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations (Bougara\_Hadjout).

**Tableau11** :. Comparaison des richesses et des diversités spécifiques des deux régions différents d'étude

	Hadjout	Bougara	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	43	50	0	0
Shannon H	2,732	2,621	0	0
Evennesse <sup>H/S</sup>	0,3574	0,275	0	0
Equitability J	0,7264	0,67	0	0

## DISCUSSION GENERALE

Après la détermination des espèces, les données brutes ont été exploitées par l'indice écologique de Shannon-Weaver et Jaccard, ces valeurs sont mentionnées dans les tableaux (8.9.10).

La richesse totale la plus élevée est remarquée à la station de BOUGARA où les sorties coïncident avec le mois d'avril et mai. D'autre part la moins faible est enregistrée au verger de HADJOUT, concernant la valeur de H' bits calculée dans le verger de BOUGUARA est de 2.61, en effet elle représente 67% de la Hmax. Contrairement à la station de Hadjout où H'est égale à 2.72 bits. Cette méthode d'analyse, nous a permis de mettre en évidence la relation entre la valence des espèces auxiliaires des échantillons (prédateurs, parasitoïdes) en fonction du calendrier de sorties et de la région.

Nous avons constaté que les espèces ne sont pas communes à toutes les sorties, 42 espèces communes aux deux vergers au cours de la poussée de sève printanière. Cela nous a permis de contribuer à la valorisation des espèces susceptibles d'être utilisées en lutte biologique dans un verger de Citrus selon en faisant analyser la dynamique des groupes fonctionnels dans la période printanière de l'année 2019.

Dans le verger de HADJOUT, les sorties SH6 SH4 SH3 sont les plus riches en espèces (06), sur le plan des espèces caractéristiques de cette poussée de sève c'est la sortie SH2 composée surtout par les prédateurs et parasitoïdes (aphidiphages, coccidiphage) soit 5 espèces recensées.

#### **Indice de diversité de Shannon-Weaver :**

L'exploitation des résultats bruts par l'indice de Shannon a montré que les valeurs de la diversité de Shannon –Weaver ( $H'$ ) la plus élevée est enregistrée au verger de Bougara avec 2.72 bits par rapport à celle du verger de Hadjout qui est de 2.61 bits, ces valeurs sont dépendantes des valeurs du  $H'$ max qui sont dans les deux de figures proches du  $H'$ , ce qui signifie que les espèces présentes dans les deux vergers avec leurs effectifs ont une tendance à être en équilibre. Néanmoins la répartition des espèces potentielles échantillonnées dans le verger de Hadjout est plus homogène.

La valeur de  $S$  varie de 0.6 à 1 pour les deux vergers la répartition des espèces est considérée comme régulière. Ceci s'explique du fait que dans les orangeries, les insectes sont très présents ce qui justifie le nombre important d'individus capturés.

#### **L'indice de jaccard :**

La valeur de l'indice de Jaccard est de 82 %. Cet indice montre que les deux types de vergers, présente une faible différence de point de vue diversités faunistiques. L'application successive de la même matière active a éliminé certaines espèces, se sont surtout des espèces utiles, qui ne résistent pas aux traitements effectués.

Les prédateurs et les parasites jouent, par conséquent, un rôle considérable dans le maintien des équilibres naturels et dans la diminution des populations ravageur. La disparition de ces insectes, vont perturber l'équilibre et permet aux espèces ravageurs résistants de dominer par rapport aux autres espèces qui peuvent provoquer des pertes économiques très importantes. Les traitements utilisés provoquent aussi la destruction de

pyramide de masse, de telle sorte, que la disparition d'une espèce provoque la disparition de leurs cortèges auxiliaires.

Les espèces qui ont développé une certaine résistance aux produits ou qu'ils ont un moyen de protection vis-à-vis ce traitement (Balachowsky,1966).

Selon Lucas et Rosenheim (2011), L'optimum de température pour la prédation dépend principalement de l'efficacité de recherche du prédateur, ce qui s'explique d'une part par l'importance du taux de prédation et activité de recherche, et secondairement par le temps de manipulation des proies. Les paramètres énergétiques sont en interaction entre prédateur-proie et augmentent avec la température, ce rythme diminue lorsque les températures dépassent les valeurs optimales.

Les citrus sont sujettes aux différentes attaques d'homoptères (cochenilles, pucerons) suceurs de sève. Parmi ces espèces le groupe des cochenilles se protègent contre les conditions climatiques défavorables et les traitements phytosanitaires par des glandes sécrétant la cire, où se forme un bouclier protecteur chez le pou noir et la cochenille virgule.

Du point de vue voracité, les plus importantes des familles des coccinelles aphidiphages sont les Coccinellinidae. Ces espèces sont des destructeurs très actifs de pucerons dans leurs formes larvaire et adulte. Leur action régulatrice sur les populations des ravageurs est aussi importante que celle des syrphes et des chrysopes. (Sahraoui et Gourreau, 2000).

L'abondance de ces prédateurs peut être favorisée par la pratique des cultures intercalées et par les irrigations qui peuvent créer un microclimat favorable. Selon Sahraoui et Hemptinne, (2009), les études basées sur l'analyse des variations des facteurs écologiques et trophiques, ont révélé que les résultats quantitatifs annuels indiquent que les années 2003 et 2004 étaient les plus représentées avec respectivement 19 et 16 espèces, alors qu'en 2005, seulement 11 espèces ont été récoltées. Selon ces auteurs, indépendamment des facteurs d'ordres climatiques et trophiques, les coccinelles ont trouvé des conditions microclimatiques très favorables en 2003 et 2004, en raison de l'installation des cultures intercalées et d'irrigations effectuées en été dans les vergers. La pratique de la culture intercalée offre un microclimat idéal pour le

développement des coccinelles et autres prédateurs et parasites. Ces cultures intercalaires peuvent héberger différentes coccinelles aphidiphages *C. algerica* et *H. variegata*, acariphage *Stethorus punctillum*, aleurodiphage *Clitosthetus arcuatus*.

La régulation des populations de bio-agresseurs est d'autant plus efficace que l'activité des prédateurs s'exerce précocement dans la chronologie de la pullulation des ravageurs. Ceux-ci doivent également développer leurs stratégies et capacités de prédation sur de faibles surfaces et effectifs de la proie (Doutt et al. 1999). Outre, ce paramètre est prioritaire pour énumérer les espèces de coccinelles qui sont capables à braver les premières pullulations des ravageurs des agrumes (pucerons, cochenilles) (Sahraoui et Hemptinne, 2009).

L'interaction entre deux prédateurs est influencée pas de nombreux facteurs tels que la taille relative des protagonistes, leur mobilité, leur spécificité alimentaire, et leur moyen d'attaque et de défense (Hindayana et al. 2001; Lucas 2005).

D'autres espèces principalement prédatrices ont été rencontrées dans les deux vergers d'étude à savoir les Chrysopidae, les Cecidomyidae, et les coniopterigidae. L'analyse des résultats obtenus montre une prédominance du chrysope *Chrysoperla carnea* dans les deux vergers au cours de la période expérimentale (de début février jusqu'au début juin) et la présence de 2 espèces des coniopterigidae *Semidalis aleyrodiformis* et *coniopteryx* sp dans le verger d'oranger variété Washington pendant le mois d'avril seulement (début de la période d'activité). L'entomofaune prédatrice étudiées dans les deux vergers d'oranger reflète une bonne interaction trophique traduisant un certain équilibre entre les communautés.

Kytö et al., (1996 in Kumbasli, 2005) signalent que la fertilisation influence le succès du développement d'un défoliateur non seulement au niveau du complexe arbre-déprédateur, mais également au niveau du complexe phytophages-parasitoïdes (prédateurs) : la fertilisation influence les performances de l'état physiologique des arbres au sol et les caractéristiques du sol en même temps que la végétation. Ce qui implique une abondance et activité des organismes antagonistes des défoliateurs qui pourraient augmenter et entraîner, à plus ou moins long terme, une diminution des dommages causés par les insectes herbivores. D'autres auteurs Gharbi en 2005 et en 2006, mentionnaient

que lorsque les vergers étaient complètement abandonnés, un retard dans l'arrivée des poussées de sève et une rareté de la nourriture était provoqué.

Des plantations de haies peuvent être associées aux vergers qui vont jouer le rôle de réservoir de biodiversité ce qui permet de multiplier la faune auxiliaire dans les agro-écosystèmes également. Dans un verger agrumicole, Sahraoui et hemptinne (2009) suggèrent la plantation des espèces *Pittosporum tobira*, *Legustrum japonicum* et *Nerium oleander* alentours immédiats des vergers. Ces espèces sont de véritables biotopes d'ennemis naturels, abritant une dizaine d'espèces de coccinelles qui vivent également sur agrumes en Algérie.

L'augmentation du nombre de proies extraguildes diminue généralement la probabilité de rencontre des prédateurs et, par conséquent, la fréquence des interactions intraguildes (revue par Lucas et Rosenheim 2011). Cette diminution est d'autant plus marquée lorsqu'attaquer la proie intragilde représente un risque pour le prédateur intragilde (Lucas 2005). En revanche, lorsqu'il est plus avantageux de consommer la proie intragilde que la proie extragilde, cet effet est atténué car le prédateur intragilde cherche activement la proie intragilde.

La prédation intragilde peut apparaître au sein des communautés naturelles terrestres, d'eau douce, marines, aquatiques de surface, aériennes et des agroécosystèmes cependant, il existe trois types de prédation intragilde qui correspondent à ce dernier scénario: (1) nutritionnelle en raison de gains nutritionnels importants associés à la consommation de la proie intragilde, (2) compétitive car consommer la proie intragilde élimine un compétiteur potentiel, et (3) protectrice si consommer la proie intragilde élimine un prédateur potentiel quand l'intragilde est symétrique (Lucas 2001,2005).

Ainsi les Lynphiidae peuvent consommer de 1.5 à 1.7 puceron/m<sup>2</sup>/9 h ou 0.023-31.2 pucerons/m<sup>2</sup>/jour soit 105.6 pucerons/m<sup>2</sup>/saison. alors que les araignées peuvent être consommées 20 pucerons/m<sup>2</sup>/jour selon Nyffeler et Benz (1988b) in Alioua (2012).

## Conclusion

Les résultats aux quels nous avons abouti sur l'étude des potentiels biotiques ont révélé une disponibilité importante et diversifiée en entomophages parasitoïdes et prédateurs notamment, Les richesses et les diversités pour les deux vergers étudiées dans la région de Blida et Tipaza.

La connaissance de la composition de la faune des auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) est essentielle pour l'application de la lutte biologique, l'amélioration de ce programme repose en partie sur l'utilisation de concepts ou outils issus de l'écologie, de la biologie des populations et de la biologie évolutive.

L'étude entomologique dans les deux vergers d'agrumes a permis de répertorier 53 espèces d'insectes repartis en 26 familles. Les auxiliaires étudiées sont représentés par 21 familles dont 4 familles prédatrices et 17 parasitoïdes. Ces derniers jouent un rôle important dans la régulation des bioagresseurs dans le verger en l'absence des traitements phytosanitaires.

Pour améliorer la durabilité des vergers en milieu agrumicole, il serait judicieux de mettre en place des pratiques culturales adéquates permettant une protection durable de la diversité de la faune auxiliaire au sein de ces agroécosystèmes.

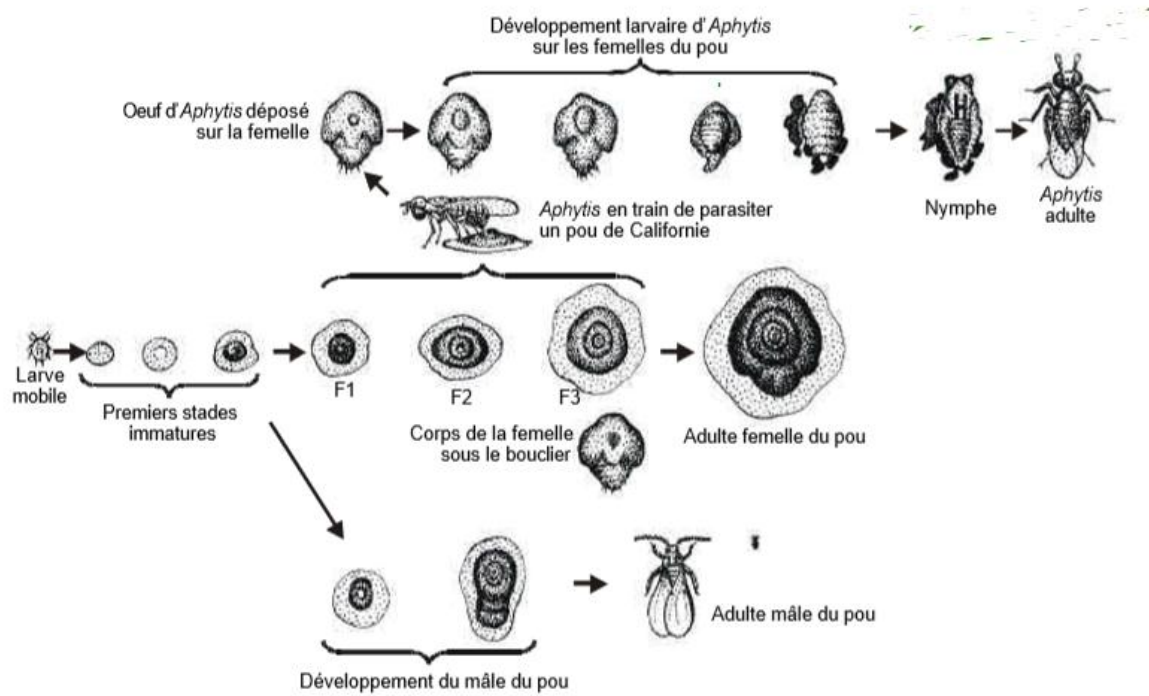


**ANNEX :**

**Annex A**



**Figure A.1.** les différents type de des agrumes



**Figure A2** .Cycle biologique de pou de californie avec son parasitoïde *aphytismilinus* .

## ANNEX B :

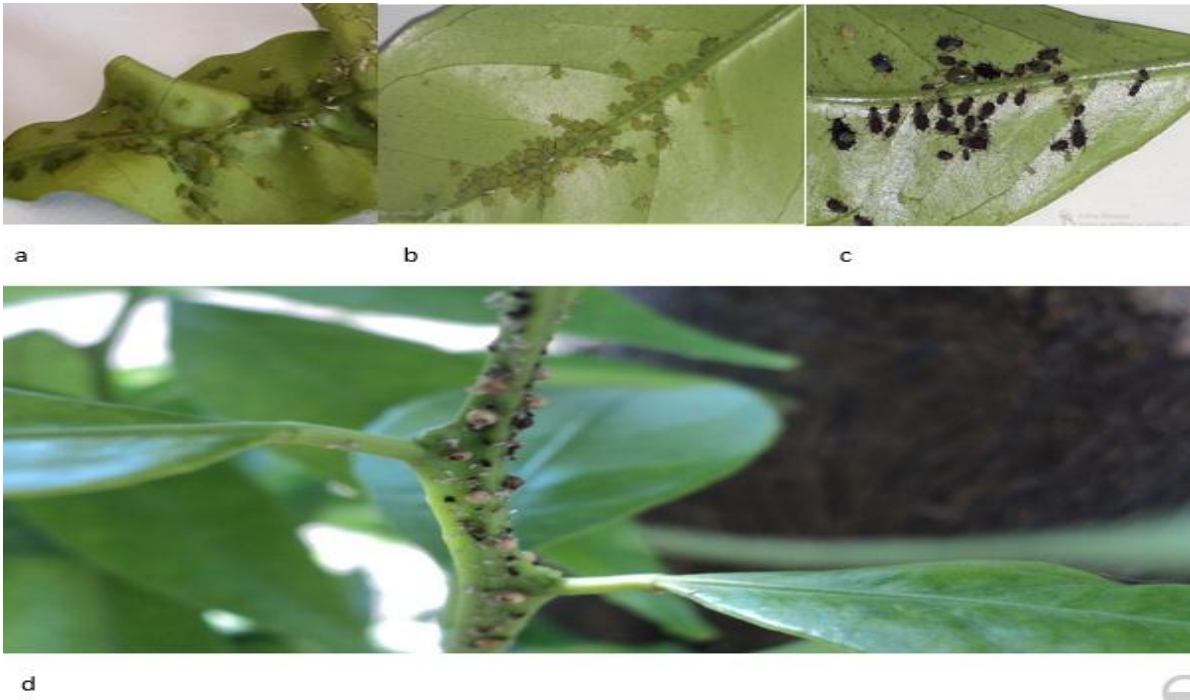


Figure B1. (a,b) :colonies d'*Aphispiraecola* sur feuille d'agrumes ; (c) colonie de *Toxoptera citricida* sur feuille d'agrumes ; (d) momies des pucerons sur rameau d'agrumes (originale 2019).

## ANNEX C



Figure C1. *Aleurothrixus floccosus* adultes sur feuille d'agrumes (originale 2019)



**Figure C.2.** pontes d' *Aleurothrixus floccosus* sur feuille d'agrume (originale 2019)

**ANNEX D :**



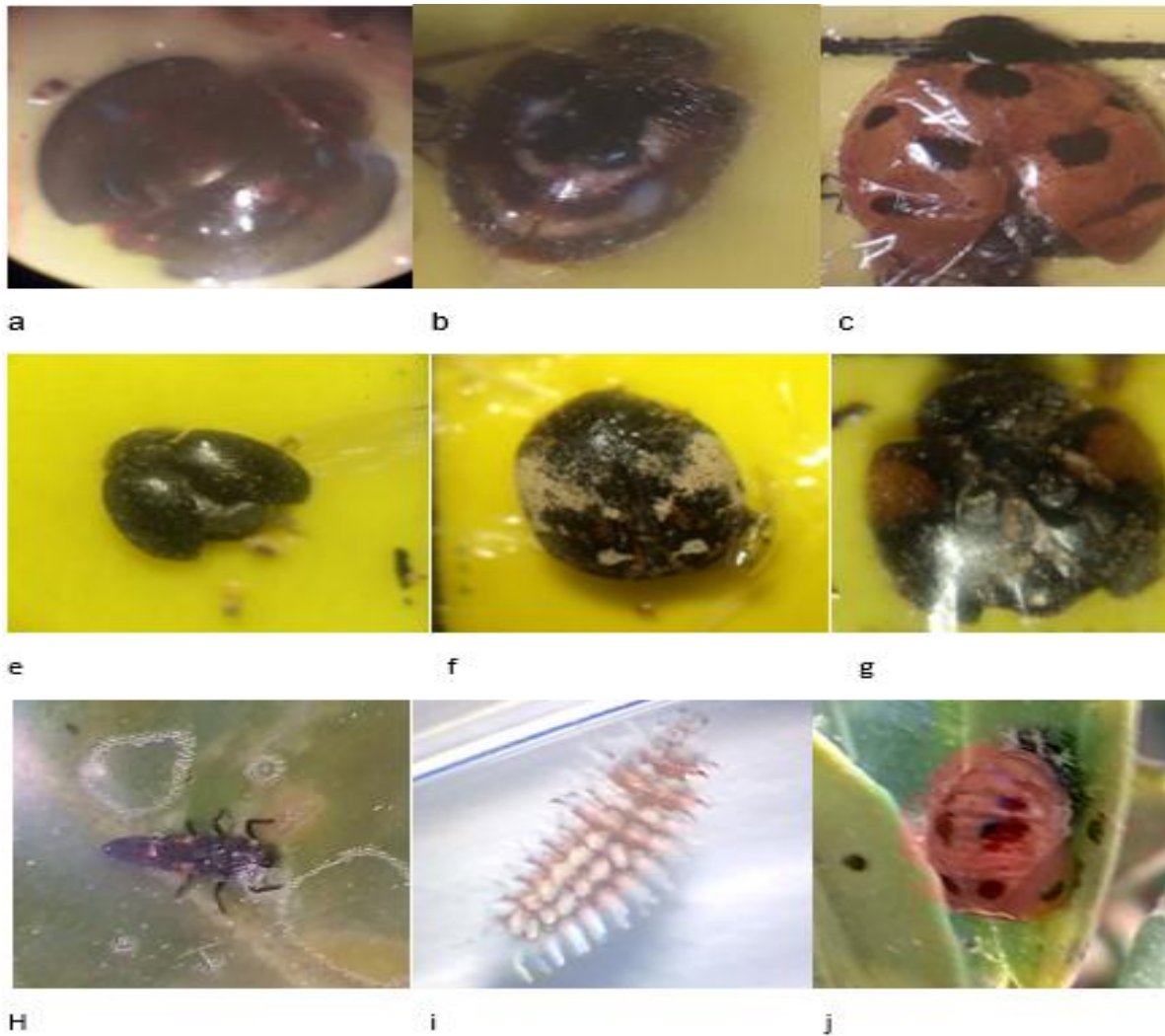
**Figure D1.** Pou noir : *Parlatoria ziziphi* r sur feuille d'agrumes (originale 2019)

**ANNEX E :**



**Figure E1.**Dégâts de la mineuse : *Phyllocnistis citrella* sur les feuilles d'agrumes (originale 2019)

ANNEX F :



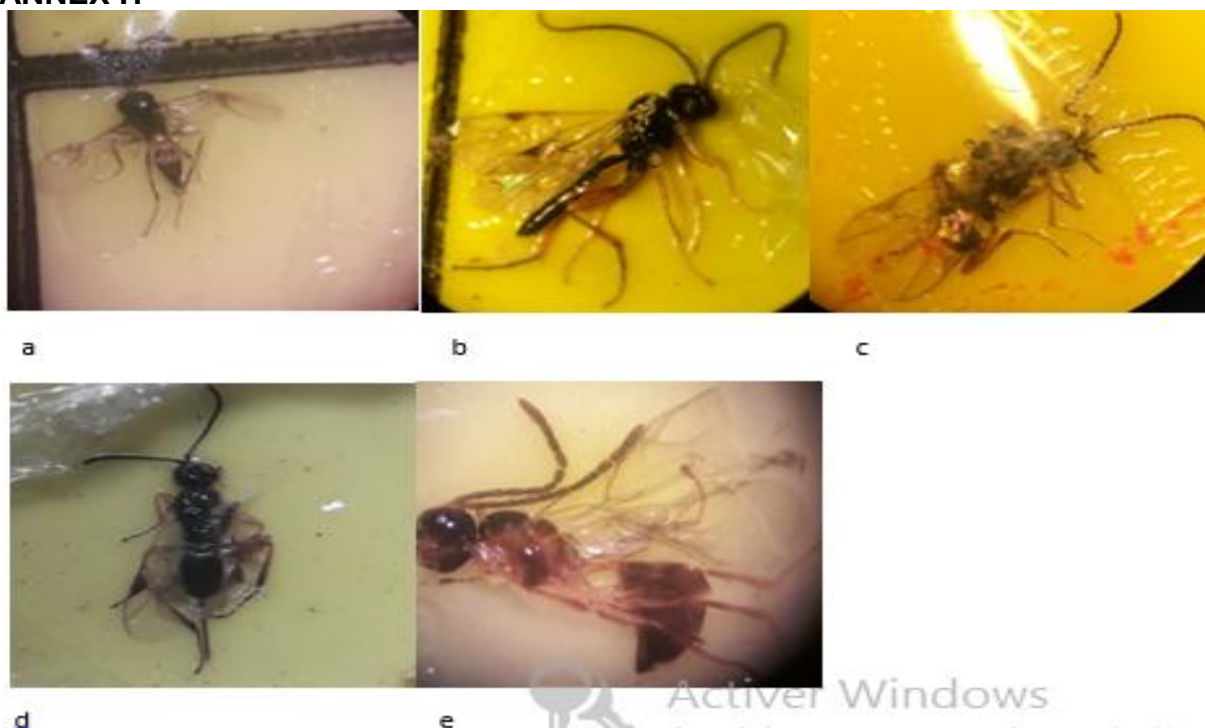
**Figure F.** Espèces de la famille des Coccinellidae : (a)*Chilocurus bipustulatus* ; (b) *Clitostethus arcuatus* ; (c)*coccinella septempunctata* ; (e)*Stethorus Punctillum* ; (f)*coccinella* sp ;(g)*Platynaspis luteorubra* ; (h) ; (i)larve de *scymnus*sp (j) larve de *coccinella septempunctata*. (Original ; 2019)

**ANNEX G :**



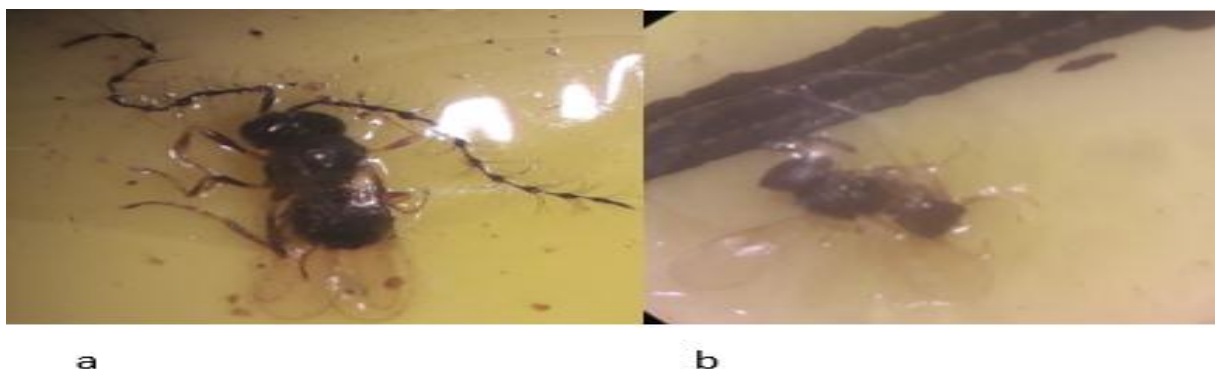
**Figure G.** Espèces de sous-ordre *Neuroptera* : (a,b) *Semidalisaleyrodiformis* ; (c) *Chrysoperla carnea* (Originale ;2019)

**ANNEX H**



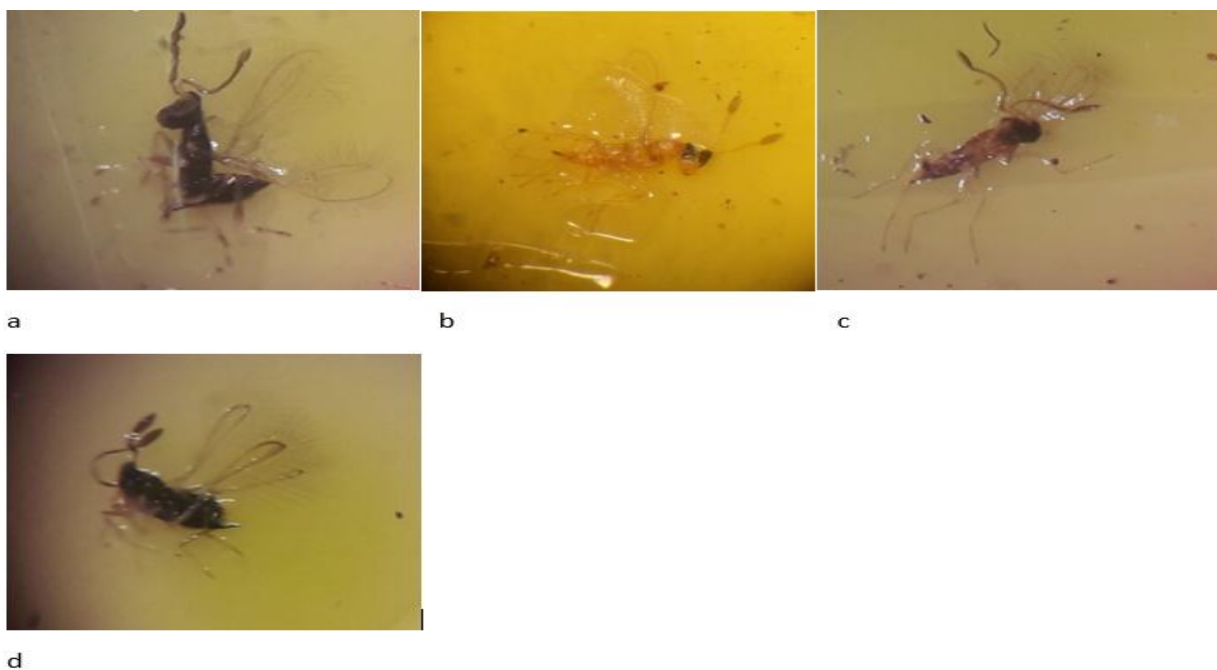
**Figure H.** Espèces de la famille des *Braconidae* : (a,b,c,d) *Braconidaesp* ; (e) *Aphidius* sp (Originale ; 2019)

## ANNEX I



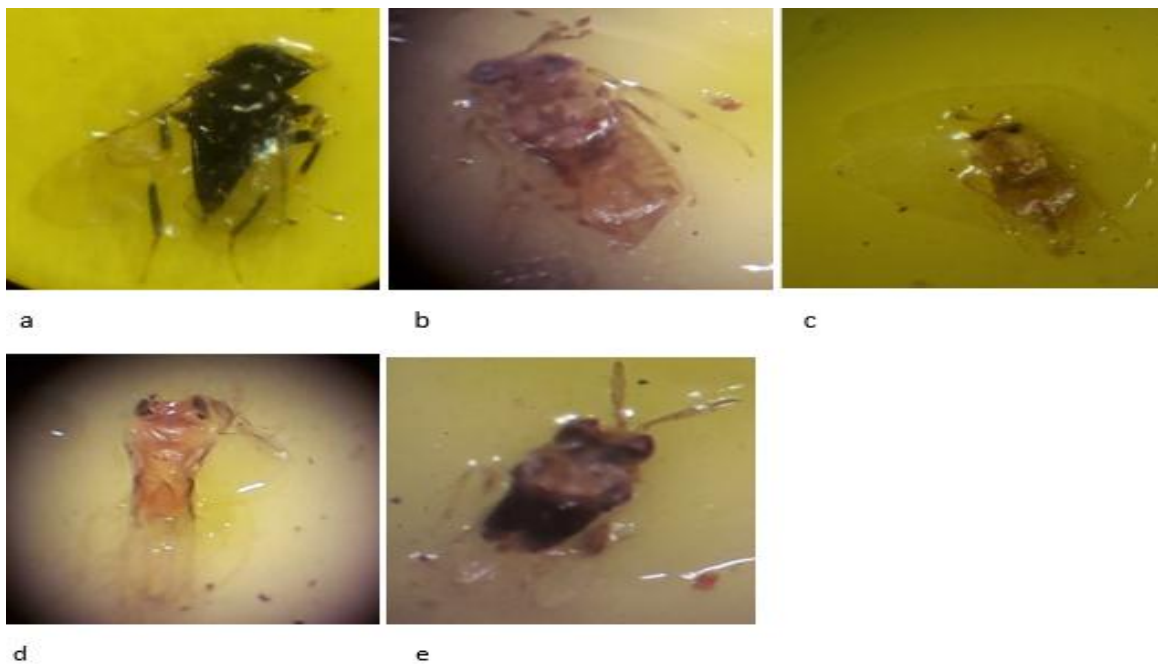
**Figure I1.** Espèces de la super famille de scilionodea : (a) platygastridae ;  
(b) Scilionidae. (Originale ; 2019).

## ANNEX J



**Figure J1.** Espèces de la famille des Mymaridae: (a) *Gonatocerus* sp.; (b) *Stethynium triclavatum* ; (c) *Anagrus* sp (d); *Alaptus* sp (original, 2019)

## ANNEX K



**Figure K1.** Espèce da la famille des Aphelinidae : (a)*Aphelinus mali* ; (b) *Aphytishispanicus* ; (c)*Aphytismilenus* ; (d) *cales noaki* ; (e) *Encarsiasp* (original ; 2019).

## ANNEX L



**Figure L1.** espèce de la famille des Encyrtidae *Metaphycus flavus* (originale ; 2019)



## ANNEX M



**Figure M1.**Adulte de *Citrostichus phyllocnistoides* (Chalcidoïdea, Eulophidae)  
Parasitoïde de la mineuse des feuilles d'agrumes *Phyllocnistis citrella*(Originale, 2019)

## ANNEX N



**Figure N1.**Espèce de la famille des Diaspididae : Mal *Parlatoria ziziphi* (originale ; 2019)

## ANNEX O



**Figure O1.** Espèce de la famille des Thripidae : thripidae sp (originale ; 2019 )

## Références bibliographique :

Agagna.Y., 2016. Role D'aphytis melinus (hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveau d'infestaion du pou de Californie Aonidiella aurantii (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier . Santé végétale et environnement. Zoologie agricole et forestière. Rouiba.pp 8

Anonyme, 1976 *La protection phytosanitaire des agrumes*.Ed. Ciba Geigy

Anonyme ,2014 Bulletin de Santé du Végétal - Agrumes Kiwi n°4.

Baggiolini G., Mathys .J et Neury G ., 1965 Etude comparative de quatre methodes d'estimation des populations d'arthropodes ravageurs vivant sur pommier et suggestions pour leur utilisation pratique . enthomorphage . Mem HS n°03

Balachowsky A.S., 1966. Entomologie appliquée à l'agriculture", Tome II. Les Lépidoptères. Ed. France Masson – Paris, 1397p.

Barrett H.C. and Rhodes A.M., 1976. A numerical taxonomic study of the affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. Systematic Botany. 1: 105–136.

Boisclair, J. et Estevez, B. (2006). Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité. Phytoprotection, 87 (2), 83–90 ;

Bornard A., Cozic P. et Brau-Nogue C., 1996 - Diversité spécifique de la végétation en alpage, influence des conditions écologiques et des pratiques écologiques. Ecologie, T. 27 (2). : 103-115.

Boussaad L., 2003 – Situation des ravageurs des agrumes et de leurs ennemis naturels en verger biologique, sous protection intégrée et conventionnel dans la région de Marrakech. Workshop International: Apport des Biotechnologies en production intégrée, 13 Décembre 2003, 73 p.

Biche M, 2012 les principaux insectes ravageurs des agrumes en algerie et leurs ennemis naturels F.A.O., 36p.

Bove J.et Cassin J.1968.problèmes de l'agrumiculture réuninnaise.compte rendu de missin.Doc.IRFA-INRA, 15p

Chailleux A.,2013 Importance des interactions multi-trophiques dans les agrosystèmes pour la mise au point d'une lutte biologique contre une espèce invasiv Thèse de doctorat de l'Université de Nice-Sophia Antipolis Mention : Biologie des Interactions et Ecologie Ecole Doctorale Sciences de la Vie et l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Nice-Sophia France .

Chouibani, M., Ouizbouben, A., Kaack, H., 2003. *Protection intégrée des agrumes*. Ed.D.P.V., des Contrôles Technique et de la Répression des Fraudes en coopération avec la GTZ (Projet Contrôle Phytosanitaire) : 13p.

- Denno, R. F. Lewis, D. Gratton, C., 2005. Spatial variation in the relative strength of topdown and bottom-up forces: causes and consequences for phytophagous insect populations. *Annales Zoologici Fennici*, **42**, 295-311.
- Dajoz R., 1971. Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- Dajoz, R., 2002. Les Coléoptères. Carabidés et ténébrionidés. Ed. LAVOISIER, Tec et DOC., 522 p. 143
- Dupin t., 2017-*Observation des ravageurs et de leurs ennemis naturels dans des vergers d'agrumes menés avec des pratiques agroécologiques en Martinique*.mém.Master,pro.tech.du végétale.,univ.RENES1,France,90p.
- Étienne, J., Quilici, S., Marival, D., & Franck, A. (2001). Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (hymenoptera: Eulophidae). *Fruits*, 56(5), 307-315.
- Ferhat M.A., Meklati B.Y. et Chemat F., 2010 – Citrus d'Algerie : les huiles essentiels et leurs procédés d'extraction .ED. OPU, n°5130. Alger. 157 p.
- FLESCNER, C. A. — 1960. Parasites and Predators for Pest Control. —*In* REITZ. Biological and chemical control of plant and animal pests. —*Publ. Amer. Asso. Adv. Sc.* Washington, 183–199.
- FAO, 2012 : production mondiale d'agrumes frais et transformés. Données statistiques annuelles de la FAO. 60Pp. 30
- Forkner, R.E. Hunter, M.D., 2000. What goes up must come down? Nutrient addition and predation pressure on oak herbivores. *Ecology*, 81, 1588-1600.
- Froelicher et. Khan,L,A,et Kender,WJ., 2000.citrus Genetic,breeding and biotechnology.CABI head office nosworthy.oxford UK
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids*.Princeton University Press, Princeton.
- Gourmel C., 2014. Catalogue illustré des principaux insectes ravageurs et auxiliaires des cultures de Guyane. Ed. Coopérative BIO SAVANE.70p.
- Gratton, C. Denno, R. F., 2003. Seasonal shift from bottom-up to top-down impact in phytophagous insect populations. *Oecologia*, **134**, 487-495.
- Hairston, N. G. Smith, F. E. & Slobodkin, L. B., 1960. Community structure, population control and competition. *The American Naturalist*, **44**, 421–425.
- Heinz KM, Van Driesche RG, Parrella MP. 2004. Biocontrol in protected culture. 551 pp
- Heppner J.B., 1995. Citrus leafminer (Lepidoptera:Gracillariidae) on fruit in Flor
- Hufty A., 2001. " Introduction à la climatologie", Ed. de Boeck Université, Bruxelles. 542 p. - Florida Entomol. 78(1), 183-186.
- Jourdheuil P., P. Grison et A. Fraval la lutte biologique : un aperçu historique Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA n° 15

- Lachiheb, A., 2008. *optimization de la dose d'irradiation dans le cadre d'un projet de lutte contre Ceratitiscapitata*. Memoired'ing ; Ecole sup. d'agri : De Mograne, Tunisie. 122
- Lekchiri, A., 1978. *La cératite au Maroc*. CEC / IOBC. Symposium / Athens. Ed. R. Cavalloro: 571-576.
- Loussert R., 1989-Les agrumes, production. Ed.Sci.Univ. VOL 2, Liban, 280p.
- Loussert.R, 1985.les agrumes.Paris,France,J.B.Bailliere.136pp
- Mouandaz A, 1990 .Inventaire des cochenilles et leurs ennemis naturels sur les Agrumes. Fluctuation des populations de quatre Diaspines dans la Mitidja. Th. Ing. Agro., Inst. Agro., Blida, 140p.
- Motomura . ,1932. Etude statistique de la population écologique (en japonais). - Doobutugaki Zassi 44: 379-383.
- Muller Y., 1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord, place dans le contexte medico-européen. Thèse Doctorat., Univ de Dijon, 318 p. 135 Le Jeune A., 1990. Ecologie alimentaire de loutre (*Hydrictis macubicollis*) au lac Muhazi. Rwanda. *Mammalia*, T. 54 (1) : 33-45. 136
- Murdoch, W.W., 1966. Aspects of the population dynamics of some marsh *Carabidae*. - *J. Animal Ecology*, 35, 127–156.
- Nicolosi E., Deng Z.N., Gentile A., La Malfa S., Continella G. and Tribulato E. 2000. Citrus phylogeny and genetic origin of important species as investigated by molecular important species as investigated by molecular markers. *Theor. Appl. Genet.* 100: 1155-1166.
- Noémie Lambert, 2010 . applicabilité de la lutte biologique aux ravageurs au québec M.Env. Université de Sherbrooke PP .85.
- Ollitrault P., Jacquemond C., Dubois C., Luro F., 1999. Citrus. In: Genetic diversity of cultivated tropical plants. Edited by Hamon P., Seguin M., Perrier X., Glaszmann J.C. Enfield, Science Publishers. Montpellier, pp. 89-111
- Mélodie Olliviers 2015 Caractérisation des communautés adventices des vergers d'agrumes de la Réunion et détermination d'espèces favorables à la mise en place de la lutte biologique par conservation Université de Rennes Institut de génétique, environnement et protection des plantes p 30.
- Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : quelques réflexions.Bull.Soc.Hist. Agri.Afri du Nord. PP.24- 25. 134
- Seguy, E., 1934. *Atlas des Diptères de France-Belgique-Suisse. I – Introduction et caractères : Nématocères-Brachycères (I). II – Développement et biologie : Brachycères (II). Siphonaptères* Éditions N. Boubée& Cie. 411p.

- Wajnberg, E. Bernstein, C. van Alphen, J., 2008. *Behavioural Ecology of Insect Parasitoids - From theoretical approaches to field applications*. Blackwell Publishing, Malden, 445 pp.
- Webber H.J., 1967. History and development of the citrus industry. In: The citrus industry. 1. Reuther W. et al. (eds.), Berkeley, Etats-Unis, University of California Press, pp. 1-39.
- Rebour H., 1966. "Les agrumes", Manuel de culture des citrus pour le bassin méditerranéen, Ed.J.B.Bailler et Fils,Paris, 278p.
- White, I.M., Elson Harris, M.M., 1992. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. CAB International Wallingford: 602 p.
- Wright, M. G., & Bennett, G. M. (2017). Evolution of biological control agents following introduction to new environments. *BioControl*, 1-12.
- <https://www.bing.com/images/search?vicontent%2fuploads%2f2017%2f11%2fCarte-origines-agrumes-oranges-mandarines-clementines-monde-production.jpg>
- Olf, H. Brown, V.K. Drents, R. H. (eds). *Herbivores: between Plants and Predators*. Blackwell Science, Oxford. 106-109 pp. 72
- Le Jeune A., 1990. Ecologie alimentaire de loutre (*Hydriectis macubicollis*) au lac Muhazi. Rwanda. *Mammalia*, T. 54 (1) : 33-45