

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

Theme

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

**Ecologie des communautés auxiliaires associées aux aphides des vergers d'agrumes  
Hadjout-Sommaa**

Présenté par : Ouyahia Hadjer

Cherrati Zhor

Devant le jury composé de :

Présidente : DJEMAI.I	M.C.B	U. Blida 1
Promoteur : MAHDJOUBI. D.	M.C.B	U. Blida 1
Copromoteur: HAMAS.F	M.C.B	U.BLIDA 1
Examineur : HAMAMA	M.A.A	U. Blida 1

Année universitaire 2019 /202

# Remeremerciements

Au bon Dieu, Pour la volonté et la patience qu'il nous a donnée pour réaliser ce travail.

*Nous tenons à remercier sincèrement monsieur Mahdjoubi, monsieur Hamas Farid et madame Amina djamia qui a toujours montré leurs écoutes et disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien consacré.*

*Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous les enseignants de la spécialité.*

*Ainsi nos proches et amis qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Merci à tous et à toutes.*

*HADJER et Zehor*

# Dédicaces

**Je dédie ce mémoire Aux êtres les plus chers à nos cœurs, et que nous aimons plus que tout au monde.**

**Ma mère la prunelle de nos yeux, l'exemple de tendresse de patience et d'amour éternel.**

**Mon père, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour notre éducation et notre bien-être. Ce travail est le fruit de leurs sacrifices qu'ils ont consentis pour notre éducation et notre formation**

**Je dédie mes sœurs sont Nabila ,Meriem et leur époux en ordre Abed Lkadre et Ali.et mon frère Djamel, Hakim,Mohamed,Boualem et leur femmes. Sans oublier ses petits enfants.**

**Je dédie ce qui m'a accompagné tout au long de mes études Zehor Et mes amies des joies joyeuses Souad,Sarah,merci . Et les autres amies, je vous souhaite le bonheur et bonne chance à tous.**

**Je dédie à ceux qui m'ont aidé dans l'étude à mon seul espoir dans la vie.**

**Hadjer**

# Dédicace

Je dédie ce travail,

Mon premier remerciement va à Allah de m'avoir donné la capacité, la force et la patience.

A mes grand famille pour leurs sacrifies, leurs encouragements et leur soutien durant toute ma vie, je leur souhaite le bonheur et la bonne santé.

A mon marie Ibrahim qui donnée la capacité et la patience.

A tous mes amis.

A mon promotor Ms mahdjoubi A tous mes enseignants qui m'ont accompagné tous le long de mon cursus.

A mon cher binôme qui m'a accompagné tout au long de ces années.

A tout qui mon aidé de près ou de loin.

**CHERRATI ZHOR**

## Liste des figures

N°	Figure	page
01	Feuilles d'agrumes.	07
02	les principaux constituants des fruits d'agrumes	08
03	cycle phénologiques du clémentinier.	09
04	les différents types de pousses florifères.	09
05	Photo d'un fruit d'orange de la variété Thomson	12
06	Photo d'un pomelo sanguin.	13
07	Photographie d'un Cédratier.	13
08	Photographie d'un Kumquat.	14
09	Photographie des Pamplemousses blanc, rose et sanguin.	14
10	Photographie d'une Lime (Citron vert) et Citron.	15
11	principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.	16
12	Production mondiale d'agrumes par catégories (tonnes).	16
13	Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais	17
14	Cycle biologique de <i>Phyllocnistis citrella</i> .	18
15	Dégâts de la teigne des agrumes sur fleurs.	19
16	Adulte de la cératite (a1 et a2 : femelle ; b1 et b2 : mâle).	20
17	Planococcus citri	21
18	Femelle d'Aonidiella aurantii .	22
19	Mâle et femelle d'une cochenille noire sur une feuille d'agrumes.	23
20	Aonidiella citrina.	24
21	Femelle de Lepidosaphes glowerii	25
22	Femelle de Lepidosaphes beckii	25
23	Femelle de Chrysomphalus dictyospermi	26
24	Bouclier et corps de la femelle	26
25	Femelle de Saissetia oleae	27
26	Aspect général de Coccus hesperidum	27
27	Icerya purchasi avec son ovisac	29
28	Heliiothrips haemorrhoidalis	31
29	Colonie d'Aphis spiraeicola sur feuille d'agrumes.	32
30	Détail des pièces buccales des pucerons.	35
31	Morphologie d'un puceron ailé.	36
32	Schéma d'une tête de puceron.	37
33	Morphologie d'un puceron ailé.	38
34	Cycle biologique complet d'un puceron.	38
35	Diversité des cycles de vie chez les pucerons.	40
36	Le parasitisme des pucerons.	46
37	carte géographique de la Mitidja.	53
38	Situation de site expérimental de la région Tipaza.	53
39	Photo de verger d'étude Tipaza.	53

40	Situation de site expérimental de la région de Blida.	54
41	Photo de verger Blida d'étude Tipaza.	54
42	Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza et blida.	57
43	Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida de campagne 2019-2020.	57
44	plaque engluée sur arbre (originale).	58
45	Matériels utilisés au laboratoire	59
46	Projection des effectifs totaux des espèces trouvées sur le plan d'ordination de l'AFC des deux vergers.	66
47	Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des insectes trouvés des deux vergers	67
48	Abondance relative de familles parasitoïdes récoltées dans le verger d'agrumes de Hadjout.	69
49	Abondance relative des familles parasitoïdes récoltés dans le verger d'agrumes de Soumaa	70

## Liste des tableaux

N°	Tableau	page
1	Les principales étapes du développement floral .	10
2	Quelques espèces aphidiennes endommageant les agrumes	48
3	Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Tipaza.( c°)	55
4	Tableau.04.Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Blida 2018 - 2019 (c°)	55
5	précipitation mensuelle de Tipaza 2018-2019 .(mm)	55
6	précipitation mensuelle de Blida 2018-2019 . (mm)	56
7	Diversité globale de principales espèces inventoriées dans les deux vergers	62-63
8	Comparaison des richesses et des diversités spécifiques des deux vergers.	64
9	Abondance relative de familles parasitoïdes récoltées dans le verger d'agrumes de Hadjout	68
10	Abondance relative de familles parasitoïdes récoltées dans le verger d'agrumes de Soumaa	69

## Sommaire

Introduction.....	01
<b>Chapitre I : Données sur la culture des agrumes.</b>	
1. Les agrumes .....	04
1.1. Historique et origine .....	04
1.2. Position systématique.....	04
1.3. Classification botanique .....	05
1.4. Exigences .....	06
2-Etude botanique et phrénologique.....	07
2.1. Etude botanique .....	07
2.1.1.Système racinaire .....	07
2.1.2 Système aérien .....	07
2.1.2.1. Tiges et feuilles .....	07
2.1.2.2 Fleurs .....	07
2.1.2.3.Fruits.....	07
2.1.2.3 Rameaux.....	08
3- Cycle phénologique.....	08
4- Développement floral .....	10
4.1. Développement des fruits .....	10
4.1.1. La nouaison .....	10
4.1.2. Le grossissement.....	10
4.1.3 La maturation .....	10
5.Etude du milieu .....	11
5.1.Température .....	11
5.2. Le pH et sol .....	11
5.3. Les portes greffes .....	11
6-Les variétés cultivées des agrumes .....	11
6.1. Variétés cultivées d'Oranger.....	11
6.2. Variétés cultivées de Mandarinier .....	12
6.3. Variétés cultivées de Bigradier (Citrus aurantium).....	12
6.4. Variétés cultivées de Pomelo ou Grappe fruit (Citrus paradisi) .....	12
6.5. Variétés cultivées de Cédratier (Citrus medica).....	13
6.6. Variétés cultivées de Kumquat (Fortunella etnoncitrus) .....	13
6.7. Variétés cultivées de pamplemoussier (Citrus grandis).....	14
6.8. Variétés cultivées de Clémentinier .....	14
6.9.Variétés cultivées de Limettier .....	15
6.10. Variétés cultivées de Lime .....	15
7.Importance économique des agrumes .....	15
7.1. dans le monde.....	15
7.2. En Algérie .....	17
8. Etat phytosanitaires des agrumes.....	17
8.1. Lépidoptères.....	18
8.1.1. La mineuse des agrumes (Phyllocnistis citrella).....	18
8.1.2. Teigne des agrumes (Prays citri).....	19
8.2. Diptère.....	19
8.2.1.Cératite des agrumes (Ceratitis capitata).....	19
8.3. Les cochenilles des agrumes.....	20
8.3.1. Pseudococcidae.....	21



8.3.1.1. Planococcus citri.....	21
8.3.2. Les Diaspididae.....	22
8.3.2.1. Aonidiella aurantii.....	22
8.3.2.2. Parlatoria ziziphi.....	23
8.3.2.3. Aonidiella citrina.....	24
8.3.2.4. Lepidosaphes gloverii.....	24
8.3.2.5. Lepidosaphes beckii.....	25
8.3.2.6. Chrysomphalus dictyospermi.....	25
8.3.2.7. Parlatoria pergandei.....	26
8.4. Les Coccidae.....	26
8.4.1. Saissetia oleae.....	26
8.4.2. Coccus hesperidum.....	27
8.4.3. Ceroplastes sinensis.....	27
8.4.4. Coccus viridis.....	28
8.4.5. Les Margarodidae.....	28
8.4.5.1. Icerya purchasi.....	28
8.5. Les aleurodes.....	29
8.5.1. Aleurothrixus floccosus.....	29
8.5.2. Dialeurodes citri.....	30
8.5.3. Aleurolobus olivinus.....	30
8.5.4. Aleurodicus dispersus.....	30
8.6. Les thrips.....	30
8.6.1. Heliothrips haemorrhoidalis.....	30
8.6.2. Scirtothrips aurantii.....	31
8.7. Les pucerons.....	31
8.7.1. Aphis spiraecola.....	31
8.7.2. Aphis gossypii Golver.....	32
8.7.3. Toxopetera aurantii.....	32
8.8. les acariens.....	32
8.8.1. Panonychus citri.....	33
8.8.2. Tetranychus urticae.....	33
8.8.3. Aceria sheldoni.....	33

## **Chapitre II : Données et généralités sur les pucerons**

1. Systématique.....	35
2. Nutrition et régime alimentaire.....	35
3. Caractéristiques morphologiques des aphides.....	36
3.1. La tête.....	37
3.2. Le thorax.....	37
3.3. L'abdomen.....	37
4. Biologie.....	38
5. Reproduction.....	39
6. Cycle biologique.....	39
7. Les dégâts causés par les aphides.....	41
7.1. Les dégâts directs.....	41
7.2. Les dégâts indirects.....	41
7.2.1. Miellat et fumagine.....	41
7.2.2. Transmission de virus.....	41
7.2.3. Les modes de transmission.....	42
8. Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons.....	43

8.1. facteurs abiotiques .....	43
8.1.1. Les températures .....	43
8.1.2. Les précipitations .....	44
8.1.3. La durée d'insolation .....	44
8.1.4. Le vent .....	44
8.1.5. L'humidité de l'air .....	44
8.2. Facteurs biotiques .....	44
8.2.1. Facteurs de régulation .....	44
9. Rôle de la plante hôte .....	45
10. Rôle des ennemis naturels .....	45
10.1. Les prédateurs .....	45
10.2. Les parasitoïdes.....	45
10.3. Les pathogènes .....	46
11. Lutte contre les pucerons .....	46
11.1. Lutte préventive.....	46
11.2. Lutte curative .....	47
11.2.1. Lutte chimique .....	47
11.2.3. Lutte biotechnique .....	47
11.2.4. La lutte biologique .....	47
11.2.5. La lutte intégrée.....	47
12.Pucerons des agrumes .....	48
12.1. Puceron du cotonnier <i>Aphis gossypii</i> (Glover).....	48
12.2.. Puceron vert des agrumes <i>Aphis spiraeicola</i> (Patch) .....	49
12.3. Puceron noir des agrumes <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe) .....	49
12.4. Puceron brun des agrumes <i>Toxoptera citricidus</i> (Kirkaldy).....	49
12.5. Puceron de laurier rose <i>Aphis nerii</i> (Boyer de Fonscolombe) .....	50
12.6. Puceron du pêcher <i>Myzus persicae</i> (Sulzer).....	50
12.7. Puceron noir de la luzerne <i>Aphis craccivora</i> (Koch) .....	51
12.8. Puceron de la pomme de terre <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas).....	51

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

1. Présentation de la région d'étude .....	53
1.1. Présentation des zones d'étude .....	53
1.1.1. Verger de Tipaza (Hadjout).....	53
1.1.2. Verger de Blida .....	54
1.2. Caractéristiques climatiques .....	54
1.2.1. Températures.....	54
1.2.2. Pluviométrie .....	56
1.2.3. Le vent .....	56
1.2.4. Synthèse climatiques.....	56
1.4.1-Diagramme ombrothermique.....	56
2. Les matériels et méthodes d'étude .....	58
2.1. Matériels utilisés .....	58
2.2 . Méthodes d'études .....	59

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

1. Diversité entomologique dans les stations d'études .....	62
2. Relation entre la période d'apparition et les espèces trouvées dans les 2 vergers...	64
3. Variation de l'abondance relative des familles parasitoïdes .....	68
3.1. Verger de Hadjout .....	68
3.2. Verger de Soumaa .....	69
4. Discussion générale .....	71
Conclusion .....	75
Références bibliographiques .....	77

## **Résumé**

La présente étude consiste à étudier la dynamique des ennemis naturels sur les populations aphidiennes dans deux régions de la Mitidja, dans deux vergers d'agrumes Hadjout (Tipaza) et Soumaa (Blida) qui s'est déroulée entre février 2020 et mars 2020. L'étude menée a permis de montrer l'existence de 9 espèces prédatrices et parasitoïdes appartenant à 5 ordres. Celui des *Coleoptera*, des *Diptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera* et des *Neuroptera*. L'activité de ces auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) a lieu principalement au printemps, période coïncidant avec les conditions climatiques favorables et les fortes pullulations des pucerons.

**Mots clés : Puceron, agrumes, prédateurs, parasitoïdes**

**Summary :**

The present study consists of studying the dynamics of natural enemies on aphid populations in two regions of Mitidja, in two citrus orchards Hadjout (Tipaza) and Soumaa (Blida) which took place between February 2020 and March 2020. L The study carried out showed the existence of 9 predatory and parasitoid species belonging to 5 orders. That of Coleóptera, Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera and Neuroptera. The activity of these auxiliaries (predators and parasitoids) takes place mainly in spring, a period coinciding with favorable climatic conditions and strong outbreaks of aphids.

**Keywords: Aphids, citrus, predators, parasitoids**

## ملخص:

تمثلت الدراسة الحالية في معرفة ديناميكيات الأعداء الطبيعية على تجمعات المن في منطقتين من متيجة ، في بساتين من بساتين الحمضيات في حجوط (تيازة) والصومعة (البليدة) ، والتي أنجزت في الفترة ما بين فيفري 2020 و مارس 2020. أظهرت الدراسة التي أجريت وجود 9 أنواع من المفترسات والطفيليات تنتمي إلى 5 رتب. *Diptera*, *Hemiptera*, *Coleoptera* , *Hymenoptera* . يحدث نشاط هذه الأعداء الطبيعية (الحيوانات المفترسة والطفيليات) بشكل رئيسي في فصل الربيع ، وهي فترة تتزامن مع ظروف مناخية مواتية وانتشار قوي لحشرات المن.

**الكلمات المفتاحية:** حشرات المن ، الحمضيات ، المفترسات ، الطفيليات

# Introduction

## **Introduction :**

Les agrumes représentent une culture fruitière importante dans le monde entier (Altaha et al., 2012). Botaniquement, le genre *Citrus* englobe les arbres à feuilles persistantes de la famille des Rutacées (Meagher, 2008). Parmi les espèces appartenant à ce genre, il y a lieu de citer l'oranger doux (*C. sinensis* L.), les mandariniers (*C. reticulata* Blanco, *C. deliciosa* Ten.), le satsuma (*C. unshiu* Marc.), le clémentinier (*C. clementina* Hort. ex Tan), le pamplemoussier (*C. grandis* L. Osbeck), le citronnier (*C. limon* L.), le lime (*C. aurantifolia* Christm. Swingle) et le pomelo (*C. paradisi* Macfad.) (Hanke & Flachowsky, 2010). En outre, il y a des hybrides utilisés comme porte-greffes ; cas des citranges (oranger doux × oranger trifolié), de citrumelo (pomelo × oranger trifolié), de tangelos (mandarinier × pamplemoussier ou pomelo), des tangors (mandarinier × oranger doux) et des hybrides de mandariniers (Peña et al., 2007).

L'Algérie est bien connue par l'importance de la culture des agrumes, mais également par les faibles rendements dus en partie aux attaques des insectes où les pucerons occupent une place non négligeable dans cette optique. A cet effet, il s'avère capital de se pencher sur l'étude de ces peuplements entomologiques inféodés au verger d'agrumes afin de développer une stratégie de protection de ces cultures (LOUSSERT, 1989).

Les agrumes sont commercialisés principalement sous forme de fruits frais ou de jus transformé (Peña et al. 2007). La consommation des agrumes semblent être associée à une diminution de risque de certaines maladies chroniques (Kelebek, 2010). A titre d'exemple, l'héspéridine, présente dans les fruits d'agrumes, réduit sensiblement la tension artérielle. Par ailleurs, les agrumes sont très utilisés en pharmacologie pour la préparation des médicaments contre les maux de dents, la diarrhée, la constipation, l'insomnie et les vomissements (Singh & Rajam, 2009). De plus, les agrumes ont une action antiscorbutique. Ils sont utilisés pour faciliter la digestion, diminuer les flatulences, baisser la fièvre, stimuler les défenses du système immunitaire, réguler le rythme cardiaque, calmer les palpitations et soulager les rhumatismes (Escartin, 2011).

En outre, les agrumes sont très riches en vitamine C et en d'autres vitamines et sels minéraux.



En raison de leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques, les agrumes contribuent à l'équilibre nutritionnel pour les populations à travers le monde (Lacirignola & D'Onghia, 2009). De plus, les agrumes ont d'autres utilisations secondaires, comme aliments des animaux et comme carburants (Kimball, 1999).

De tous les insectes ravageurs des agrumes, les pucerons constituent le groupe qui pose le plus de problèmes. D'après FOUARGE(1990), les particularités biologiques et éthologiques de ces insectes, notamment leur potentiel biotique prodigieux et leur extraordinaire adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme, en ont les déprédateurs majeurs des cultures. Les dommages occasionnés par les pucerons sont de deux types. Les dégâts directs, correspondent à de multitudes prises de nourriture, ce qui engendre un affaiblissement de plante, un avortement des fleurs, un enroulement et une chute des feuilles réduisant la surface photosynthétique et un dessèchement des pousses (DELORME, 1997).Les dégâts indirectes interviennent d'une part par le développement de nombreuses espèces de champignons saprophytes provoquant des fumagines sur la couche de miellat excrété par des pucerons et d'autre part par la transmission de phytovirus. Selon LECOQ (1996), les pucerons possèdent de nombreuses caractéristiques morphologiques et biologiques qui en font des redoutables vecteurs de virus, causant de graves maladies (GRISONI, 1993 in HALI, 2004).

Dans un contexte de bien étudier ce complexe de puceron des agrumes et leurs ennemis naturels en mettant en lumière quelques facteurs importants influençant leur relations, nous avons opté pour l'examen de la diversité d'auxiliaires prédateurs et parasitoides associés aux aphides dans deux régions de la Mitidja dans le but de maîtriser les paramètres environnementaux en vue de lutter contre leurs agressions et de diminuer leurs dégâts sur cette culture. Notre manuscrit s'est construit en deux parties, la partie bibliographique qui comprend deux chapitres, le premier chapitre présente des données sur la culture des agrumes, le deuxième chapitre regroupe des données et généralités sur les pucerons. La partie expérimentale comporte le matériel et méthodes utilisées dans les zones étudiées (Blida et Hadjout), ainsi que les résultats obtenus, leur interprétation, discussion et conclusion générale.

Chapitre 1  
**Chapitre 1**  
Données sur  
la culture des agrumes

## 1. Les agrumes :

Le mot « agrume » qualifie à la fois des fruits et de petits arbustes faisant partie de la famille des Rutacées. Le genre *Citrus* divisé en plusieurs espèces et variétés, compose principalement cette vaste famille. Les agrumes sont des arbustes vivaces au feuillage persistant vert brillant qui peuvent atteindre de 4 à 9 mètres de hauteur (Anonyme, 2017).

### 1.1. Historique et origine :

Le terme « Agrume » est originaire du latin médiéval « acrumen », ce sont des arbres et des arbustes originaires du sud-est asiatique (Ollitrault et al., 1997). On a longtemps pensé que les agrumes avaient leur origine dans les régions comprises entre l'Inde et les régions avoisinantes de Chine et de Birmanie, voire plus au sud, en Malaisie et dans l'Asie du Sud-est. Cependant les analyses moléculaires récentes de Bayer et al. (2009) suggèrent que l'évolution de *Citrus* s'est faite en Australasie (Australie, Nouvelle-Guinée, Mélanésie, Nouvelle-Zélande. Cependant les données historiques misent en faveur de l'existence de trois origines diversifiées (Scora, 1988) dont;

- Le Nord-est de l'Inde, les régions proches de la Birmanie et de la Chine, caractérisés par l'apparition de *C. medica*, de *C. aurantifolia*, *C. limon*, *C. aurantium* et *C. sinensis* ;
- La Malaisie et l'Indonésie sont citées comme centre d'origine de *C. grandis* ;
- Le Vietnam, le Sud de la Chine et le Japon comme la zone de diversification de *C. reticulata* (Anonyme, 1998).

### 1.2. Position systématique :

Selon SWINGLE (1948) in PRALOAN (1971) la position systématique des agrumes se résume comme suite :

Règne : Végétal  
 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*

On distingue cinq groupes d'agrumes : les oranges, les citrons, les limes, les pomelos et les petits agrumes (clémentines, mandarines, kumquats...). A partir de ces principales espèces plusieurs hybrides ont été obtenus à l'exemple de [10]:

- Citrumelo (Poncirus et Citrus × Paradisi).
- Calamondin (mandarine et kumquat).
- Tangelo (mandarine et Citrus × Paradisi).
- Tangor (mandarine et orange).
- Citrandarin (mandarine et Poncirus).
- Citrange (Poncirus et orange).
- Clémentine (mandarine et orange).

### 1.3. Classification botanique :

La plupart des taxonomistes, considèrent que le genre Citrus fait partie de l'ordre des Geraniales et de la famille des Rutaceae (Nicolosi, 2007). Cette dernière comprend 140 genres et 1300 espèces à travers le monde (Singh & Rajam, 2009). Elle est subdivisée en six sous-familles et dont celle des Aurantioideae, regroupe les vrais agrumes. Au sein des Aurantioideae, tribu des Citreae et sous-tribu des Citrinae, il est classé les genres Citrus, Poncirus, Eremocitrus, Microcitrus, Fortunella et Clymenia (Agustí et al., 2014). Tous les porte-greffes et variétés d'agrumes, sont inclus dans le genre Citrus, à l'exception des kumquats (Fortunella spp.) et de l'oranger trifolié (Poncirus trifoliata L. Raf.) (Peña et al., 2007). Ce dernier représente le porte-greffe qui confère au greffon la meilleure résistance au froid et il est caractérisé également par sa tolérance à la tristeza (Loussert, 1989).

D'après Agustí et al. (2014), le genre Citrus est composé de plusieurs espèces, dont la taille varie de moyenne à grande. Les branches sont anguleuses avec de nombreuses épines quand l'arbre est jeune et cylindrique avec des épines moins proéminentes à maturité. D'après les mêmes auteurs, les feuilles des agrumes sont unifoliées, et varient en taille selon les espèces. Les fleurs sont hermaphrodites. Le calice est formé de 5 sépales verts triangulaires de petite taille, tandis que, la corolle est composée de 5 pétales blancs ou jaune-clair (Ortiz, 2002). Le style est long et il a un seul stigmate. La forme et la taille du fruit, varient en fonction des espèces et de variétés, et il a une peau contenant de nombreuses glandes à huiles et deux tissus (Agustí et al., 2014).

Les caractéristiques du système racinaire dépendent du porte-greffe et de la variété. La longueur totale du système racinaire peut atteindre 30 km. La couleur des racines varie de jaune au marron (Ortiz, 2002).

Bien que certains systématiciens ont regroupé tous les agrumes dans le genre *Citrus*, des études récentes suggèrent trois groupes majeurs; le groupe de *C. medica* (*C. medica*, *C. aurantifolia* et *C. limon*), le groupe de *C. reticulata* (*C. reticulata*, *C. sinensis*, *C. paradisi*, *C. aurantium* et *C. jambhiri*) et le groupe de *C. maxima* (*C. maxima*). Il existe un quatrième groupe qui n'a pas d'importance commerciale (*C. halimii*) (Agustí et al., 2014).

De plus, les hybrides d'agrumes majeurs, comprennent le citrumelo (orange trifoliée X pomelo), Tangor (orange douce X tangerine), Tangelo (mandarine et pomelo) et le citrange (orange trifoliée X orange douce) (Singh & Rajam, 2009). Les citranges Troyer et Carrizo, sont utilisés comme porte-greffe, et ils confèrent aux orangers une bonne productivité (Loussert, 1989).

#### 1.4. Exigences :

Les agrumes sont cultivés dans les régions tropicales et subtropicales (Pefia et Navarro, 1999). Les sols limoneux-sableux, profonds et bien drainés, sont considérés comme les meilleurs pour la production d'agrumes (Agustí et al., 2014).

Du point de vue climatique, les *Citrus* sont très sensibles aux variations thermiques et ils exigent des températures élevées au moment de la croissance et la maturation des fruits (Singh et Rajam, 2009). Ces mêmes auteurs ont noté également que des températures moyennes de 20 °C la nuit et 35 °C le jour, sont nécessaires pour une croissance optimale de ces espèces. Par ailleurs, il est à mentionner que les agrumes sont généralement classés parmi les cultures moyennement sensibles au froid. Ils sont vulnérables aux dégâts de froid à des températures inférieures à - 2 °C (El -Otmani, 2005).

Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200 mm /an, répartis sur toute l'année (El macane et al., 2003). Toutefois, il est à noter qu'ils ne supportent pas les zones tropicales très humides (Hill, 2008).

## 2-Etude botanique et phréologique :

### 2.1. Etude botanique :

Ce sont des petits arbres et arbrisseaux, épineux de 5 m de haut, dicotylédones, dialypétales, hypogynes et composés de deux parties (Jodra, 2006) :

#### 2.1.1. Système racinaire :

Le système racinaire des agrumes est essentiellement localisé dans les premières 100cm de profondeur (Loussert, 1989).

#### 2.1.2 Système aérien :

##### 2.1.2.1. Tiges et feuilles :

Il est constitué d'une tige ligneuse et un feuillage persistant. Les feuilles sont souvent composées, parfois trifoliolées, ou unifoliolées, entières ou crénelées. Elles contiennent des vésicules d'huiles essentielles d'une odeur suave et tonique comme l'essence de néroli, l'eau de fleurs d'orange est extraite à partir des feuilles de bigaradiers.

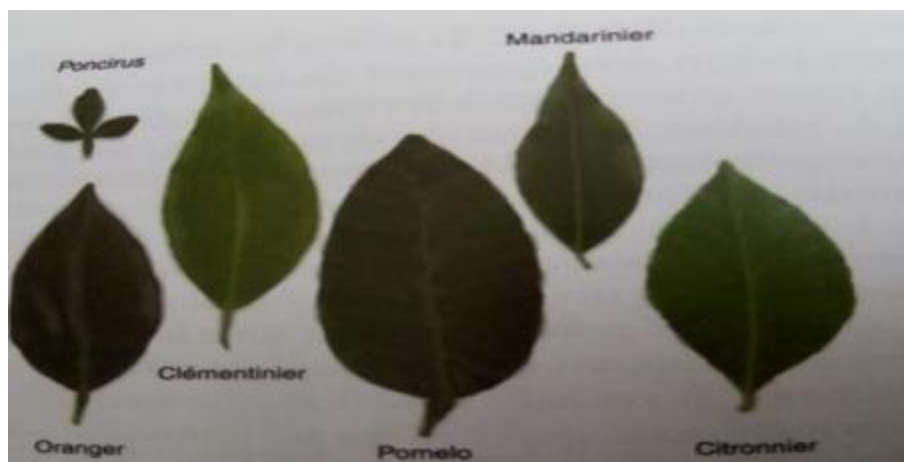


Figure 01 : Feuilles d'agrumes (M. Heuzet, 2013)

##### 2.1.2.2 Fleurs :

Elles sont terminales, solitaires ou en grappes à calice urcéolé, corolles de 5-8 pétales et de 20-60 étamines, les anthères sont biloculaires, l'ovaire est multiloculaire (Jodra, 2006).

##### 2.1.2.3.Fruits :

Les plantes d'agrumes sont des arbres épineux, de petite taille (2 à 10 m), à port arrondi, à feuilles persistantes, elles donnent des fruits globuleux prenant l'aspect d'une sphère,

revêtus d'une écorce épaisse, dont la partie externe nommée épicarpe ou flavedo, est colorée en jaune, orange ou rougeâtre sous l'action des flavonoïdes. La partie interne est blanche, spongieuse appelé mésocarpe ou albédo (figure 4). A l'intérieur, les fruits sont constitués de cinq à douze loges ou "tranches", pleines d'une sorte de pulpe colorée, plus ou moins remplie d'eau. On y trouve aussi des graines ; les "pépins" sauf dans les variétés améliorées

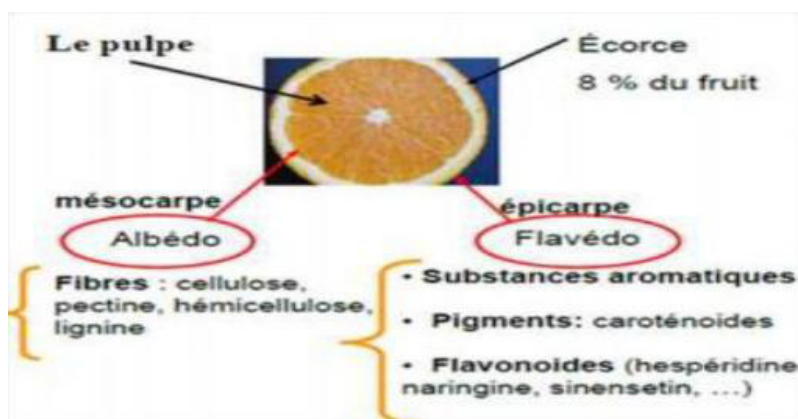


Figure 02 : Les principaux constituants des fruits d'agrumes

### 2.1.2.3 Rameaux :

Les rameaux, parfois épineux, connaissent plusieurs vagues de croissance, la plus importante étant celle du printemps (Virbei-Alonso, 2011).

### 3- Cycle phénologique :

Chez les citrus la croissance végétative se manifeste par l'apparition de jeunes ramifications appelées « poussées de sève ». Durant l'année, il est possible de les différencier au cours de trois périodes :

1. de fin février au début mai se manifestent les pousses de printemps. Les ramifications s'allongent et se développent de jeunes feuilles de coloration vert clair très distinctes des autres feuilles plus âgées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent en avril-mai les pousses fructifiées. Seules les pousses fructifères bien alimentées verront leurs boutons floraux évoluer en fruits ;
2. Pendant juillet-août se développe la pousse d'été, cette pousse est en général moins importante que les pousses de printemps et d'automne ;
3. D'octobre à la fin novembre apparaît la troisième poussée dite pousse d'automne. Elle assure en partie le renouvellement du feuillage (Loussert, 1989).

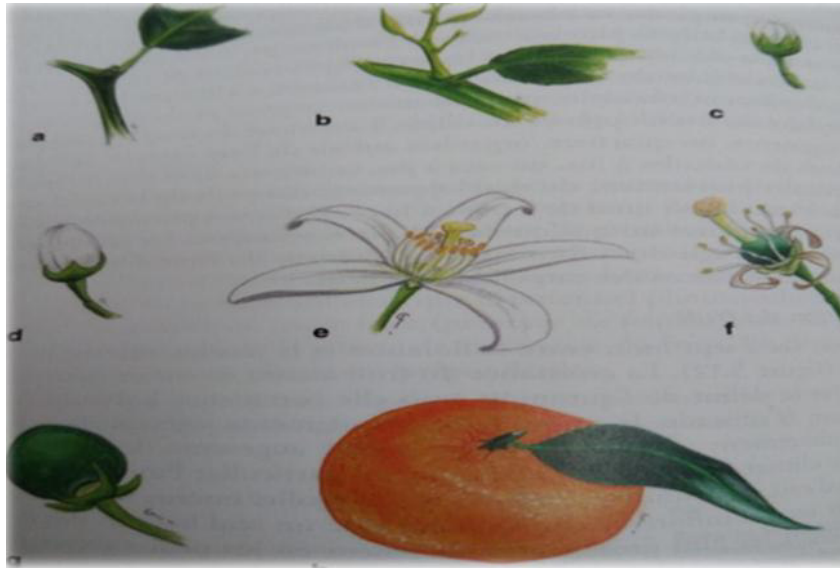


Figure 03 : Cycle phénologique du clémentinier (F. Curk, 2013)

**Légende :**

- a : Développement du bourgeon : stade début du gonflement du bourgeon
- b : Développement du bouton floral : stade bouton vert
- c : Développement du bouton floral : stade bouton blanc
- d : Développement du bouton floral : stade ballon
- e : Floraison : stade fleur épanouie
- f : Floraison : stade chute des pétales
- g : Développement du fruit : stade nouaison
- h : Maturation du fruit : stade maturité interne et externe.

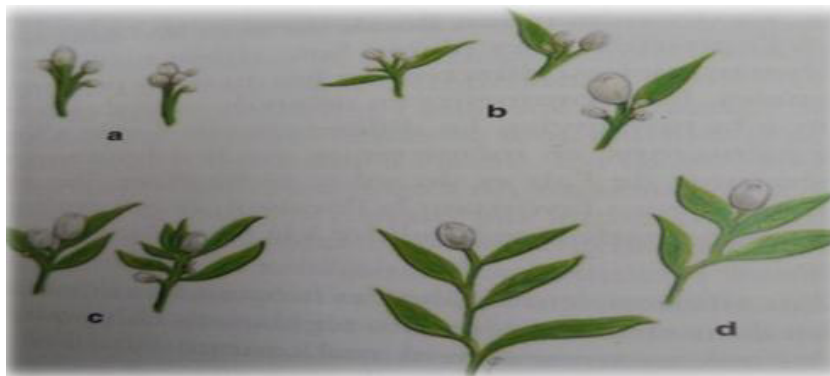


Figure 04 : Les différents types de pousses florifères (F. Curk, 2013).

**Légende :**

- a : Boutons floraux sans feuilles
- b : Boutons floraux avec quelques feuilles
- c : Boutons floraux et plusieurs feuilles
- d : Feuilles et un bouton floral terminal.



#### 4- Développement floral

**Tableau 01.** Les principales étapes du développement floral (Loussert, 1989)

Etape	Moment durable
Floraison	étaler de fin Mars au début Mai. le nombre de fleurs produit par un oranger adulte est estimé à 60 000. Mais une faible maturation de 1%, la récolte sera de 120 kg/arbre (Praloran, 1971).
Pollinisation	les anthères des étamines s'ouvrent et laissent échapper les grains de pollen qui sont transportés par le vent ou les insectes (les abeilles).le développement parthénocarpique du fruit est déclenché par la germination du grain de pollen sur le stigmate sans qu'il y ait fécondation complète.
Fécondation	-les espèces et les variétés riches en pépins assurent la fécondation complète. -après que la germination du pollen est réalisée, le stigmate, le germe de pollen se développe dans le style et se termine par la fusion des deux gamètes (Anthérozoïde, Oosphère), c'est la phase ultime de la fécondation.

#### 4.1. Développement des fruits :

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

##### 4.1.1. La nouaison :

C'est la première étape du développement du fruit après la fécondation.

##### 4.1.2. Le grossissement :

Etape rapide (Mai-Juin) qui nécessite de l'eau et des éléments nutritifs afin d'obtenir un bon calibre et une bonne qualité du fruit.

##### 4.1.3 La maturation :

S'effectue pendant la période échelonnée entre Juillet et Septembre, le fruit poursuit son développement en grosseur pour atteindre en Octobre son calibre définitif (Loussert, 1989 et Praloran, 1971).

**5. Etude du milieu :****5.1. Température :**

La culture des agrumes est possible partout, ils préfèrent les climats des zones subtropicales où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (Anonyme, 2006).

**5.2. Le pH et sol :**

Le pH idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Walali et al., 2003 ; Van Ee, 2005). C'est à cet effet que le choix du porte-greffe est un des facteurs essentiels de réussite car il peut conférer à la plante une tolérance à des maladies et à des contraintes abiotiques (salinité, pH, froid, sécheresse, calcaire...).

Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux), bien drainés.

La texture convenable pour les agrumes est comme suit :

- 15 à 20% d'argile ;
- 15 à 20% de limon ;
- 20 à 30% de sable fin ;
- 30 à 50% de sable grossier (Praloran, 1971).

**5.3. Les portes greffes :**

En agrumiculture, le porte-greffe joue un rôle déterminant dans la vitesse de croissance et la vigueur des arbres. En effet, certains porte-greffes confèrent aux variétés une croissance rapide tels que le bigaradier, le Citrange 'Troyer' et le Rough lemon; et d'autres (Anonyme, 1968).

**6-Les variétés cultivées des agrumes :****6.1. Variétés cultivées d'Oranger :**

D'après Rebour (1966) les variétés cultivées d'oranger sont au nombre de 6. Le groupe du navel qui est représenté par Thomson navel et Washington navel, le groupe des blondes sans pépins (pulpe blonde) représenté par différentes variétés comme : Hamlin, Cadenera, Salustiana, Shamouti et Maltaise blonde.

Un troisième groupe est celui des sanguines sans pépins comme les variétés Portugaise, double-fine et double-fine améliorée. Le groupe des tardives est représenté surtout par Valencia late et Verna. Pour ce qui est du groupe des communes ont de nombreux pépins et leur qualité varie d'un arbre à l'autre. Enfin le groupe des douces qui sont l'Orange douce, Orange lime, Meski, Doucera et Impérial.



Figure 5. Photo d'un fruit d'orange de la variété Thomson

### **6.2. Variétés cultivées de Mandarinier :**

Loussert (1989) signale que les Mandariniers constituent un ensemble d'espèces que l'on peut différencier comme par exemple les Mandariniers Satsuma (*Citrus unshiu*), les Mandariniers communs (*Citrus deliciosa*), les Clémentiniers (*Citrus clementina*) et les autres Mandariniers (*Citrus reticulata*).

### **6.3. Variétés cultivées de Bigaradier (*Citrus aurantium*) :**

Selon Esclapon (1975), le Bigaradier avec ses divers clones est cultivé surtout pour les fleurs, les fruits, les feuilles et les brouts de taille, qui assurent la production (après distillation) de l'eau de fleur d'oranger, de confitures (avec les fruits mûrs) et de vins apéritifs avec les fruits verts. C'est un excellent porte-greffe, car il est résistant à la Gommose et accepte les sols calcaires.

### **6.4. Variétés cultivées de Pomelo ou Grappe fruit (*Citrus paradisi*)**

Praloron (1971) souligne que c'est la seule espèce des agrumes qui ne soit pas originaire du sud-est Asiatique, puisqu'elle est apparue aux Antilles. Elle provient très certainement d'une mutation de bourgeon ou d'une hybridation du pamplemousse.

Le pomelo n'est pas très sensible au froid que l'oranger, mais il a besoin de beaucoup de chaleur pour donner des fruits de bonne qualité. Selon ce même auteur deux types de pomelo existent c'est le pomelo à pulpe blonde (Var : Duncan, Marsh, Frost Marsh) et le pomelo à pulpe sanguine (Var : Foster, Redblush, Thompson, Shambar) (Fig. 6).



Figure 6. Photo d'un pomelo sanguin (Raynaud, 2008)

#### 6.5. Variétés cultivées de Cédratier (*Citrus medica*)

Esclapon (1975) rapporte que les Cédratiers autrefois étaient très cultivés, puis abandonné, semble à la faveur de conditions économiques favorables. Ce fruit intéresse les producteurs de fruits confits et accessoirement ceux de la liqueur « Cédratine». Des essais de greffage réalisés avec des greffons sélectionnés, sur le *Citrus volkameriana*, comme pour le citronnier, donnent des sujets résistants à la gommose est productifs.



Figure 7. Photographie d'un Cédratier (Raynaud, 2008)

#### 6.6. Variétés cultivées de Kumquat (*Fortunella etnoncitrus*)

Les Kumquats font partie des types d'agrumes les plus résistants au froid (Fig. 07), mais les fruits ont la même sensibilité au gel que ceux des autres agrumes (Esclapon, 1975). Selon ce même auteur deux types de Kumquat existent c'est le *Fortunella japonica* appelé Kumquat Maruni (à fruits sphériques) et le *Fortunella crassifolia* ou

appelé Kumquat Nagami (à fruits oblongs), le fruit est très demandé par les industriels pour la confiture ou la vente en frais.



Figure 08. Photographie d'un Kumquat (Raynaud, 2008)

#### 6.7. Variétés cultivées de pampleoussier (*Citrus grandis*) :

Praloran (1971) souligne que bien que cette espèce forme deux espèces différentes, le pampleoussier et le pomelo sont assez étroitement apparentés et plusieurs auteurs considèrent que le pomelo n'est qu'une sous-espèce ou une variété botanique de *Citrus grandis*. Il se distingue par plusieurs caractères comme de jeune rameau et pétiole pubescents, axe creux, pulpe ferme et croquante, fruits volumineux, saveur très variable et pépin mono-embryonnés, leur importance commerciale est très limitée.



Figure 9. Photographie des Pamplemousses blanc, rose et sanguin (Raynaud, 2008)

#### 6.8. Variétés cultivées de Clémentinier :

Sclapon (1975) signale que le Clémentinier depuis sa découverte, qui date de moins d'un siècle, des variétés ou clones différents du type initial ont fait leur apparition. C'est ainsi qu'en 1940, fut découverte la Clémentine " Montréal " de production élevée de fruits précoces qui malheureusement sont fortement aspermes.

### 6.9. Variétés cultivées de Limettier :

Esclapon (1975) signale que cette variété se cultive dans les sites les moins exposés au gel, on distingue : les Limettiers à gros fruits (*Citrus latifolia*), avec la variété Tahiti moins sensible au gel que les limettiers à petits fruits (*Citrus aurantifolia*).

### 6.10. Variétés cultivées de Lime :

Selon Esclapon (1975), ils ont la taille d'un petit citron, se récolte principalement entre la fin septembre et la fin décembre lorsque sa peau est encore verte.



Figure 10. Photographie d'une Lime (Citron vert) et Citron (Raynaud, 2008)

## 7- Importance économique des agrumes

### 7-1- Dans le monde :

Les Citrus représentent la culture fruitière la plus importante dans le monde du point de vue économique (Tadeo et al., 2008). Les agrumes sont cultivés dans plus de 100 pays à travers le monde (Peña et al., 2007). Ils sont cultivés dans la plupart des régions tropicales et subtropicales, entre les latitudes 40°N et 40°S (Figure 11) (Agustí et al., 2014) et les altitudes allant de zéro à 1000 m (Hill, 2008).

Les principales régions de production, se localisent dans le Sud des États-Unis, la région méditerranéenne, l'Afrique du Sud, l'Amérique du Centre, l'Australie, la Chine et le Japon (Hill, 2008).

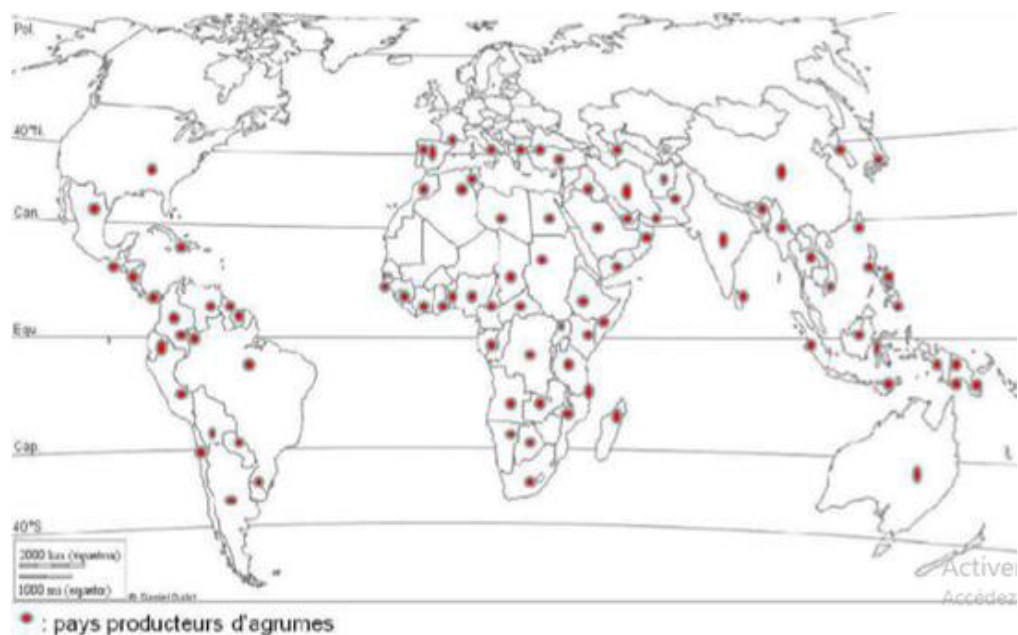


Figure 11 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (ndo,2011).

La production mondiale d'agrumes se situe autour de 100 millions de tonnes (MT), y compris 62 MT d'oranges (Navel, Maltaises, sanguines, Valencia late...), 22 MT de petits fruits (satusma, clémentines, mandarines ...) et 12 MT de limons (citrons, limes) (Lebdi Grissa, 2010). Les superficies, les productions et les rendements des agrumes dans certains pays à travers le monde en 2013.

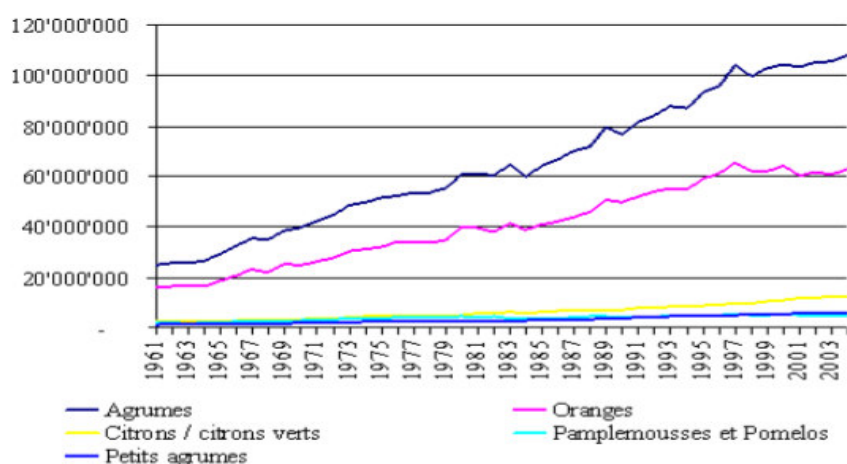


Figure 12 : Production mondiale d'agrumes par catégories (tonnes) (1961 à 2004).

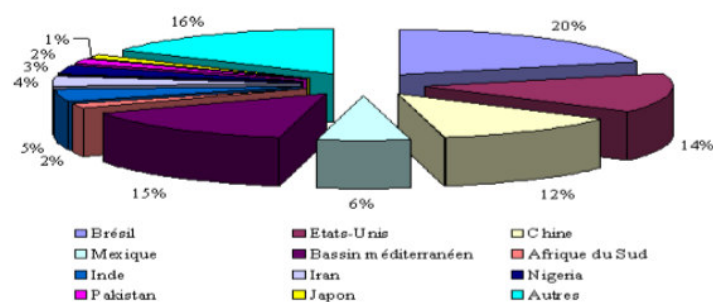


Figure 13 : Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais

## 7.2. En Algérie :

En Algérie, l'arboriculture fruitière constitue un intérêt social, économique et alimentaire (Abd-Elhamid, 2009). Durant la campagne 2006/2007, la superficie réservée aux agrumes au niveau national est estimée à 62 606 ha (Biche, 2012). Les orangers, en particulier, les variétés précoces (Washington Navel et Thomson Navel), occupent 50 % de cette superficie (Kerboua, 2002). Les superficies, les productions et les rendements des différentes espèces d'agrumes.

## 8. Etat phytosanitaire des agrumes :

la très grande diffusion des agrumes dans le monde, de l'Est à l'Ouest, du Nord au Sud, sous des climats extrêmement différents, chauds et humides, sous les Tropiques chaud et sec en Californie, ou au Proche-Orient, ou encore tempérés en Espagne, fait que le nombre d'espèces animales se développant, se nourrissant au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées (PRALORAN, 1971). On trouve 5 espèces de Gastéropodes, 12 espèces d'Acariens, 352 espèces d'Insectes, 11 espèces de Mammifères auxquelles il faut ajouter 186 espèces de Nématodes. Des Insectes, Nématodes et Acariens divers s'attaquent aux agrumes, dans certains cas pour nourrir, dans d'autres pour accomplir une partie de leur cycle biologique. Ces attaques sont à l'origine de dégâts qui ont lieu directement par la destruction de différentes parties de l'arbre ou indirectement par la transmission de certaines maladies (OUEDRAOGO, 2002). Selon BICHE (2012), les cultures d'agrumes sont très sensibles aux maladies Cryptogamiques, est aussi à beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts énormes et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes Algériens. En Algérie, l'agriculture est d'un grand intérêt économique, principalement au niveau des zones où les productions arboricoles sont importantes.



## 8.1. Lépidoptères :

### 8.1.1. La mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*) :

La mineuse des feuilles des agrumes *Phyllocnistis citrella* est l'une des principales contraintes de la production des agrumes. C'est un micro-lépidoptère originaire du Sud-est Asiatique, elle a été décrite pour la première fois à Calcutta en Inde. *P.citrella* a été observé pour la première fois en Algérie, dans les régions Ouest notamment à Misserghin et à Mohammadia. Depuis ces premières observations, le déprédateur s'est rapidement propagé à l'ensemble des zones agrumicoles du pays (BICHE, 2012). Le papillon est de 2 à 4, 5 mm de longueur, de couleur argentée avec une tache noire sur chaque aile. Les antennes sont brunes, le papillon est couvert de soies, il est actif la nuit, il apparaît clairement le matin surtout dans les premières heures (MILLE, 2003). Les vols diurnes, souvent occasionnés par l'activité humaine, sont rares et généralement courts et rapides (MILLE, 2003). La durée du cycle biologique est sous la dépendance des facteurs climatiques, en total le cycle est de 13 à 15 jours à des températures variant entre 26 et 28°C. En Algérie, la durée du cycle biologique sur citronnier et oranger est de 20 jours à une température moyenne de 21°C et une humidité relative de 50% (BICHE, 2012). L'accouplement survient au crépuscule entre 9 et 12 heures après l'émergence des adultes. La femelle pond plus de 50 œufs dans sa vie et ce 24 heures seulement après l'accouplement, à raison de 20 œufs par nuit. L'éclosion, rapide, survient en 24 heures. Cette larve façonne alors un cocon sur le bord de la feuille et évolue en puppe. L'adulte émerge 6 jours après (Figure 14) (MILLE, 2003).

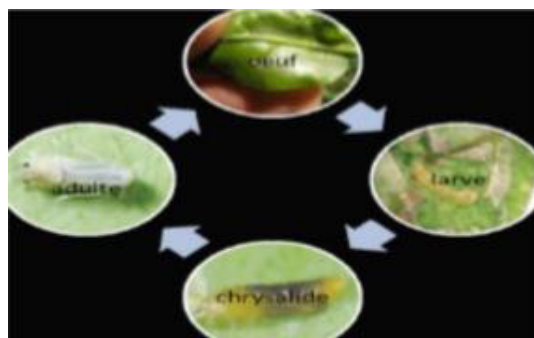


Figure 14 : Cycle biologique de *Phyllocnistis citrella* (BRUNSTEIN, 2005).

*Phyllocnistis citrella* cause des dégâts sur les jeunes feuillages. Les feuilles sont déformées et enroulées par les chenilles qui broutent les cellules épidermiques du limbe, formant ainsi les mines caractéristiques (Figure 9). La surface photo synthétiquement active de la feuille s'en trouve ainsi diminuée. (KNAPP et al., 1995).

### 8.1.2. Teigne des agrumes (*Prays citri*).

D'après QUILICI (2003b), c'est une chenille de micro lépidoptère du groupe des "Teignes", mesure 2.8 à 3.2 mm de long et de 10 à 12 mm d'envergure, de couleur gris terne, les antennes sont relativement courtes avec des ailes fortement frangées. Elle est cylindrique, semi-transparente et porte une politisé éparses invisible à l'œil nu. Elle a de 10 à 12 générations par an (QUILICI, 2003b). La chenille tisse un réseau soyeux entre les fleurs et s'alimente de pièces florales. Il en résulte une réduction de production par diminution du nombre de fruits produits, la chenille a également été observée dans l'épaisseur de l'écorce au voisinage de la pulpe. Avant la nymphose, la chenille abandonne le fruit (PRALORAN, 1971). La larve dévore les parties internes des boutons floraux et passe de l'un à l'autre par un trou circulaire, en s'enroulant de fils soyeux (Figure 10). Peu après la nouaison, elle dévore l'intérieure des jeunes fruits (REBOUR, 1948).



Figure 15: Dégâts de la teigne des agrumes sur fleurs (BERTIN et FLHOR, 2002).

## 8.2. Diptères :

### 8.2.1. Cératite des agrumes (*Ceratitis capitata*).

Communément appelée «Mouche méditerranéenne des fruits», est considérée comme étant l'insecte le plus redoutable sur les agrumes. C'est un Diptère qui appartient au groupe des Schizophora, à la famille des Tephritidae et à la tribu des Ceratitidini. (WHITE et ELSONHARRIS, 1992). *Ceratitis capitata* est une mouche de 4,5 à 6mm de long. Il est caractérisé par un mésonotum noir luisant, avec quatre bandes grises, une tête d'un blanc jaunâtre avec une bande brune claire entre les deux yeux qui sont pourpres à reflets dorés. L'abdomen est brun jaunâtre avec des bandes transversales grises. Les ailes sont larges et présentent trois bandes orangées (FERON, 1962; WHITE et ELSON- HARRIS, 1992).

Le mâle et la femelle sont facilement distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques; le mâle est muni de soies céphaliques orbitales noires et aplaties en lamelle à l'apex dont le rôle est inconnu.

La femelle possède, par ailleurs, une tarière de ponte bien visible (oviscapte). Sur la figure 11 nous distinguons un mâle et une femelle ainsi que la différence au niveau de l'extrémité abdominale entre les deux sexes (DUYCK, 2005).

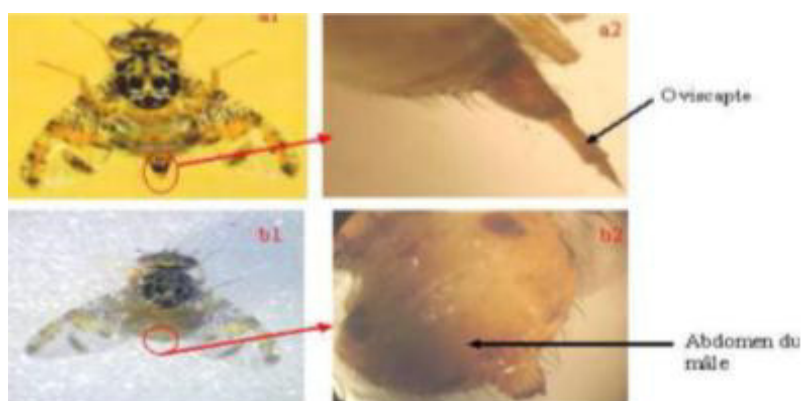


Figure 16 : Adulte de la cératite (a1 et a2 : femelle ; b1 et b2 : mâle) (RIGAMONTI, 2005).

D'après DELRIO (1985), la durée du cycle de développement de la cératite dans la zone méditerranéenne, varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver (ELAINI, 2003). L'incubation des œufs est de 2 à 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (DELASSUS et al., 1931). La durée du développement larvaire, qui comprend trois stades (L1, L2, L3), peut varier fortement pour une espèce donnée en fonction du fruit hôte (CAREY, 1984 ; ZUCOLOTO, 1993). La larve de troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphose, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (DUYCK, 2005). De cette puppe émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau (ALI AHMED-SADOUDI, 2007). On dénombre 12 à 13 générations à Honolulu, 12 à Calcutta, 9 au Caire, 6 à 7 dans le Sud de l'Italie, 5 sur le littoral algérien, 3 ou 4 à Nice et 2 dans la région parisienne (Figure 12) (BALACHOWSKY & MESNIL, 1935).

### 8.3. Les cochenilles des agrumes :

Selon LOUSSERT (1989b), les cochenilles constituent un groupe de ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par les affaiblissements qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent. De nombreuses espèces sont présentes sur agrumes appartiennent aux 3 groupes : les cochenilles farineuses (famille des Pseudococcidae), les cochenilles à bouclier (famille des Diaspididae) et les cochenilles à carapace (famille des Coccidae), se sont des grandes familles de la superfamille des Coccoidea, à l'ordre des hémiptères et au sous ordre des Sternorrhyncha (LACORDAIRE et al., 2006). La famille des Margarodidae fait également partie de la superfamille des Coccoidea mais elle est moins connue sur plantes ornementales en milieu protégé car un seul de ces représentants y est présent (LACORDAIRE et al., 2006).

#### 8.3.1. *Pseudococcidae* :

On les trouve occasionnellement sur les racines et les tiges des plantes, mais aussi sur les arbres et les arbustes. Elles ne font pas de boucliers, mais se couvrent plutôt d'une couche de cire protectrice qui laisse deviner leur couleur jaunâtre, grise rose ou rouge. Elles produisent du miellat qui attire les fourmis. On estime qu'il y a 2231 espèces et 278 genres mondialement (MAW et al., 2000).

##### 8.3.1.1. *Planococcus citri* :

Appelée cochenille farineuse des agrumes du fait de la substance cireuse blanche qui recouvre et protège son corps. Espèces très polyphagie (Figure 13) (RICARD, 2011).



Figure 17: *Planococcus citri*. (KREITER & DIJOUX, 1998).

La femelle adulte est ovale et aplatie. La cochenille farineuse évolue en plusieurs générations annuelles. Comme toutes les autres cochenilles, c'est la génération du printemps qui demeure la plus importante qui est la cause de l'infestation des fruits (RICARD, 2011). Les dégâts peuvent être très importants avec ralentissement de la croissance, jaunissement des feuilles puis défoliation. Sur les fruits, la cochenille se concentre autour du pédoncule (RICARD, 2011). La lutte contre cette cochenille, ne s'impose pas, en générale, ses pullulations sont freinées par les insectes auxiliaires (LOUSSERT, 1989d).

### 8.3.2. Les *Diaspididae*

Chez toutes les femelles adultes de cette famille, le corps est abrité sous un "bouclier" cireux formé de trois enveloppes superposées, de forme et de disposition variables selon les genres. Les femelles, toujours fixées, perdent leurs pattes et peuvent former de véritables encroutements sur les organes végétaux. Les mâles, ailés quand ils existent, émergent d'un bouclier qui ne comprend que l'exuvie du premier stade larvaire, suivi ou non d'une formation cireuse (LACORDAIRE et al., 2006).

#### 8.3.2.1. *Aonidiella aurantii* :

Selon BICHE (2012), *Aonidiella aurantii* est une espèce de l'ordre de l'hémiptère et de la famille des *Diaspididae*, cette espèce est sans doute l'ennemie le plus important des agrumes dans le monde, où il est largement répandue, non seulement parce que les dommages sont élevés mais aussi parce qu'elle est très difficile à combattre. Le bouclier de la femelle rouge-orangé, circulaire à subcirculaire, de 1,5 à 2 mm de long (Figure 14). Selon les conditions climatiques, le cycle biologique compte 3 à 4 générations par an. La cochenille passe l'hiver sous forme de L1 et L2. Au printemps, les femelles fécondées ayant passé l'hiver donnent des L1 qui assurent une dispersion larvaire. À la fin du printemps, le vol de mâles qui fécondent les femelles. En été, une deuxième dispersion larvaire et le vol de mâles puis en automne une troisième dispersion et le vol de mâles. Une quatrième génération peut avoir lieu avant l'hiver (BICHE, 2012). Les dégâts sur arbres, présent au niveau des troncs, branches, rameaux où en cas de pullulation se forment des encroutements de boucliers. L'arbre peut alors être affaibli voir dépérir dans les cas extrêmes. Au fil de la saison, les individus migrent sur les feuilles puis les fruits.

Sur les fruits, on observe une déformation du zeste et les fruits deviennent invendables (PRALORAN, 1971).

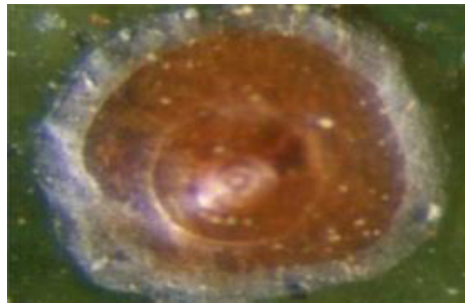


Figure 18 : Femelle d'*Aonidiella aurantii* (BICHE, 2012).

### 8.3.2.2. *Parlatoria ziziphi* :

Le nom de l'espèce est généralement *Parlatoria ziziphi*. Mais d'autres synonymes sont à signaler comme *Coccus ziziphi*, *Parlatoria lucasii* et *Parlatoria zizyphus*. Les noms communs en français est la Cochenille noire de l'Oranger (ENGLBERGER, 2002). *Parlatoria ziziphi* est présente sous forme de taches noires ovales, le dos recouvrant le corps de la femelle mesure 1,25 mm de large sur 2 mm de long. La portion noire est l'exuvie noire opaque du second stade larvaire. Elle est rectangulaire avec les angles arrondis. À l'avant se trouve l'exuvie de la larve du premier stade, également noire mais de forme ovale. Une production cireuses, mince, blanchâtre prolonge d'exuvie du deuxième stade, surtout postérieurement. C'est le bouclier de la femelle elle-même. Le bouclier mâle est allongé, blanc, grisâtre, cireux avec l'exuvie noire de premier stade à la partie intérieure. Le corps de la pré-nymphe est de couleur violette intense, de forme allongée et porte sur le segment céphalique deux grosses tâches sombres (Figure 15). *P. ziziphi* est une espèce polyvoltine, elles sont toutes chevauchantes, les individus de tous les stades de développement peuvent être observé durant toute l'année (SIGWALT, 1971).



Figure 19 : Mâle et femelle d'une cochenille noire sur une feuille d'agrumes (ENGLBERGER, 2002).

HUANG et al (1988) ont signalé que la femelle de *Parlatoria ziziphi* pond de 10 à 20 œufs. Il y a 4 à 5 générations par an. *Parlatoria ziziphi* affecte les jeunes pousses, le feuillage et les fruits. Les prélèvements de sève conduisent à une diminution de la vigueur de l'hôte et le feuillage et les fruits peuvent montrer des décolorations jaunes, ces symptômes peuvent être confondus avec ceux occasionnés par d'autres cochenilles. De sévères infestations peuvent causer la chute prématurée des feuilles et des fruits (QUILICI, 2003b).

#### 8.3.2.3. *Aonidiella citrina* :

(Cochenille diaspine) (La cochenille jaune). D'après BICHE (2012), *Aonidiella citrina* est un Homoptère de la famille des Diaspididae, les plantes hôtes sont plus de 50 espèces dont *Citrus* sp. Le bouclier jaune-marron, semi-transparent, plat et circulaire (ovale pour le mâle), de 1,75 mm de diamètre (moins pour le mâle).



Figure 20 : *Aonidiella citrina* (BICHE, 2012).

Le corps jaune de l'insecte est visible au travers soixante-cinq jours entre le 1er stade actif et l'adulte reproducteur. La reproduction est sexuée. Une femelle donne 150 larves de 1er stade qui se nourrissent dans les six heures après l'éclosion. Il existe trois générations par an. (PRALORAN, 1971). *Aonidiella citrina* attaque les feuilles et les fruits, rarement l'écorce. Les attaques sévères conduisent à la décoloration puis à la chute des feuilles, au dépérissement des rameaux apicaux, au blocage de la croissance, à la piqûre des fruits qui chutent prématurément ou deviennent invendables (PRALORAN, 1971).

#### 8.3.2.4. *Lepidosaphes gloverii* :

Le bouclier de la femelle est très étroitement mytiliforme, allongé, recourbé, convexe, brun foncé, légèrement luisant, avec les exuvies larvaires jaunes brunâtre de couleur jaune paille, occupent environ 1/3 de la longueur du bouclier et sont rejetés en avant. Le voile ventral est blanc et très fin. La longueur est égale à 2.5 – 3.1 mm .

Le puparium mâle est petit linéaire, 1.4 mm. Nous l'avons retrouvé uniquement dans les vergers de Citrus dans tous les milieux prospectés. (BICHE, 2012).



Figure 21: Femelle de *Lepidosaphes glowerii* (BICHE, 2012).

#### 8.3.2.5. *Lepidosaphes beckii* :

*L. beckii* est une cochenille au bouclier allongé, incurvé, s'élargissant d'avant en arrière. Mesurant environ 3 mm de long et son bouclier est brun. Une membrane ventrale cache le corps de la femelle et ses œufs. Les mâles possèdent une paire d'ailes et sont rose-violacé. Le bouclier larvaire des mâles, grisâtre avec des bords rectilignes, mesure 1 à 1,3mm. Les larves femelles sont semblables aux adultes mais plus petites. La femelle pond 20 à 50. Selon les températures, le développement complet de l'œuf à l'adulte dure 20 à 40 jours. Elle a 2 à 3 générations par an . (BICHE, 2012).



Figure 22 : Femelle de *Lepidosaphes beckii* (BICH, 2012).

#### 8.3.2.6. *Chrysomphalus dictyospermi* "Pou rouge des orangers".

*Chrysomphalus dictyospermi* est un ravageur dangereux des agrumes (LOUSSERT, 1989d). "Pou rouge des orangers" a un bouclier rouge sur femelle jaune-citron. Les boucliers des femelles adultes sont presque circulaires, 1,5 à 2 mm de diamètre, grisâtres à brun-rouge et plats . Les boucliers des mâles sont semblables à ceux des femelles mais plus allongés et ovales. On compte généralement 3 générations par an (Mars-Avril, Juin, Août) qui se superposent et selon les régions et les conditions climatiques une quatrième génération peut avoir lieu mais les individus auront du mal à survivre pendant l'hiver (PRALORAN, 1971).



Sur les arbres où il pullule, le pou rouge se localise essentiellement sur la face supérieure des feuilles et sur les fruits, il provoque des déformations de l'écorce. Sur les fruits murs, son points de fixation sur l'écorce laisse apparaître une tache jaune-verdâtre qui déprécie la valeur marchande de la récolte (LOUSSERT, 1989d).



Figure 23 : Femelle de *Chrysomphalus dictyospermi* (BICHE, 2012).

#### 8.3.2.7. *Parlatoria pergandei* (le pou gris de l'oranger).

C'est une espèce spécifique aux Citrus dans le bassin méditerranéen. Elle attaque toutes les parties aériennes de l'arbre, surtout les plus âgés, et se localise sur la face inférieure des feuilles, le long des nervures, les rameaux, les branches charpentiers, fruits en cours de maturation et laisse des plages jaunes. L'espèce développe 2 générations annuelles sur citrus (Figure 20) (LOUSSERT, 1989d).



Figure 24 : Bouclier et corps de la femelle (BICHE, 2012).

#### 8.4. Les *Coccidae* :

Les cochenilles s'établissent généralement sur les plantes ligneuses vivaces (arbres, arbustes), mais certaines espèces s'observent aussi sur les graminées. Elles peuvent être observées sur toutes les parties du plant hôte, incluant les racines (FOLDI, 1997).

##### 8.4.1. *Saissetia oleae* :

Cette cochenille affecte principalement l'olivier, et peut également affecter les agrumes (LOUSSERT, 1989d). La femelle adulte s'identifie par une coque noirâtre collée sur les jeunes rameaux (Figure 25).

La femelle meurt en Septembre-Octobre laissant dans la carapace son corps plein d'œufs. Les larves, de couleur orangée à brun clair, mesurent 1,5 mm à leur dernier stade. On les observe sur la face inférieure des feuilles (PRALORAN, 1971).

Cette espèce cause deux types de dégâts ; direct, les prélèvements de sève effectués affaiblissent les arbres et indirect, l'abondante fumagine qui accompagne ces fortes infestations, accentue l'affaiblissement de l'arbre et réduit sa productivité. Les fruits aussi touchés par les fumagines sont dépréciés (LOUSSERT, 1989d).



Figure 25 : Femelle de *Saissetia oleae* (BICHE, 2012).

#### 8.4.2. *Coccus hesperidum* :

Malgré son extrême polyphagie (plus de 100 plantes hôtes sont connues), la cochenille plate n'est qu'un ravageur secondaire des agrumes (PRALORAN, 1971). Le corps des femelle est plat, ovale (2.5 x 4 mm), très légèrement asymétrique, de couleur brune (Figure 22). La cochenille s'installe sur toutes les parties de l'arbre mais de préférence sur les pousses de l'année et les jeunes rameaux. Sur les feuilles, la cochenille se fixe le long de la nervure principale (PRALORAN, 1971). Ces cochenilles secrètent un miellat apprécié des fourmis. La présence de celles-ci sur un rameau est en général le signe de la présence de celles-là. Les grandes colonies sont toujours sur jeunes rameaux. Sur feuilles, elles sont toujours beaucoup moins importantes. Les individus sont alors localisés le long des nervures principales, surtout à la face supérieure (BICHE, 2012)



Figure 26 : Aspect général de *Coccus hesperidum* (BICHE, 2012).

#### 8.4.3. *Ceroplastes sinensis* :

Cette cochenille blanche à bouclier épais présente une génération par an. Les femelles sont pleines d'œufs de couleur rouge courant juin. Les éclosions, étalées, débutent à la mi-juillet et les larves migrent sur la face supérieure des feuilles. Ces jeunes stades larvaires sont très repérables et permettent de cibler les traitements. Différents auxiliaires contrôlent cette cochenille, notamment des guêpes parasites du genre *scutellista* sp.

Mis à part l'affaiblissement des arbres par les prélèvements de sève, les dégâts sont provoqués indirectement par le développement de fumagine sur le miellat sécrété par les cochenilles (BENAOUF, 2005).

#### 8.4.4. *Coccus viridis*.

Les femelles adultes, aplaties et ovales, sont vert-pale avec un linge ponctuée en forme de U noirâtre que l'on peut distinguer à l'œil nu (LACORDAIRE et al., 2006). Elle se nourrit le long des nervures médianes des feuilles et sur les jeunes pousses non lignifiées. Les femelles, parthénogénétiques, déposent leurs œufs à l'abri sous leur corps. Les œufs éclosent quelques heures après l'oviposition. Les larves néonates, munies de pattes, se dégagent du bouclier maternel et se dispersent sur les organes proches. Après avoir trouvé le meilleur site, les larves se fixent et perdent leurs pattes (LACORDAIRE et al., 2006).

#### 8.4.5. Les *Margarodidae* :

Ces cochenilles ne sont que très rarement rencontrées sur plantes mais il est important de les citer car elles peuvent être facilement retrouvées sur les arbres. Son corps peut être recouvert d'une pruine cireuse, voire d'une coque (LACORDAIRE et al., 2006).

##### 8.4.5.1. *Icerya purchasi* :

Cette cochenille originaire d'Australie, a été introduite en Californie en 1868 avec des plantes d'Acacia. Très rapidement elle se propage sur agrumes et devient dans les années 1980 un véritable fléau (PRALORAN, 1971). Les jeunes larves sont de couleur rouge corail, aplaties et munies de pattes brunâtres. La femelle adulte est de couleur rouge brique, aplatie est recouverte d'une cire blanchâtre réunies en paquets formant l'ovisac (Figure 23) (PRALORAN, 1971)



Figure 27 : *Icerya purchasi* avec son ovisac (GARCIA MARIE, 2009).

La cochenille présente 3 à 4 générations annuelles (printemps, été et automne). Au moment de l'éclosion, les larves mobiles se déplacent sur les brindilles et les feuilles. Une fois adulte, l'insecte se fixe définitivement et se localise de préférence sur les rameaux et les troncs (PRALORAN, 1971). La production du fruit est considérablement réduite par suite de la forte défoliation et de l'épuisement de l'arbre, conséquence de l'alimentation de l'insecte par succion de la sève (PRALORAN, 1971).

### **8.5. Les aleurodes :**

Les aleurodes sont des mouches blanches microscopiques qui attaquent le dessous des feuilles à la belle saison. Les aleurodes sont des insectes grégaires, ce qui explique la densité des attaques. Ils secrètent un miellat qui favorise le développement de la fumagine, ce qui provoque le dessèchement et la chute des feuilles (BAILET, 2011).

#### **8.5.1. *Aleurothrixus floccosus* :**

*Aleurothrixus floccosus* est petit dont le corps (1.5 mm de long) est jaunâtre, enfariné de cire blanche ; les ailes étroites laissent entrevoir l'abdomen.

Les œufs sont pondus en cercle, plus ou moins complet. La larve, presque transparente, est couverte d'un feutrage composé de fils cireux, de forme légèrement ovale. Le miellat, produit en grosses gouttes, reste adhérent au corps de l'aleurode (ONILLON et ABBASSI, 1973). Les feuilles des arbres infestés sont encroûtées, à leur face inférieure, par les exuvies incluses dans le miellat, le tout noirci par la fumagine (ONILLON et ABBASSI, 1973).

**8.5.2. *Dialeurodes citri* :**

Cet aleurode est natif du Sud-ouest asiatique. C'est un déprédateur important des agrumes en Floride. Il est petit, ne dépassant pas 1,5 mm. L'adulte est jaune pâle, la larve jaunâtre et plate, il y a 2 à 4 générations par an (PRALORAN, 1971). Cette espèce est rencontrée sur plusieurs arbres fruitiers, et les agrumes sont l'hôte préférentiel. Les dégâts considérables : affaiblissement et souillure par la fumagine (les fruits sont déclassés) (PRALORAN, 1971).

**8.5.3. *Aleurolobus olivinus* :**

*Aleurolobus olivinus* est une espèce ravageuse des agrumes. L'adulte (1,7 mm de long) est jaunâtre sous la pruine blanche. La larve, noire, à peu près circulaire, bordée d'une frange de fines soies, est plaquée contre la surface de la feuille un peu à la manière des cochenilles. Il a une génération par an. (ONILLON et ABBASSI, 1973). C'est une espèce très commune mais peu dangereuse. Il peut être gênant par la fumagine qui exploite son miellat (PRALORAN, 1971).

**8.5.4. *Aleurodicus dispersus* :**

C'est une grande espèce (jusqu'à 3 mm). L'adulte, peu actif, avec les ailes larges et tachetées, les antennes longues et fortes. La larve est brun jaunâtre, recouverte de sécrétions cireuses assez épaisses et de forme régulière (évoquant de la crème Chantilly) et émettant des baguettes cireuses très fines, longues et effilés (BAILET, 2011). *Aleurodicus dispersus* est une espèce très polyphage qui attaque les agrumes mais ne transmettant pas de virose. (BAILET, 2011).

**8.6. Les thrips :****8.6.1. *Heliothrips haemorrhoidalis* :**

Ce thrips est largement répandu dans les zones tropicales et subtropicales ainsi qu'en pays tempérés mais en serres. Le corps du femelle est réticulé, de coloration brun foncé à noir, mesurant 1.25 mm de long, les males sont de couleur noire ou jaune-orangé (Figure 24) (PARLORAN, 1971). La durée de cycle biologique est 15 jours dans les conditions favorables ; 10 à 12 générations peuvent se succéder annuellement (PARLORAN, 1971). *H. haemorrhoidalis* cause des dégâts sur les feuilles et les fruits.

Sur les fruites, les attaques sont caractérisées par un anneau scarifié, rugueux, craquelés de tissus grisâtre autour du pédoncule principalement. Sur feuille, l'alimentation des thrips entraîne un épaissement du limbe et sa distorsion (PARLORAN, 1971).



Figure 28 : *Heliothrips haemorrhoidalis* (GARCIA MARI, 2009).

### 8.6.2. *Scirtothrips aurantii* :

Bien que l'on considère généralement qu'il est associé aux Citrus, il est originaire d'Afrique (GROUT et RICHARDS, 1990). *S. aurantii* est caractérisé par une surface du pronotum couverte de nombreuses stries transversales peu espacées; tergites abdominaux latéralement avec de nombreuses rangées parallèles de petites microtriches; sternites avec des soies marginales sortant de la bordure postérieure; metanotum avec une paire médiane de soies sortant près de la bordure antérieure. Son cycle biologique peut être achevé en moins de 30 jours (MOUND et PALMER, 1981). La surface foliaire prend une couleur argentée; le limbe s'épaissit linéairement; des marques de sciure brune apparaissent sur les feuilles et les fruits; des marques grises à noires sur les fruits forment parfois un anneau autour de l'apex; finalement les fruits sont déformés et les feuilles entrent en sénescence précoce. Si les poussées de jeunes feuilles sont sévèrement attaquées plus tard dans la saison, la récolte de l'année qui suit peut être diminuée (KAMBUROV, 1991).

## 8.7. Les pucerons :

### 8.7.1. *Aphis spiraecola* :

Ce puceron de petite taille est de couleur vert clair à jaune vert (Figure 25). Les pucerons ailés sont généralement plus foncés, brun le plus souvent sauf l'abdomen qui est verdâtre. Le puceron développe plusieurs générations au cours de l'année. Les femelles aptères sont présentes au début de la saison et pendant l'hiver. Elles sont appelées les fondatrices des plusieurs colonies larvaires au printemps. Par contre, les femelles ailées sont observées pendant les saisons chaudes de l'année (HULLE et al., 1999).

Cette espèce est très polyphagies pouvant coloniser de très nombreuses plantes appartenant à plus de 20 familles botaniques. C'est l'un des ravageurs les plus redoutés des vergers d'agrumes (HULLE et al., 1999)

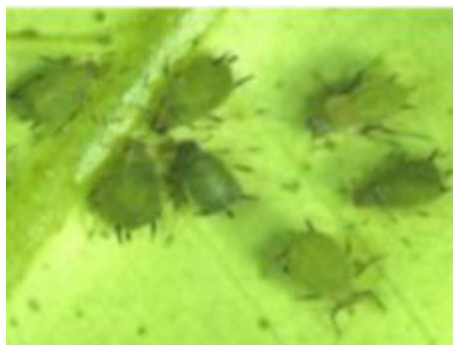


Figure 29 : Colonie d'*Aphis spiraeicola* sur feuille d'agrumes (BICHE, 2012).

#### **8.7.2. *Aphis gossypii* Golver.**

*Aphis gossypii* aussi appelée le puceron du melon. Cet espèce est caractérisé par une couleur jaunâtre à vert sombre, d'une longueur de 1.2 à 2.2 mm, les antennes sont jaunes pale, le prothorax porte des tubercules latéraux très développés, des cornicules très foncés que le corps et la cauda plus pale (HALBERT et al., 2000). *A. gossypii* cause l'avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles (LECLANT, 1977).

#### **8.7.3. *Toxoptera aurantii* (Boyer De Fonscolombe)**

Le puceron est de couleur foncée ce qui le distingue des autres espèces de pucerons cidricoles. Les adultes aptères sont noirs brillant qui mesure 2 mm de long. Les antennes et les pattes sont de couleur claire et foncée alternativement. (YOKOMI et al., 1994).

L'infestation de cette espèce est au printemps. Elle se reproduit durant toute l'année par parthénogenèse ; chaque femelle donne naissance de 50 à 70 larves, et les colonies se développent préférentiellement sur la face inférieure des feuilles (HALBERT et al., 2000).

#### **8.8. Les acariens.**

Les acariens constituent l'un des groupes de ravageurs les plus importants. Ce sont des arachnides de très petite taille, se distinguent par un corps composé de deux parties distinctes, quatre paires de pattes et une tête dotée d'un rostre qui sert à prélever la sève de l'hôte, provoquant son dépérissement (PRALORANT, 1971).

**8.8.1. *Panonychus citri*.**

Cette espèce est un ravageur des agrumes, leur femelle est caractérisée par coloration rouge, de forme ovale, bombé dorsalement. Les males sont plus petits et plus étroites, et leurs nombre est équivalant aux femelles (PRALORAN, 1971). *P.citri* affecte et s'installe sur les feuilles, les fruits et les rameaux verts. Cette affection cause une décoloration au niveau des feuilles et des tiges. Les rameaux défoliés meurent avant d'acquérir un nouveau feuillage (PRALORAN, 1971).

**8.8.2. *Tetranychus urticae*.**

L'acarien tisserand mesure 0.5 mm qui permet de le voir à l'œil nu. Sa couleur rougeâtre. Son corps est globuleux et de forme ovale, convexe, plus élargi à l'avant, mesurant environ 0.5 mm de longueur, de couleur rouge pourpre ; avec une band dorso-médiane jaunâtre, pourvu de poils clairs assez longs ; pattes de couleur claire. Les adultes et les larves de cet acarien vivent à la face inférieure des feuilles et insinuent leur rostre dans les tissus de l'épiderme et des cellules sousjacentes du tissu lacuneux. Comme pour la plupart des tétaniques, dès que l'humidité augmente, les acariens diminuent et en fin juillet, lorsque la saison des pluies est normalement déclenchée les acariens disparaissent (MALLAMAIRE, 1965).

**8.8.3. *Aceria sheldoni*.**

Les adultes ont une forme allongée et de couleur jaunâtre ou légèrement rosâtre. Les œufs sont extrêmement petits et de couleur blanchâtre. La femelle pond une cinquantaine d'œufs dans les bourgeons et le développement se déroule entièrement dans les organes végétaux des feuilles et des fleurs. L'acarien développe plusieurs générations annuelles (LOUSSERT, 1989d). L'acarien des bourgeons attaque essentiellement les citronniers. Les organes attaqués (feuilles, fruits) montrent des déformations hypertrophiques et donnent des fruits monstrueux et anormaux. La chute des jeunes fruits atteints est souvent importante (60 à 80%) (PRALORAN, 1971).



Chapitre II

**Chapitre II**

**Données et généralités**

**sur les pucerons**

### 1. Systématique :

D'après Sullivan (2005), les pucerons (classe des *Insecta*), font partie de l'ordre *Homoptera*, du sous-ordre des *Sternorrhyncha* et de la super famille des *Aphidoidea*. Ils diffèrent des autres insectes suceurs appartenant cette superfamille, par le fait que les femelles peuvent développer des générations parthénogénétiques et elles sont également vivipares (Dixon, 1977). Les pucerons comprennent environ 4000 espèces décrites (Dixon et al., 1987).

Ils sont des insectes nuisibles aux cultures dans les régions tempérées (Hong & Boo, 1998). Les aphides ou les pucerons, sont tous des phytophages et vivent aux dépens des arbres, des arbustes et des plantes herbacées (Hill, 1997). D'après Blackman & Eastop (2007), environ 100 espèces possèdent un intérêt agronomique.

### 2. Nutrition et régime alimentaire :

Les pucerons sont phytophages, leur système buccal de type piqueur stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un

Selon BRAULT et al. (2007) forment un faisceau de quatre stylets flexibles : deux stylets mandibulaires et deux stylets maxillaires principalement constitués de chitine. Les stylets mandibulaires entourent et protègent les stylets maxillaires ( sont enfermés dans le labium (ou proboscis).

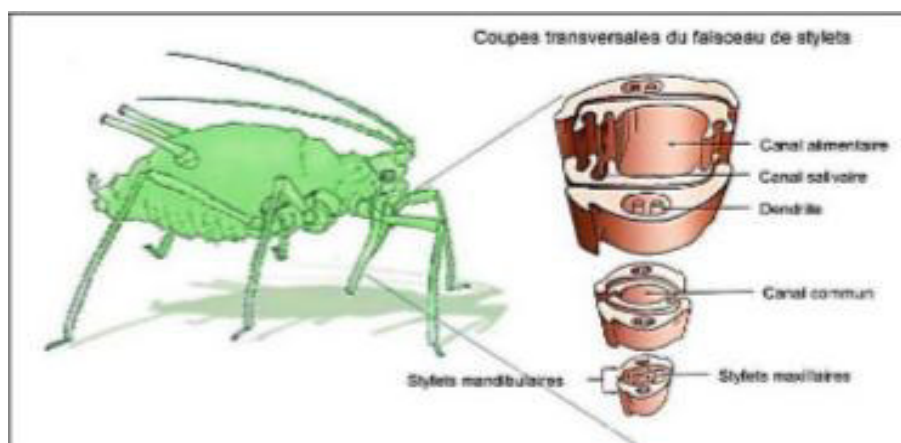


Figure 30 : Détail des pièces buccales des pucerons ( 2007 in RABATEL, 2011).

D'après JOSEPHYNE (2012), monophagie (exclusivement associé à une espèce de plante hôtes), à la polyphagie (associé à une vaste gamme de plantes hôtes appartenant à différentes familles botaniques) en passant par l'oligophagie (associé à quelques espèces de plantes).

Le succès des pucerons en tant que ravageurs des cultures est également lié à leur capacité à exploiter comme unique source alimentaire la sève élaborée des plantes. Or, la sève circulant dans les vaisseaux du phloème, les pucerons ont développé toute une série d'adaptations anatomiques et morphologiques, parmi lesquelles des pièces buccales hautement modifiées, leur permettant d'exploiter cette ressource trophique difficilement accessible (2011). Les pucerons sont phytophages. Leur système buccal de type piqueur stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre. Grâce à leur rostre, le puceron s'en sert pour percer la paroi du végétal et atteindre les faisceaux cribro-vasculaires où il prélèvera la sève élaborée. Au fur et à mesure qu'il pique la plante et enfonce ses stylets, le puceron émet une salive qui durcit l'intérieur duquel il pourra manœuvrer ses stylets (2012). Selon BRAULT et al, (2007) forment un faisceau de quatre stylets flexibles : deux stylets mandibulaires et deux stylets maxillaires principalement constitués de chitine.

### 3. Caractéristiques morphologiques des aphides :

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4mm avec un corps ovale un peu aplati (Tanya, 2002). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen) (Fig. 01).

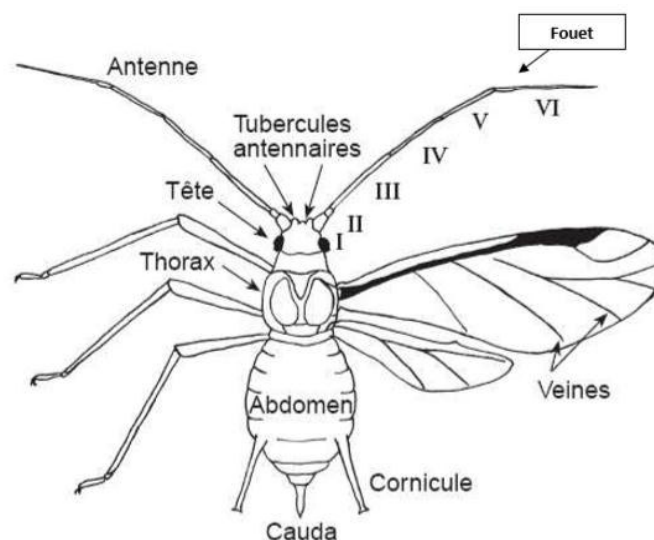


Figure 31 : Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2000).

### 3.1 . La tête :

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères ; elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria ; leurs partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'œil composé (Tanya, 2002, Fraval, 2006).

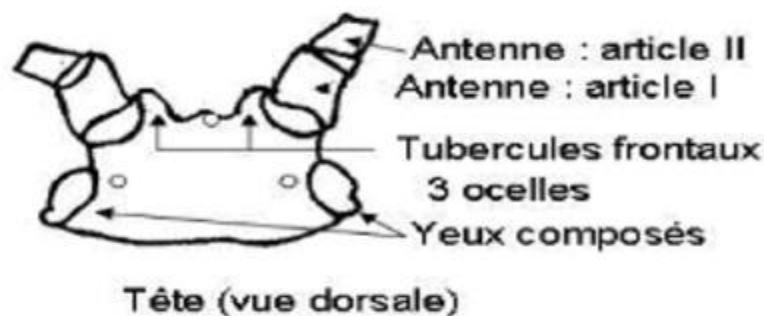


Figure 32 : Schéma d'une tête de puceron (LECLANT, 1999).

### 3.2. Le thorax :

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères.

D'après Hein et al (2005), chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces. Selon Godin et Boivin (2002), cependant la nervation peut être:  Non ramifiée;  Ramifiée, une seule fois;  Ramifiée, deux fois.

### 3.3. L'abdomen :

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, Parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Hein et al, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001).

Le dernier segment abdominal (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

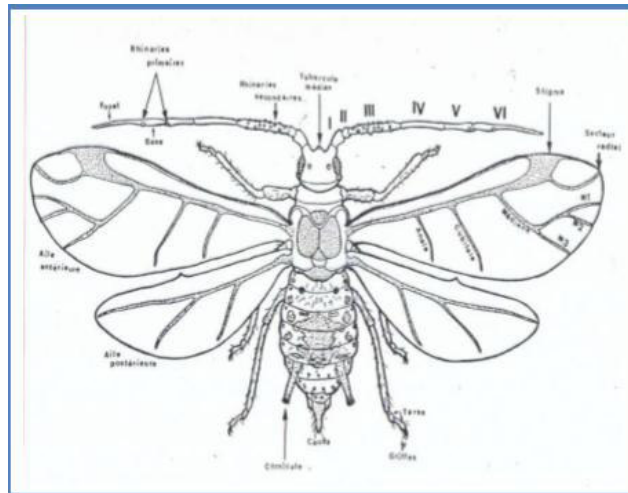


Figure 33 : Morphologie d'un puceron ailé (Sekkat., 2007).

**4. Biologie :**

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fredon, 2008).

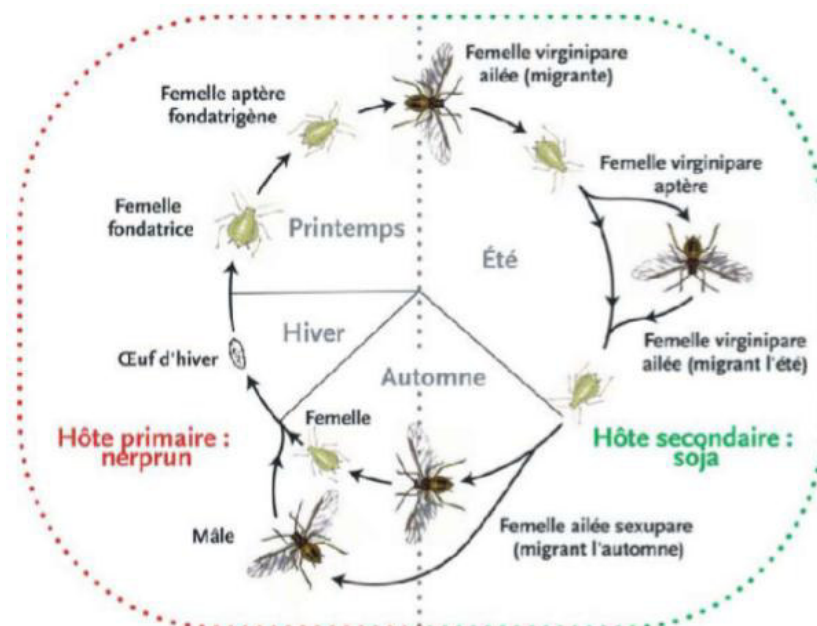
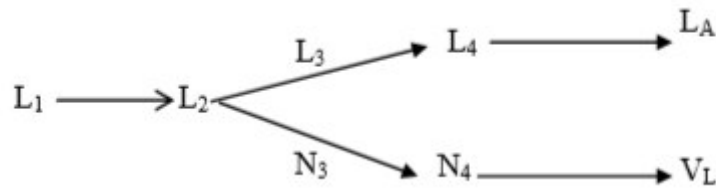


Figure 34 : Cycle biologique complet d'un puceron (Fraval, 2006a).

On peut schématiser le développement larvaire d'un puceron comme ci-dessous:



Le passage des pucerons par ces stades successifs en se débarrassant de l'exosquelette (phénomène de mue) est dû à la cuticule rigide qui inhibe la croissance progressive (Dedryver, 1982).

L1: 1er stade larvaire

L2: 2ème stade larvaire

L3: Virginipare

N3: 3ème stade nymphale

L4 : 4ème stade larvaire

N4: 4ème stade nymphale

VL: Virginipare ailée

LA: adulte

### 5. Reproduction :

Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée: 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Anonyme, 2006; Kos et al, 2008).

Selon Benoit (2006), une femelle aphide (comme le puceron vert du pêcher ou le puceron cendré du chou) est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

### 6. Cycle biologique :

La plupart des espèces des pucerons présentent, au cours de leur cycle évolutif, une génération d'insectes sexués (mâle, femelle) alternant avec une ou plusieurs générations se multipliant par parthénogenèse et constituées uniquement de femelle ( parthénogenèse thélytoque).

Les femelles fécondées sont toujours ovipares alors que les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares qui au cours de l'année, recouvre un cycle évolutif complet et plusieurs générations polymorphes apparaissent (LECLANT, 2000). Chez certaines espèces, la phase de multiplication parthénogénétique est entrecoupée d'une phase de reproduction sexuée. On parle alors d'holocyclie (HULLÉ et al 1999).

Quelques espèces de pucerons ont perdu la phase de reproduction sexuée dans leur cycle, on les appelle anholocycliques, les générations asexuées s'enchainent tout au long de l'année sur le même type de plante hôte (JOSEPHYNE, 2012).

D'après RABATEL (2011), les pucerons peuvent être divisés en deux groupes en fonction de leur cycle de vie au sein de l'holocyclie :

- Les espèces dites monoéciques qui se nourrissent sur les mêmes espèces de plantes vivaces ou herbacées tout au long de l'année ;
- Les espèces dites dioéciques ou hétéroéciques qui, au cours de leur cycle biologique, changent d'hôte et migrent d'un hôte primaire (souvent des plantes ligneuses, en hiver) vers une ou plusieurs espèces secondaires (telles des plantes herbacées durant l'été. figure 35

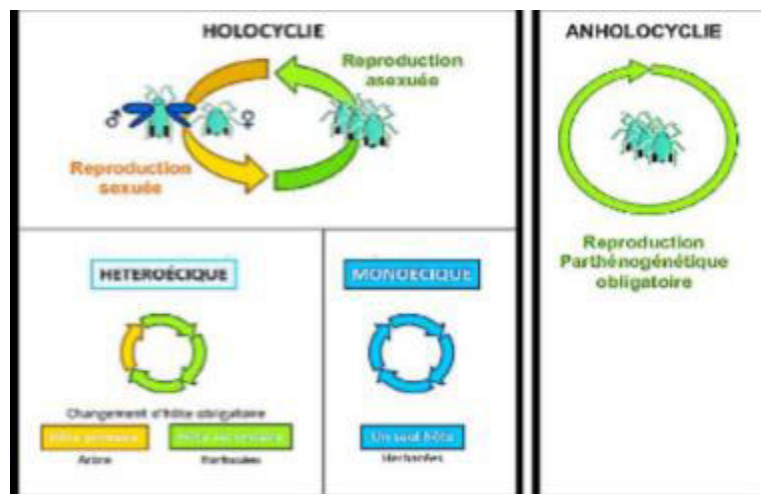


Figure 35: Diversité des cycles de vie chez les pucerons (d'après JOSEPHYNE, 2012)

### **7. Les dégâts causés par les aphides :**

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture (Fournier, 2010). Ils peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et al, 2004). D'après Christelle (2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types:

#### **7.1. Les dégâts directs :**

D'après Harmel et al, (2008), c'est le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes. Les piqûres alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Christelle, 2007).

#### **7.2. Les dégâts indirects :**

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont:

##### **7.2.1. Miellat et fumagine :**

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Christelle, 2007; Giordanengo et al., 2010).

##### **7.2.2. Transmission de virus :**

Les pucerons sont également vecteurs de virus de plantes. L'injection de salive est également à l'origine de la transmission de maladies virales ou parasitaires. Les pucerons constituent ainsi le plus important groupe d'insectes vecteurs de virus phytopathogènes, en transmettant au moins 275 virus (NAULT 1997 in RABATEL, 2011).



### 7.2.3. Les modes de transmission :

Hulle et al (1999), notent que les virus transmis par les pucerons sont regroupés selon leurs caractéristiques structurales, les symptômes qui sont provoquées ou leur mode de transmission.

- **Les virus circulaires (persistants) :**

Les virus transmis selon ce mode sont transportés de façon interne, mais jamais ils ne se répliquent durant leur passage dans le milieu intérieur du vecteur. Ils doivent traverser différentes barrières membranaires: au niveau du tube digestif pour entrer, et des glandes salivaires pour sortir de leur vecteur. Le virus ingéré avec la sève phloémique lors de la prise de nourriture du vecteur traverse les cellules épithéliales de l'intestin vers l'hémocèle (phase d'acquisition) et se diffuse dans l'hémolymphe jusqu'aux glandes salivaires. Il traverse les cellules de ces glandes, et est injecté dans la plante hôte avec la salive lors d'une nouvelle piqûre (phase d'inoculation) (Hebrard et al, 1999; Brault et al, 2010).

- **Les virus non circulaire**

Les virus non circulaire sont acquis et transmis au cours des piqûres brèves; des piqûres d'une durée de cinq secondes suffisent mais les meilleurs résultats sont obtenus pour des durées comprises entre 15 et 60 secondes.

Si la durée de la période d'acquisition augmente, ces virus peuvent être transmis immédiatement après qu'ils ont été acquis, sans qu'une période de latence soit nécessaire mais le puceron ne demeure pas longtemps infectieux après quelques minutes après avoir rencontré une plante saine. (Raccah et Fereres, 2009). Ce type de virus regroupe les virus nonpersistants et les virus semi-persistants

- **Virus non persistants :**

Selon Raccah et Fereres (2009), les virus de ce type sont acquis par les pucerons dans les tissus libériens en même temps que la sève prélevée pour leur alimentation. Le temps requis pour atteindre le liber varie naturellement selon les espèces aphidiennes. Il est fréquemment d'une demi-heure et excède une heure le plus souvent.

- **Virus semi-persistants :**

Ces virus ne peuvent généralement pas être acquis au cours de piqûres brèves mais au contraire les chances de transmission augmentent parallèlement avec la longueur de la durée de la période d'acquisition (Braulte et al, 2010).

Il semble que ce type de virus adhère à l'intérieur du canal alimentaire ou il s'accumule puis il est relâché progressivement où il s'accumule puis il est relâché (Braulte et al, 2010).

## **8. Facteurs de développement et de régression des populations des pucerons**

### **8.1. facteurs abiotiques**

Les facteurs abiotiques sont représentés par les différentes conditions climatiques intervenant dans la dynamique de populations des aphides.

#### **8.1.1. Les températures**

D'après Lamy (1997), les insectes étant des poïkilothermes, la température est pour eux le facteur écologique le plus important.

- La température est un facteur agissant directement sur le développement des aphides. Ces derniers sont en effet particulièrement adaptés aux régions à hiver froid durant lesquels ils survivent sous forme d'œufs capable de résister à des températures de l'ordre de -10 à -15 °C.
- La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4 °C et 22 °C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau (Hille et al, 1999; Hullé et C d'Acier, 2007).
- D'après Hullé et C d'Acier (2007); la vitesse de développement des pucerons et leur fécondité dépendent de la température. Une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C (soit dix jours à 12°C par exemple ou bien six jours à 20°C).
- La température peut influencer aussi sur le nombre des ailés produits et leur capacité à s'envoler et favorise leur mobilité. Bonnemaïson (1950) a noté que les vols des pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20°C et 30°C.
- La température ambiante influe sur le vieillissement d'une population de puceron lorsqu'elle dépasse 25°C (Pierre, 2007)

**8.1.2. Les précipitations :**

Selon Ould El Hadj (2004), en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. Dedryver (1982), a noté que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité

**8.1.3. La durée d'insolation :**

D'après Robert (1982), l'intensité lumineuse agit sur les possibilités d'envol des pucerons et favorise donc la contamination des cultures.

**8.1.4. Le vent**

D'après Fink et Volkl (1995) et Labrie (2010), le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels. Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à des longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km (Robert, 1982).

**8.1.5. L'humidité de l'air :**

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13 °C, et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30 °C (Bonnemaison, 1950).

**8.2. Facteurs biotiques :**

Les facteurs biotiques constituent essentiellement par des facteurs liés au potentiel biotique des espèces aphidiennes, le rôle de la plante hôte, l'action des ennemis naturels et les différentes méthodes de lutte déployée par l'Homme.

**8.2.1. Facteurs de régulation :****➤ Caractéristiques propres aux individus :**

La colonie de pucerons est une ressource localisée et limitée dans l'espace. Sa taille et le nombre d'individus qui la composent ne sont pas fixes, elle varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (Agele, 2006; Martini, 2010).

➤ **Facteurs intra spécifiques :**

D'après Dedryver (1982), ces facteurs peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intraspécifiques de deux ordres : La formation d'ailes; le contact étroit des individus d'une population dense se trouve lorsque les conditions écologiques sont favorables à la pullulation ce qui entraîne des modifications physiologiques sur l'insecte, il provoque l'apparition des formes ailées. La modulation du poids; donc de la fécondité des adultes. Sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet direct de modification de la composition de la nourriture par les prélèvements de sève. Dans ces conditions, la densité d'une population augmente, le poids et la fécondité des adultes diminuent, retardent ainsi le moment où la plante risque de mourir.

### **9. Rôle de la plante hôte**

Les pucerons sont uniquement phytophages, ils se nourrissent de la sève des plantes (Christelle, 2007; Prado et Tjallingii, 1997 ; Armelle et al, 2010). Ils s'attaquent presque à la plupart des jeunes plantes qui sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères (Michael et Donahue, 1998; Fournier., 2010). Cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

### **10. Rôle des ennemis naturels**

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels (Schmidt et al, 2004). On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons entomopathogènes.

#### **10.1. Les prédateurs :**

Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils appartiennent à des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (Deguine et Leclant, 1997)

#### **10.2. Les parasitoïdes :**

Ce terme a été introduit par Reuter (1913), pour désigner des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort (Robert, 2010). La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999) (Fig. 36).

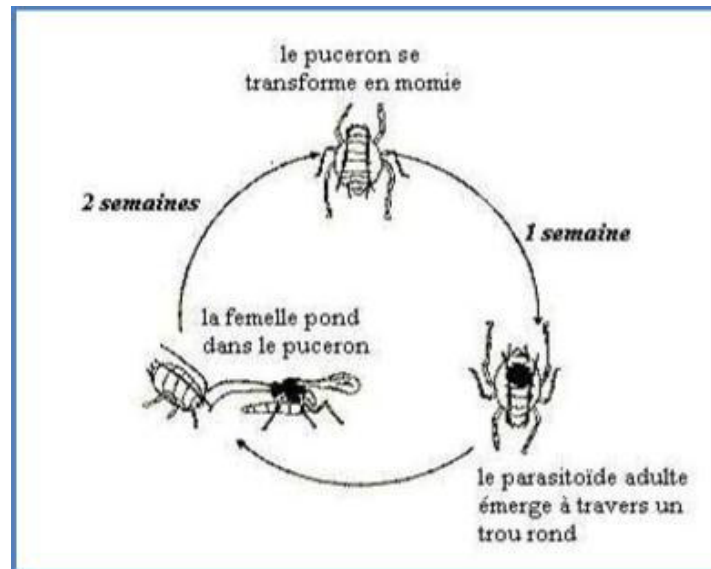


Figure 36: Le parasitisme des pucerons (Sekkat., 2007).

### 10.3. Les pathogènes :

D'après Deguine et Leclant (1997), ce sont essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires.

### 11. Lutte contre les pucerons :

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre et peut évoluer très rapidement au sein d'une même culture. Il dépend bien sûr des capacités reproductives propres aux différentes espèces mais aussi de facteurs extérieurs dépendant de l'environnement physique et biologique. Ces facteurs peuvent être très nombreux, ce qui explique les différences rencontrées dans les tentatives de modélisation de leur influence sur le développement des populations de pucerons (Hulle et al, 1999).

#### 11.1. Lutte préventive :

Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture car l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (Wang et al. 2000; Lambert, 2005).

**11.2. Lutte curative :****11.2.1. Lutte chimique :**

Pour réduire les dégâts d'insectes, l'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui (Ferrero, 2009).

Selon Hulle et al (1999), les principes de la lutte chimique sont:

L'empêchement d'acquisition du virus lors de piqûres d'essai par l'utilisation d'huiles végétales non phytotoxiques. Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ces produits doivent aussi être dotés d'un effet de choc élevé, et d'une bonne rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d'éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est de préférence que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles.

**11.2.3. Lutte biotechnique :**

Ce moyen de lutte est basé sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou des traitements par tâches (Ryckewaert et Fabre, 2001).

**11.2.4. La lutte biologique :**

D'après l'organisation internationale de la lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles l'O.I.L.B (1971) ; Hautier (2003) ; Lambert (2005) et Maisonhaute (2009), la lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes,...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations de nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures.

**11.2.5. La lutte intégrée :**

La lutte intégrée peut se définir par l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (Faurie et al., 2003)

## 12. Pucerons des agrumes :

Les espèces de pucerons les plus répandues sur les agrumes sont *Aphis spiraecola*, *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii* et *Toxoptera citricidus* (Barbagallo et al., 2007). Toutefois, il existe d'autres espèces qui peuvent également s'installer sur les agrumes mais leur importance est secondaire.

**Tableau 02:** Quelques espèces aphidiennes endommageant les agrumes (Barbagallo et al. 2007)

Pucerons	Dégâts	Autres caractéristiques
<i>Aphis spiraecola</i>	Forte déformation des jeunes pousses de l'oranger, le clémentinier et le pomelo mais négligeable sur le citronnier	- Anholocyclique sur les agrumes dans les régions chaudes - Cosmopolite ; - Très nuisible aux agrumes
<i>Aphis gossypii</i>	Infeste les jeunes pousses (sans déformation) de l'oranger, le clémentinier et le pomelo	- Souvent anholocyclique - Cosmopolite
<i>Toxoptera aurantii</i>	Infeste les jeunes pousses de toutes les espèces	- Anholocyclique - Cosmopolite
<i>Toxoptera citricida</i>	Infeste les jeunes pousses de toutes les espèces	- Souvent anholocyclique et rarement holocyclique
<i>Sinomegoura citricola</i>	Infeste les jeunes pousses	- Anholocyclique - Ravageur peu important - Répartition localisée (Sud-est de l'Asie jusqu'à l'Australie)
<i>Aulacorthum magnoliae</i>	Infeste les jeunes pousses	- Principalement anholocyclique - Est de l'Asie
<i>Toxoptera odinae</i>	Infeste les jeunes pousses	- Anholocyclique - Afrique sub-saharienne
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Sporadiquement sur les pousses tendres	- Ravageur peu important - Cosmopolite

### 12.1. Puceron du cotonnier *Aphis gossypii* (Glover) :

*A. gossypii* est un ravageur dévastateur à plus de 20 cultures à travers le monde (Ebert & Cartwright, 1997). Il s'attaque à de très nombreuses plantes spontanées, ornementales et cultivées (Cucurbitacées et Malvacées principalement) (Celini, 2001). En outre, il peut transmettre plus de 50 phytovirus à des cultures comme l'haricot, le pois, le soja, les crucifères, le céleri, le niébé, la patate douce, les tulipes et les fraises (Sullivan, 2008). C'est un vecteur efficace de nombreux isolats de *Citrus tristeza closterovirus* (Roistacher & BarJoseph, 1987 ; Yokomi & Garnsey, 1987 ; Karamouna et al., 2010). Il est le vecteur le plus important de ce virus dans les régions où *Toxoptera citricidus* n'est pas présent (Hermoso de Mendoza et al. 1984; Roistacher et al., 1984; Yokomi et al., 1989; Ballester-Olmos et al., 1993 cités par Yokomi, 2009). Il a été rapporté comme étant à l'origine des épidémies importantes de CTV dans le bassin méditerranéen (Yahiaoui, 2010).

En Algérie, il a été identifié sur différentes plantes réparties sur plusieurs régions (Laamari et al., 2012 ; Hemidi et al., 2013 ; Aroun, 2015). Ce puceron a été signalé pour la première fois au Maroc sur *Agave americana* L. (Agavaceae) par Mimeur en 1931 (Mimeur, 1931 cité par Holman, 2009).

### **12.2.. Puceron vert des agrumes *Aphis spiraeicola* (Patch) :**

C'est un aphide qui peut vivre sur une très large gamme d'hôtes secondaires appartenant à plus de 20 familles, notamment, les Caprifoliaceae, Asteraceae, Rosaceae, Rubiaceae et Rutaceae (Blackman & Eastop, 2006). Saharaoui et al. (2001) ont mentionné que ce puceron est très dommageable aux agrumes en Algérie. Au Maroc, *A. spiraeicola* a été observé pour la première fois en 1962, entre Rabat et Kenitra (Bové, 1967).

Il peut transmettre des phytovirus, tels que Cucumber mosaic virus (CMV), Plum pox virus (PPV) et Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (Blackman & Eastop, 2007). Il peut intervenir également dans la transmission du CTV (Yahiaoui et al. 2012).

### **12.3. Puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) :**

C'est un ravageur bien connu des agrumes dans la région méditerranéenne (Tremblay, 1984). Il est complètement polyphage, et il a été enregistré sur 120 plantes hôtes différentes (Hill, 2008), en particulier sur les Anacardiaceae, Anonaceae, Araliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sterculiaceae et Theaceae. C'est un vecteur important des phytovirus des cultures stratégiques (Blackman & Eastop, 2000). Cependant, il est considéré comme un vecteur secondaire de quelques isolats de virus de la tristezza (Hermoso de Mendoza et al. 1984 cités par Yokomi, 2009).

En Afrique du Nord, il existe depuis de nombreuses années en Algérie (Laamari et al., 2010 ; Benoufella-Kitous et al., 2014a). Alors qu'il a été signalé pour la première fois au Maroc sur les agrumes par Mimeur en 1934 (Mimeur, 1934 cité par Holman, 2009).

### **12.4. Puceron brun des agrumes *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) :**

Ce puceron est présent dans la plupart des zones de culture des agrumes dans le monde, mais il était absent dans les pays du bassin méditerranéen et en Amérique du Nord jusqu'au milieu des années 1990 (Hermoso de Mendoza et al., 2008). Néanmoins, il a été détecté sur agrumes en 1994 à Madère (Ilharco & Sousa-Silva, 2009) et en 1995 en Floride (Hermoso de Mendoza et al., 2008). En Juin 2000, il a gagné la Grèce (Dimou et al., 2002), en 2002,



le Nord de l'Espagne, en 2003, le Portugal, et en 2004, le Sud de l'Espagne (Hermoso de Mendoza et al., 2008).

Il est le vecteur le plus efficace du Citrus tristeza virus dans le monde (Eastop, 1977 ; Yahiaoui et al., 2012). La tristeza est la maladie la plus destructive aux agrumes (D'Onghia & Djelouah, 2001 ; Sastry, 2013a et 2003b). Cette maladie a été signalée en Algérie par Frezal (1957 cité par D'Onghia & Djelouah, 2001), par Bové (1967) et récemment par l'ITAF en 2001 (Larbi et al., 2009). Au Maroc, elle a été décelée à plusieurs reprises sur diverses variétés de collection introduites durant le second quart du 20ème siècle. Certaines introductions récentes de nouvelles variétés ont aussi été infectées de CTV (Zemzami et al., 2009).

#### **12.5. Puceron de laurier rose *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe) :**

Ce puceron peut vivre en colonies denses sur les pousses en croissance et le long des nervures médianes des feuilles de laurier rose *Nerium oleander*. Il vit aussi sur beaucoup d'autres plantes, en particulier, les *Asclepiadaceae* et les *Apocynaceae* (Blackman & Eastop, 2006). Holman (2009) a cité plus de 50 espèces végétales attaquées par ce ravageur. Les agrumes peuvent être attaqués par ce bio-agresseur dans certaines régions du monde (Meagher, 2008 ; Halbert & Brown, 2014). Néanmoins, il n'a pas été rapporté comme un vecteur de tristeza. Cet aphide a été signalé pour la première fois en Algérie par Balachowsky en 1949 (Remaudière, 1954 cité par Hidalgo et al. 2012).

#### **12.6. Puceron du pêcher *Myzus persicae* (Sulzer) :**

C'est probablement le puceron le plus polyphage de tous les aphides. Il vit sur des plantes appartenant à plus de 40 familles botaniques (Blackman & Eastop, 2006). En outre, c'est l'insecte le plus impliqué dans la transmission des virus (Sullivan, 2008). Il peut transmettre CTV (Citrus Tristeza virus) selon le mode semi-persistant (Bar-Joseph et al., 1983 cités par Tennant et al., 2009). Il a été identifié pour la première fois en Algérie en 1949 par Balachowsky (Remaudière, 1954 cité par Hidalgo et al., 2012). Il a été signalé aussi au Maroc sur plusieurs plantes de la famille des *Rutaceae* et *Brassicaceae* (Mimeur, 1934 cité par Holman, 2009).

**12.7. Puceron noir de la luzerne *Aphis craccivora* (Koch) :**

Ce puceron colonise les jeunes pousses de nombreuses plantes, en particulier, celles des Légumineuses (Blackman & Eastop, 2006). Il est impliqué dans la transmission d'environ 30 phytovirus persistants et semi-persistants (Blackman & Eastop, 2007) et il transmet également le virus de la tristezza (Tennant et al., 2009). Holman (2009) a signalé pour la première fois ce puceron en Algérie sur la betterave *Beta vulgaris* (Chenopodiaceae). Tanis que, Mimeur (1934) cité par Holman (2009) l'a signalé au Maroc sur des plantes appartenant aux familles des Bignoniaceae et Fabaceae.

**12.8. Puceron de la pomme de terre *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) :**

C'est un puceron extrêmement polyphage, il peut s'installer sur plus de 200 espèces végétales appartenant à plus de 20 familles botaniques (Blackman & Eastop, 2007), y compris les agrumes (Karamaouna et al., 2010). En outre, c'est un vecteur de plus de 40 phytovirus non-persistants et 5 persistants (Blackman & Eastop, 2007) mais il n'est pas connu comme vecteur de la tristezza. En Algérie, plusieurs auteurs ont signalé son existence (Laamari et al., 2010 ; Hidalgo et al., 2012 ; Ghazali et al., 2015). Au Maroc, Mimeur (1935) cité par Holman (2009) l'a déterminé pour la première fois sur les Cucurbitaceae et les agrumes.

Chapitre III  
**Chapitre III**  
Matériels et méthodes

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 37 : carte géographique de la Mitidja (Anonyme 2006).

#### 1.1. Présentation des zones d'étude :

##### 1.1.1. Verger de Tipaza (Hadjout) :

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



Figure 38 : Situation de site expérimental de la région Tipaza (Google Earth, 2020)



Figure 39: Photo de verger d'étude Tipaza (originale 2020).

### 1.1.2. Verger de Blida :

Le deuxième verger de Blida de la zone de Soumaa. C'est une ferme pilote située à l'est de la région, cette ferme renferme également des vergers arboricoles, le verger d'agrumes âgé de 25 ans occupe une superficie de 4.5 ha.

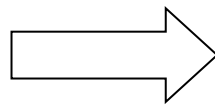


Figure 40 : Situation de site expérimental de la région de Blida (Google Earth, 2020)

Figure 41 : Photo de verger d'étude Blida (originale 2020).

## 1.2. Caractéristiques 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

### 1.2.1. 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 03 : Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Tipaza.( c°)**

Moin s	JA N	FE V	MA R	AV R	MA I	JUI N	JUIL L	OU T	SE P	OC T	NO V	DE C
T max	15	19	18	20	24	29	34	33	29	25	19	15
T min	06	09	09	12	17	23	27	26	22	19	15	11
T moy	11	14	13	16	21	26	30	30	25	22	17	13

**Tableau.04.Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de Blida 2019 - 2020 (c°)**

Moin s	JA N	FE V	MA R	AV R	MA I	JUI N	JUIL L	OU T	SE P	OC T	NO V	DE C
T max	16	24	18	30	25	30	34	34	30	26	20	17
T min	09	12	11	14	18	23	27	26	22	19	15	11
T moy	13	16	14	17	21	26	30	30	26	23	18	14

**Tableau 05 : précipitations mensuelles de Tipaza 2019-2020.(mm)**

Moins	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	OUT	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	42	01	100	169	46	16	05	08	28	37	55	48

**Tableau 06** :précipitation mensuelle de Blida 2019-2020 . (mm)

Moin s	JA N	FE V	MAR S	AV R	MA I	JU I	JUI L	OU T	SE P	OC T	NO V	DE C
P (mm)	70	72	66	65	45	21	05	06	28	32	48	53

**1.2.2. 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.

**1.2.3. 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).

**1.2.4. Synthèse climatiques :**

A l'aide du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 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 Gaussen, 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 exprimées en degré Celsius .

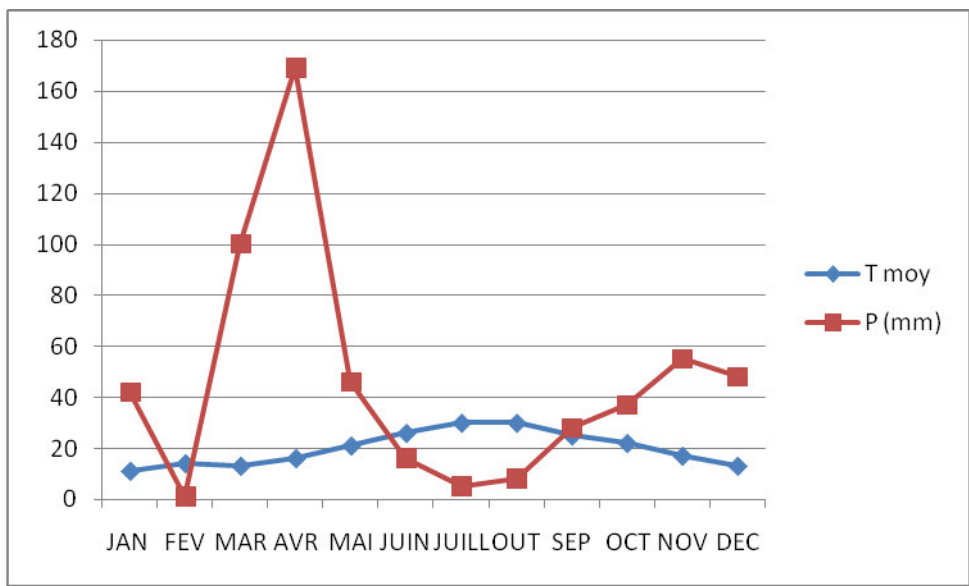


Figure 42: Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Tipaza de campagne 2019-2020.

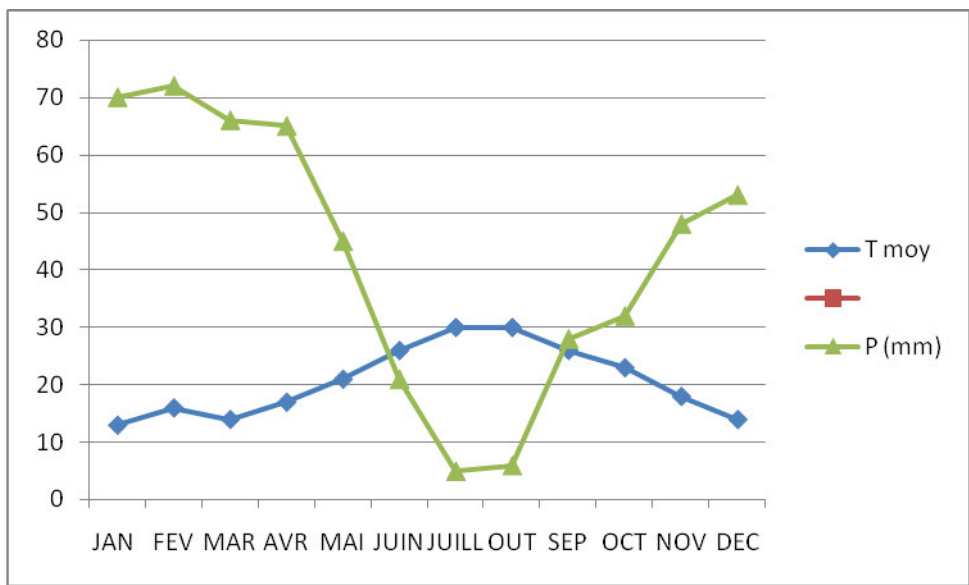


Figure 43: Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN relatif à la région de Blida de campagne 2019-2020.



## 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.

Certains instruments servent à extraire manuellement ou mécaniquement les spécimens d'insectes de leur habitat d'autres sont faits pour les attirer 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 arbres avec une fréquence de récolte hebdomadaire.

### - Les plaques engluées

Ce sont des plaques utilisées dans les études faunistiques qui concernent la lutte biologique. Elles sont attractives autant par leur couleur que la matière qu'elles contiennent.



Figure 44 : plaque engluée sur arbre (originale).

### 2.1. Matériels utilisés

#### ➤ Au laboratoire :

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



Figure 45: Matériels utilisés au laboratoire.

Sachet en plastique transparents : utilisés pour collecter le matériel végétal prélevé sur les différents vergers étudiés.

- Loupe de poche.
- Les boîtes de pétris : pour la collection des feuilles portant des pucerons momifiés.

## 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 autres insectes volants peuvent s'y coller (fig). 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 le puceron et les feuilles aléatoirement.

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

$$\text{T.I} = \frac{\text{NOMBRE DE FEUILLE INFESTES}}{\text{NOMBRE DE FEUILLE DE RECOLTE}} * 100$$

$$\text{T.P} = \frac{\text{NOMBRE DE PUCERON PARASITE}}{\text{NOMBRE TOTALE DE PUCERON}} * 100$$

Chapitre IV  
**Chapitre IV**  
Résultats et discussions

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principaux résultats de notre inventaire réalisé dans les stations (Hadjout et Soummaa), dans deux vergers d'agrumes

### 1. Diversité entomologique dans les stations d'études :

Le dispositif d'échantillonnage appliqué dans les deux vergers des deux zones d'étude durant la période allant de janvier 2020 à mars 2020, nous a permis de dresser une liste systématique des espèces ravageurs et leurs ennemies naturelles (prédateurs et parasitoïdes) qui sont consignés dans les tableaux suivants:

**Tableau 07: Diversité globale de principales espèces inventoriées dans les deux vergers**

ordre	super-famille	Famille	espèce	23- janv	09- févr	23- févr	23- janv	09- févr	23- févr	08- mars
<i>Coleoptera</i>		<i>Coccinellidae</i>	<i>Clitotethus arcuaatus</i>	15	24	15	12	15	12	2
			<i>Rhyzobuis lophanthae</i>	5	0	5	4	4	4	1
			<i>Rodalia cardinalis</i>	0	0	0	0	0	0	1
			<i>Platynaspi slutearulora</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Psocoptera</i>			<i>Pseucoptera</i>	2	10	0	15	2	0	6
<i>Neuroptera</i>		<i>Chrysopidae</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>	0	1	0	0	1	1	0
			<i>Sémidalise aleyrodiformi</i>	2	3	3	1	1	0	2
<i>Thysanoptera</i>		<i>Thripidae</i>	<i>Scirrtterips inermis</i>	2	16	17	1	19	2	1
			<i>Pezothrips kellyanus</i>	2	3	30	12	22	10	4
<i>Hemiptera</i>		<i>Cicadelidae</i>	<i>Cicadelidos</i>	2	4	4	10	3	2	290
		<i>Diaspididae</i>	<i>Parlatoria</i>	34	21	11	14	0	2	4
<i>Homoptera</i>		<i>Alepodia</i>	<i>Dialeurode citris</i>	28	70	45	33	83	371	17
			<i>Aleurode floccosus</i>	10	23	29	20	101	190	1
		<i>Pteromalidae</i>	<i>Pteromalidae</i>	0	0	2	0	0	0	0
		<i>Aphelinidea</i>	<i>Calex noack(male)</i>	8	30	5	330	189	371	274
			<i>Calex noack(femelle)</i>	38	77	18	255	328	287	24
			<i>Encaria</i>	65	299	53	12	273	9	1
			<i>Aphytus melunus</i>	11	16	11	2	1	2	2
			<i>Aphitis sp</i>	6	0	7	22	0	14	3

			<i>Aphitis hispanicus</i>	0	0	0	3	4	5	1
		<i>Encyrtidae</i>	<i>Metaphucus flavus</i>	1	6	2	24	60	6	1
	<i>Cynipoidea</i>	<i>Figitidae</i>	<i>Alloxysta sp</i>	1	0	5	0	0	0	0
			<i>Cynipoidea</i>	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Chalcidoidea</i>	<i>Mymaridae</i>	<i>Anagrus sp male</i>	0	0	0	4	11	4	0
			<i>Anagrus sp femelle</i>	2	9	0	6	1	5	4
			<i>Aplatus sp femelle</i>	1	7	3	3	14	6	1
			<i>Anaphes sp male</i>	0	0	3	0	0	0	0
		<i>Eulophidae</i>	<i>Eulophidea</i>	2	1	26	9	17	16	10
	<i>Scelonoidea</i>	<i>Selionidae</i>	<i>Séloinidae</i>	4	2	15	4	18	34	5
	<i>Ichneumonidea</i>	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Ichnomonoidea</i>	1	7	0	1	21	21	1
	<i>Ichneumonidea</i>	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Braconidea</i>	1	2	5	4	0	4	4
		<i>Ceraphroniidea</i>	<i>Ceraphroniidea</i>	1	2	0	0	0	1	
			<i>Megaspilidea</i>	1	4	3	2	3	7	1
		<i>Chloropidae</i>	<i>Thaumatomyia notata</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diptera</i>		<i>Tephritidae</i>	<i>Ceratitscapitat</i>	0	4	0	0	0	0	0
<i>Arachnida</i>			<i>Acarien</i>	1	0	3	15	27	24	0
<i>Hemiptera</i>	<i>Aphidoidea</i>	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae sp</i>	0	1	6	4	4	3	10

Le tableau 7 représente le groupe d'espèces entomologiques échantillonnées dans les deux stations d'étude, avec leurs effectifs pour chaque sortie, et leur systématique la plus complète.

A partir de tableau, nous remarquons une présence simultanée de plusieurs espèces durant notre période d'échantillonnage qui s'est étalé de 23 janvier 2020 jusqu'au 08 mars 2020 ; avec des variations dans leurs effectifs d'une sortie à l'autre.

On a recensé 9 ordres, 18 familles, et 39 espèces. Par ailleurs l'ordre des hyménoptères est le plus important représenté par 19 espèces.

- **Diversité spécifique (Diversité de Shannon et équitabilité)**

Les espèces entomologiques qui ont été échantillonnées dans les deux stations (Tableau 7) ont des peuplements très voisins dans la mesure où 73 % des espèces sont en commun.

Par ailleurs, 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 8). L'indice d'équitabilité tend vers 1 pour les deux stations d'étude. Les populations d'insectes inventoriés sont équitables dans les deux stations.

**Tableau 8 : Comparaison des richesses et des diversités spécifiques des deux vergers.**

	Hadjout	Soumaa	Boot p(eq)	Perm p(eq)
Taxa S	32	32	1	1
Shannon H	2.472	2.266	0	0
Equitability J	0.7133	0.6538	0.002	0.005

## 2. Relation entre la période d'apparition et les espèces trouvées dans les deux vergers :

La matrice des données qui contient en colonne les dates de sorties et en ligne les espèces trouvées a été sujette à une analyse factorielle des correspondances (AFC) suivi par une classification ascendante pour faire ressortir les différents groupes homogènes qui peuvent s'exister entre les acteurs de cette matrice. Pour cela, nous avons pris en considération les distances euclidiennes comme méthode de mesure de similitude réalisée avec le logiciel PAST vers. 3.20 (HAMMER et al, 2001).

Les informations apportées par les effectifs des insectes recensés contribuent avec 78.68% et 21.31 % de la variance respectivement sur le plan d'ordination axe1 et axe2 de l'Afc (Figure 46).

Les résultats de la CAH révèlent la présence de quatre groupes qui caractérisent les différents périodes d'échantillonnages dans les deux vergers

Le premier groupe est représenté par trois espèces : *Rodalia\_cardinalis*, *Thaumatomyia notata*, *Cicadelidae sp* qui sont plus abondantes dans le verger de soumaa pour la sortie de 08-mars 2020.

Le deuxième groupe est corrélé avec le verger de Hadjout pour les sorties de 23-janvier, 09-février et 23-février 2020, est caractérisé par une forte présence des effectifs des espèces suivantes : *Parlatoria ziziphi*, *Ceratitis capitata*, *Sémidalis aleyrodiformis*, *Pteromalidae sp*, *Encaria sp*, *Aphytis melinus*, *Alloxysta sp*, *Cynipoidea sp*, *Ceraphronoidea sp*.

L'assemblage du troisième groupe caractéristique du verger Soumaa pour les deux sorties de 23-janvier et 23-février 2020. il est représenté par une forte présence de trois espèces ravageurs (*Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, et *Acarien sp*,) et sept espèces auxiliaires qui sont : *Metaphucus flavus*, *Aphitis hispanicus*, *Aphitis sp*, *Cales noacki*, *Platynaspis lutearubra*, *Ichnomonoidea*, *Séloinidae sp*.

Le quatrième groupe est corrélé avec le verger de Soumaa pour la sortie de 09-février 2020, est caractérisé par une forte présence des effectifs des espèces suivantes: *Aphididea sp*, *Scirrterips inermis*, *Pezothrips kellyanus*, *Pseucoptera sp*, *Anagrus sp*, *Anaphes sp*, *Eulophidea sp*, *Braconidea sp*, *Megaspilidea sp*, *Clitostithus arcuatus*, *Rhyzobuis lophanthae* et *Chrysoperla carnea*



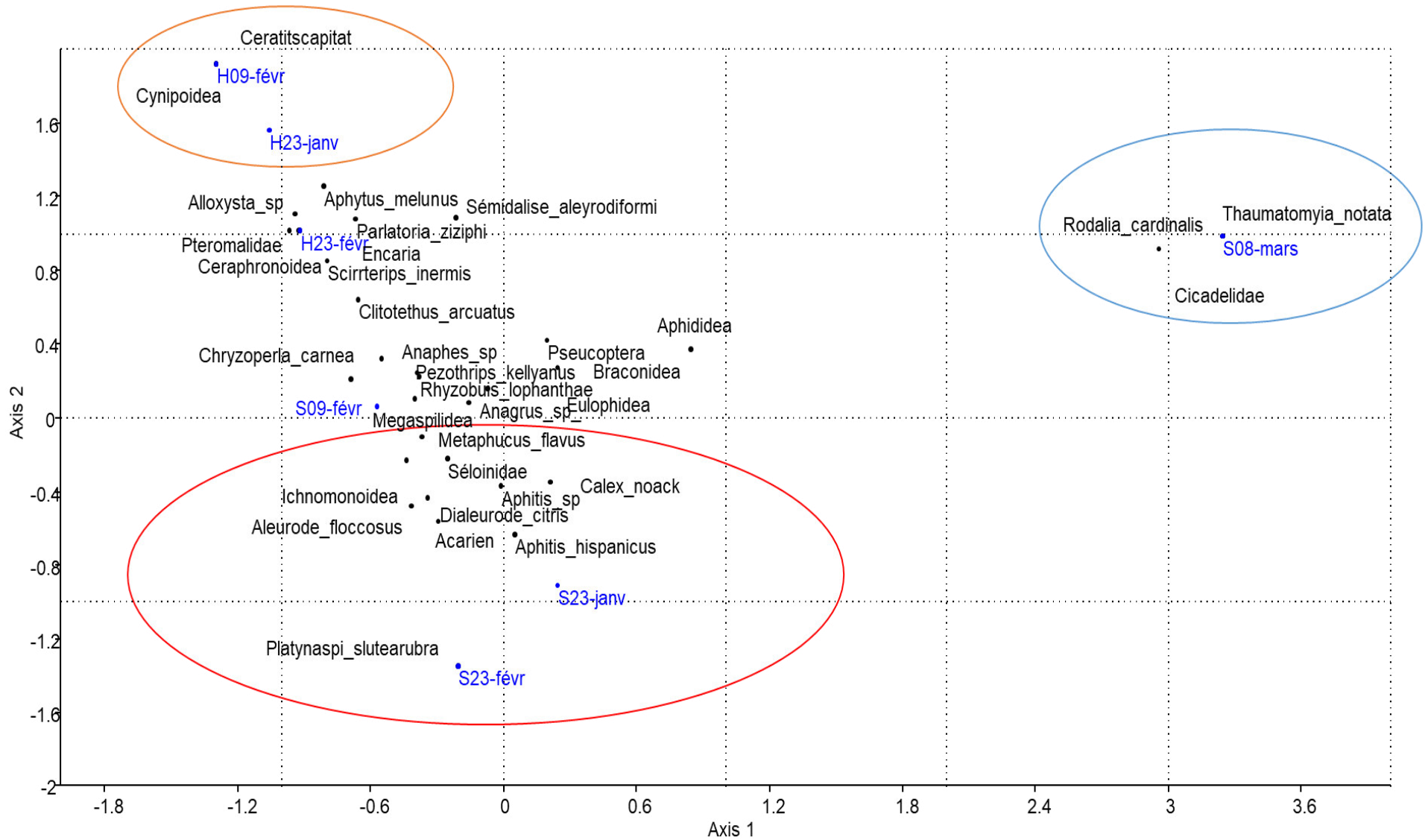


Figure 46 : Projection des effectifs totaux des espèces trouvées sur le plan d'ordination de l'ACF des deux vergers.

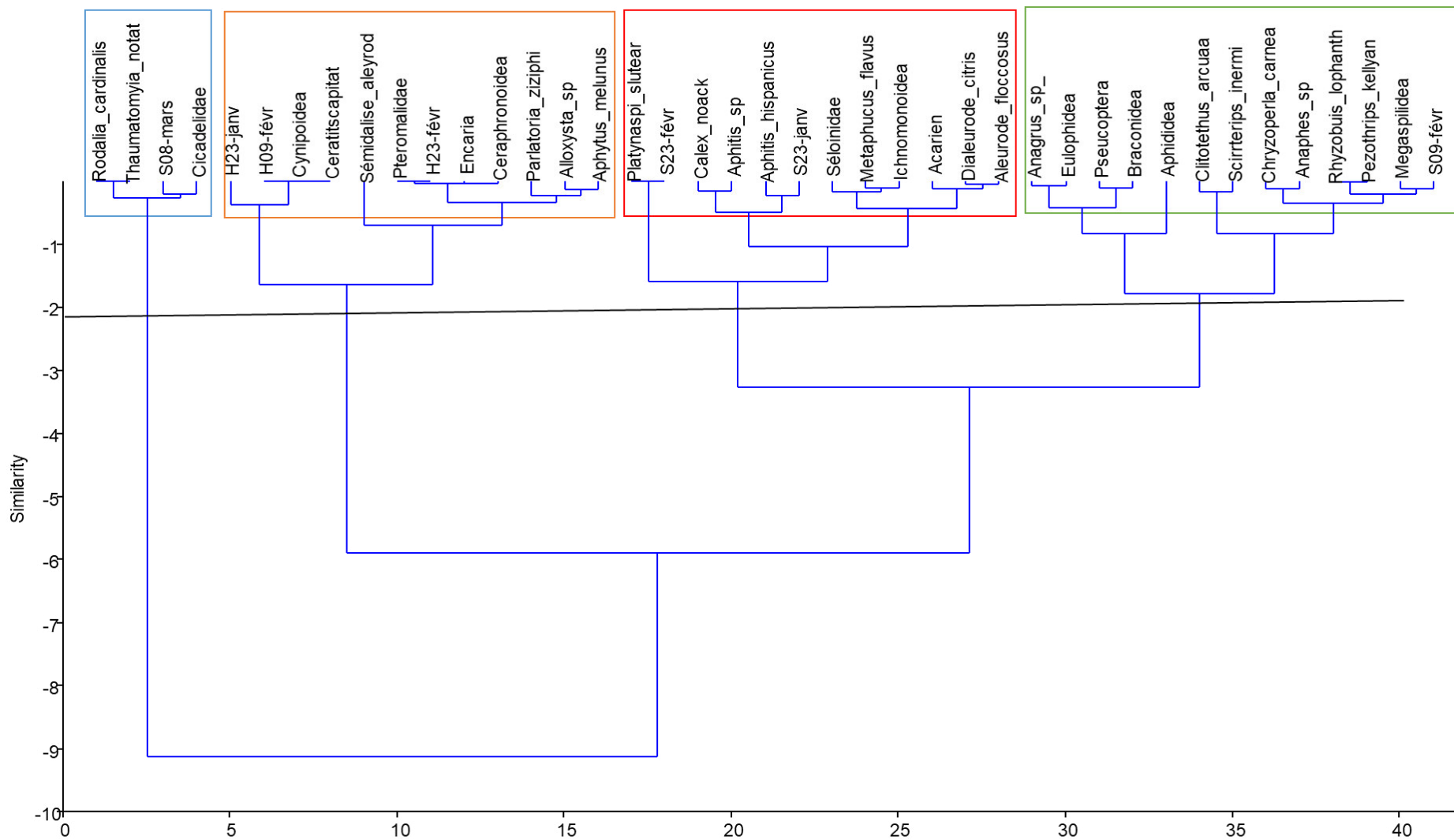


Figure 47 : Classification ascendante hiérarchique (CAH) des effectifs totaux des insectes trouvés des deux vergers.

### 3. Variation de l'abondance relative des familles parasitoïdes :

En ce qui concerne l'abondance des différentes familles trouvées dans les deux vergers. Nous avons essayé de voir quelles sont les familles les plus abondantes dans les deux vergers.

#### 3.1. Verger de Hadjout :

**Tableau 09 : Abondance relative des familles parasitoïdes récoltés dans le verger d'agrumes de Hadjout**

Famille	23-janv	09-févr	23-févr	Effectifs	AR%
<i>Pteromalidae</i>	0	0	2	2	0.26
<i>Aphelinidea</i>	128	422	94	644	84.29
<i>Encyrtidae</i>	1	6	2	9	1.18
<i>Figitidae</i>	1	1	5	7	0.92
<i>Mymaridae</i>	3	16	6	25	3.27
<i>Eulophidae</i>	2	1	26	29	3.80
<i>Selionidae</i>	4	2	15	21	2.75
<i>Braconidea</i>	2	9	5	16	2.09
<i>Ceraphroniodes</i>	2	6	3	11	1.44

Les résultats reportés dans le tableau précédent montrent que les insectes recensés dans le verger de Hadjout sont répartis sur neuf familles de l'ordre des hyménoptères. Les résultats montrent aussi que la famille des *Aphelinidea* est la plus abondante avec des effectifs importants et une abondance relative de 84,29 %. L'abondance des autres familles reste très faible en comparaison avec cette famille. La famille des *Ptéromalidae* est la famille la moins abondante avec une abondance relative de 0,26%.

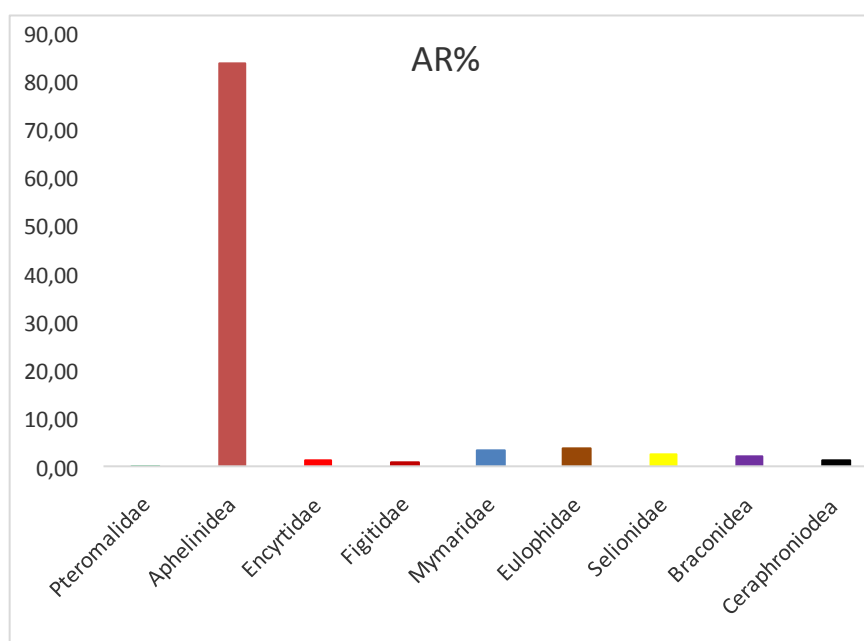


Figure 48: Abondance relative de familles parasitoïdes récoltées dans le verger d'agrumes de Hadjout

### 3.2. Verger de Soumaa :

Tableau 10 : Abondance relative des familles parasitoïdes récoltés dans le verger d'agrumes de Soumaa

Famille	23-janv	09-févr	23-févr	08-mars	Effectifs	AR %
<i>Aphelinidea</i>	624	795	688	305	2412	88.32
<i>Encyrtidae</i>	24	60	6	1	91	3.33
<i>Mymaridae</i>	13	26	15	5	59	2.16
<i>Eulophidae</i>	9	17	16	10	52	1.90
<i>Selionidae</i>	4	18	34	5	61	2.23
<i>Braconidea</i>	5	21	25	5	56	2.05
<i>Ceraphroniodea</i>	2	3	8	1	14	0.51

Concernant le verger Soumaa, les résultats reportés dans le tableau 10 montrent que les insectes recensés dans le verger de Soumaa sont répartis sur sept familles de l'ordre des hyménoptères.

Les résultats de l'abondance des différentes familles montrent aussi que la famille des *Aphelinidea* est la plus abondante avec des effectifs importants et une abondance relative de 88,33 %. La famille des *Aphelinidea* représente la majorité des espèces capturées. L'abondance des autres familles reste très faible en comparaison avec cette famille. La famille des *Ceraphronidea* est la famille la moins abondante avec une abondance relative de 0,51%.

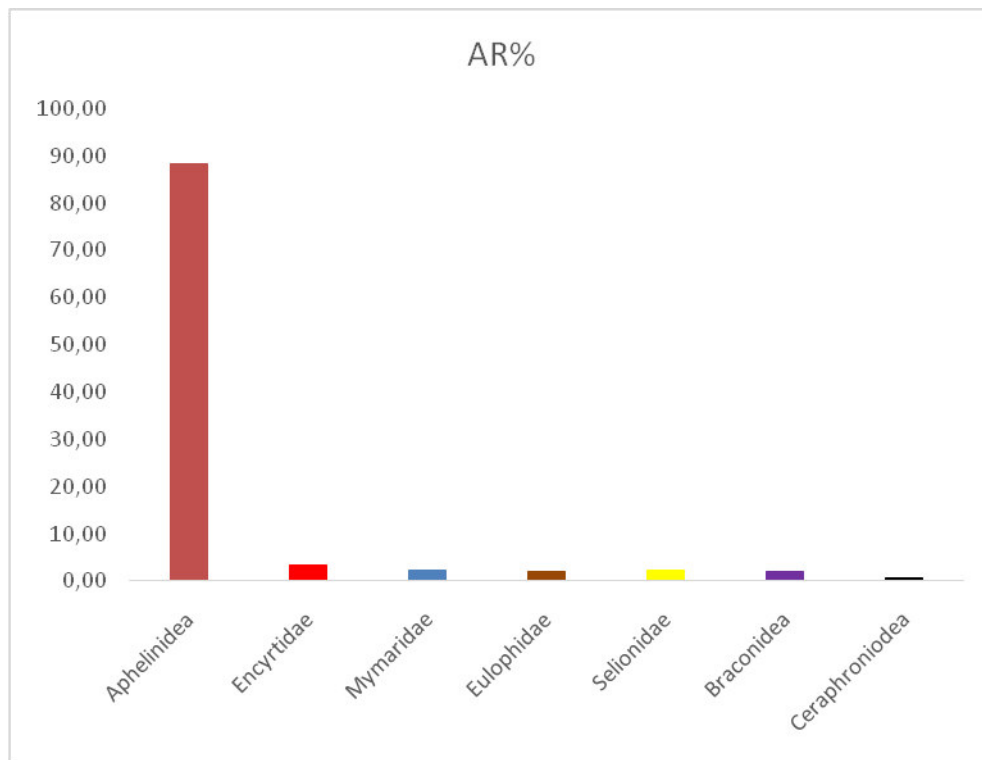


Figure 49 : Abondance relative de familles parasitoïdes récoltées dans le verger d'agrumes de Soumaa

#### 4. Discussion générale :

L'étude de l'évolution des populations entomofauniques dans divers biotopes présente un intérêt en termes d'effet sur la biodiversité (VITOUSEK *et al* ,1997). L'étude de l'entomofaune dans deux vergers d'agrumes de la région de Hadjout (Wilaya de Tipaza) et de Soummaa (Wilaya de Blida), durant la période d'échantillonnage a permis de répertorier 29 espèces d'insectes repartis en 15 familles.

Le verger agrumicole est attaqué par une vingtaine d'espèces de pucerons (Talhouk, 1974). Dans le bassin méditerranéen, les espèces les plus rencontrés sont : puceron vert ; *Aphis spireacola* van Der Goot (*Aphis citricola* Patch), puceron noir de l'oranger : *Toxoptera aurantii* B.D.F, puceron de coton : *Aphis gossypii* Golver, puceron vert du pêcher : *Myzus persicae* Sulzer, puceron noir *Toxoptera citricidus* Kirk (=A.citricida) puceron noir de la fève ; *Aphis fabae* Scopoli et puceron noir des légumineuses *Aphis craccivora* Koch (Benhalima, 1995).

En algerie, les principales espèces présents sont *Aphis spireacola*, *Toxoptera aurantii*, *A. gossypii* , *M. persicae* , *A. craccivora* et *A.fabae* et seuls les trois premières espèces sont considérées comme les plus importantes dans un verger d'agrumes. Benoufella-Kitous en 2005 sur une étude des aphides associés aux citrus dans la région de tizi ouzou notent la présence 26 espèces aphidiens recensés dans des vergers agrumicoles et seulement 5 espèces installés sur le feuillage qui sont : *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *A. gossypii*, *A. craccivora* et *A.fabae* . Le même auteur signale l'existence de deux périodes d'installation et d'infestation des pucerons, l'une en automne et l'autre au printemps qui coïncide avec une fenêtre temporelle de l'activité maximale des insectes. Ces infestations sont sous la dépendance des conditions de nutrition, des conditions climatiques et de l'action de la faune auxiliaire.

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

Concernant les ennemis naturels des aphides, les parasitoïdes jouent un rôle important dans la régulation des pucerons.

En Algérie, plusieurs travaux ont été réalisés sur les parasitoïdes des pucerons, ces derniers sont représentés essentiellement par la famille des Aphidiidae. HAMAS en 2018 a pu identifier trois espèces parasitoïdes des pucerons *Aphidius sp*, *Phaenoglyphis sp* et *Lysiphlibus testaceipes* et une espèce hyperparasitoïde *Alloxysta sp* dans la région de Bejaia. BOUALEM et CHERFAOUI en 2010 dans la région de Mostaganem ont pu identifier trois espèces de genre *Lysiphlibus* (*L. testaceipes*, *L. fabarum* et *lysiphlibus sp*) qui sont parasitoïde d'*Aphis speraecola* et deux espèces hyperparasitoïde *Alloxysta sp* et *Pachyneuron sp*. SAHRAOUI et HEMPTINNE (2009) en mitidja, signale une seule espèce parasite des pucerons *Lysiphlebus ambiguus* alors que Aroun (1985) cite au moins six espèces : *Aphidius matricarreae* Hal., *Ephedrussp.*, *Lipolexis gracilis* Forst., *Lysiphlebus ambiguus*, *Praon sp*. Et *Trioxys sp*.

En Floride, les parasitoïdes. *Lipolexis oregmae* et *Lysiphlebus testaceipes*, sont les plus importants parasitoïdes des aphides des agrumes (Persad et al., 2004). En Grèce les parasitoïdes observés sur *Aphis gossypii* sont *Binodoxys angelicae*, *Aphidius colemani* et *Diaertiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) (Kavallieratos et Tomanovic, 2004). En Tunisie, le *Lysiphlebus confusus*, *Aphidius matricariae* et *Lysiphlebus testaceipes* sont les plus importants dans le pays (Brun, 1997). Au Maroc, deux espèces d'aphidiidae parasitoïdes ont été identifiées sur les pucerons d'agrumes, *Aphidius ervi* et *Lysiphlebus fabarum* (Sekkat, 2007). Dans les vergers espagnole plusieurs auteurs signalent que les espèces les plus abondante appartient à la famille des braconidae : *Lysiphlebus testaceipes*, *Trioxys Angelicae* et *Aphidius matricariae* (Michelenaet Sanchís. 1997) Après son introduction en Espagne en 1976, *Lysiphlebus testaceipes* pour but du contrôler le puceron *Aphis spiraecola*. Cette espèce parasite d'autres espèces des aphides [243].

La prédation des pucerons est assurée par un certain nombre d'espèces. Des recherches précédentes en Algérie ont pu mettre la lumière sur un nombre important d'espèces prédatrices des pucerons. ROCHAT et al. (1995) et KITOUS et LADDAOUI (1998), sur un travail porté sur les aphides des agrumes, ont recensé respectivement 13 et 10 espèces aphidiphages. HAMAS (2018) signale la présence de 10 espèces aphidiphage appartenant à 2 familles, la famille des Coccinellidae avec 9 espèces (*Scymnus subvillosus*, *Scymnus interruptus*, *Platynaspis luteorubra*, *Adalia decempunctata*, *Oenopia conglobata*, *Harmonia quadripunctata*, *Adalia bipunctata*, *Adonia variegata*, *Oenopia conglobata*) et la famille des Chrysopidae avec une seule espèces (*Chrysoperla carnea*).

En Mitidja, sur la même culture. AROUN (1985), a cité les syrphes, les coccinelles et les chrysopes. Benoufella-Kitous et al(2008) notent la présence en verger de *Citrus* des Anthocoridae, des Syrphidae des Chrysopidae et des Coccinellidae. Dans une étude menée sur les coccinelles d'Algérie SAHARAoui (1994) a déterminé six régimes alimentaire chez les coccinelles recensées avec la prédominance des aphidiphage.

En Tunisie, les travaux de Ben Halima, 1995 et ses collaborateurs en 2005 ont montré que la faune prédatrice recensée est constituée de *Episyrphus balteatus* De Geer, *Chrysotoxum festivum* L., *Paragus sp*, *Sphaerophoria scripta* L. (Syrphidae) ; *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Cecidomyiidae) et un Névroptère *Chrysoperla carnea* Stephens (Chrysopidae), un Dictyoptère *Mantis religiosa* L.(Mantidae) et des Coléoptères de la famille des Coccinellidae *Bulaea luchatschovii*, *C. septempunctata* L., *Hippodamia variegata* Goeze, *P. 14 punctata* et *P.22 punctata*. Les prédateurs les plus répandus sont *A. aphidimyza*, *C. septempunctata* et *H. variegata*, avec une prédominance des Coccinellidae. Au Maroc, Smaili et ses collaborateurs (2008) ont rapportés que les espèces prédatrices des pucerons les plus importantes de la région du Gharb sont les coccinelles et plus précisément *Adalia decempunctata*, *coccinellea septempunctata*, la cécidomyie *Aphidoletes aphidimyza*, le syrphe *Episyrphus balteatus* et les chrysopes *chrysoperla carena*.



# Conclusion

## **Conclusion :**

L'inventaire établi a révélé une grande diversité des groupes d'insectes, ce qui peut être dû à des conditions écologiques favorables qui caractérisent la plaine de la Mitidja et la Mitidja-Ouest

Les espèces aphidiphage méritent d'être prises en considération dans des études plus poussées de contrôle des aphides tout comme certaines espèces utiles et peu fréquentes qui devraient bénéficier d'un statut de protection dans les vergers des agrumes.

L'étude menée sur les auxiliaires associés aux pucerons des agrumes dans la région de Hadjout (Tipaza) et Soumaa (Blida) du 23 janvier au 08 mars 2020 a permis d'établir l'existence de 39 espèces appartenant à 4 ordres. Ce sont les Coleoptera, les Diptera, les Heteroptera, Hymenoptera et les Neuroptera.

La richesse spécifique dans le verger de Hadjout est la plus élevée avec 6 espèces entre prédatrices et parasitoïdes. Cette richesse dépendrait du niveau de ressources trophiques disponibles. En effet, ce verger abrite une population importante de pucerons. De même, la diversité végétale y est importante, ce qui attire probablement, mais d'une manière indirecte, plus d'espèces aphidiphages. L'installation de ce groupe d'espèces est commandée par la densité des aphides et par l'effet de la plante hôte.

L'activité des ennemis naturels dans les régions d'étude, a lieu principalement au printemps. Celle-ci, coïncide avec les fortes pullulations des pucerons ainsi que les conditions climatiques favorables.

L'analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) dans les 02 vergers d'étude de la révèle la présence de 5 groupements dans le verger de Soumaa et 4 groupements dans le verger de Hadjout. Parmi ces derniers, il y a ceux qui se trouvent en commun entre 2 ou 3 parcelles d'agrumes ou bien ceux qui sont propres à une parcelle donnée.

Ce travail ne constitue qu'une modeste contribution à la connaissance des auxiliaires associés aux aphides des agrumes.

En matière de perspectives, il serait intéressant de poursuivre cette étude sur plusieurs années et sur plusieurs variétés pour avoir des résultats plus représentatifs.

L'installation d'un réseau de piégeage permanent pour suivre le vol des espèces de pucerons les plus dangereuses vis à vis de la culture est souhaitable. C'est pourquoi, il faudrait étudier un grand nombre de paramètres, à savoir la bioécologie et le cortège parasitaire de ces espèces, en vue d'obtenir plus de renseignements sur ces ravageurs et une amélioration tangible des performances tant techniques qu'économiques.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques :

- **Abd-Elhamid A., 2009.** Quelle agriculture pour l'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires (Alger), 183 p.
- **Agele S.O., Ofuyad T.I. & James P.O., 2006** - Effects of watering regimes on aphid infestation and performance of selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in a humid rainforest zone of Nigeria. *Crop Protection*, 25, 73-78.
- **Agustí M., Mesejo C., Reig C. & Martínez-Fuentes A., 2014.** Citrus production. In : Dixon G. R. & Aldous D. E. (eds.), *Horticulture : Plants for People and Place*, Volume 1 : Production Horticulture, Ed. Springer (Dordrecht), 159 - 195.
- **Anonyme., 2006** - Les pucerons: Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales. Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, France.
- **Anonyme, 2017)** : <https://www.aujardin.info/fiches/agrumes-vaste-famille.php#PxwR11bGC63hvPeu.99> Date de consultation 06/01/2017 .
- **Anonyme. (1998):** Les agrumes. Bureau des Ressources Génétiques, plateforme espèces tropicales et méditerranéennes
- **Agustí M., Mesejo C., Reig C. & Martínez-Fuentes A., 2014.** Citrus production. In: Dixon G. R. & Aldous D. E. (eds.), *Horticulture : Plants for People and Place*, Volume 1 : Production Horticulture, Ed. Springer (Dordrecht), 159 - 195.
- **Armelle. C. D'acier., Nicolas. P. H. & Olivera. P. O., 2010** - Aphids (Hemiptera, Aphididae). *BioRisk* 4(1): 435–474.
- **Biche M., 2012.** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO (Algérie), 36 p.
- **Bonnemaison. L., 1962** – Les ennemis animaux des plantes cultivées. Ed. S.E.P., Paris, 668p.
- **Christelle. L., 2007** - Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.
- **Dedryver. C.A., 1982** - Qu'est ce qu'un puceron ? *journal. D'info et d'étude* « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. Bourd, Paris. pp9-20.

- **El -Otmani M., 2005.** Les agrumes et le maraîchage et le froid hivernal. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p.
- **El macane W. L. D., Ahmed S. & Alattir H., 2003.** Le bananier, la vigne et les agrumes. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p.
- **Esclapong D. R., (1975):** Les agrumes. Ed. La Somivac, Corse, n° 68, 12 p.
- **Hill D. S., 2008.** Pests of crops in warmer climates and their control. Ed. Springer (Netherlands), 704 p.
- **FAOstat, 2016.** <http://faostat3.fao.org>. Consulté le 1 avril 2016.
- **Ferrero. M., 2009** - Le système tritrophique tomate tetranychus tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier
- **Fournier. A., 2010** - Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus pandora neophidis and implications for conservation biological control. Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich.
- **Fraval. A., 2006** - Les pucerons. Insectes 3 n°141.
- **Fredon., 2008** – fiche technique sur les pucerons, France.
- **Godin. C., & Boivin. G., 2002** - Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec.
- **Hautier. L., 2003** - Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement., Université Libre de Bruxelles 13 : 1-99.
- **Hill D. S., 2008.** Pests of crops in warmer climates and their control. Ed. Springer (Netherlands), 704 p.
- **Hulle. M., Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y., 1999** – Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
- **JODRA S., 2006.** les Agrumes Oranger, Citronnier, pamplemoussier, etc... le genre Citrus. Le monde vivant.
- **Kerboua M., 2002.** L'agrumiculture en Algérie. Options Méditerranéennes B 43, 21 - 26. Khairi M. & Hall A. E., 1976. Temperature and humidity effects on net photosynthesis and transpiration of citrus. Physiologia Plantarum 36 (1), 29 - 34.

- **Kos. K., Tomanović. Z., Petrović-Obradović. O., Laznik. Z., Matej Vidrih. M., & Trdan.S., 2008** - Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, 91-1:16
- **Lambert. L., 2005** - Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- **Lebdi Grissa K., 2010.** Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie. Regional integrated pest management program in the Near East GTFS/REM/070/ITA. Ed. FAO (Rome), 93 p.
- **Loussert R., 1989.** Les Agrumes. Tome 2 : Production. Ed. Technique et Documentation - Lavoisier (Paris), 158 p.
- **Maisonhaute. J.E., 2009** - Quand le paysage influence les ennemis naturels. Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5.
- **Martini. X., 2010** - Evolution du cannibalisme et du comportement de ponte chez les coccinelles aphidiphages. Thèse Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse. P11.
- **Michael. J. B., & Donahue. J.D., 1998** - Leaf and Stem Feeding Aphids. College of Agriculture. Entomology Program, University of Wyoming.
- **Ndo E. G. D., 2011.** Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de la phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Thèse de doctorat en Biologie Intégrative des Plantes, Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques, 204 p
- **Nicolosi E., 2007.** Origin and taxonomy. In: Khan I. A. (ed.), Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology, Ed. CAB International (UK), 19 - 44.
- **Ollitrault, P., & Luro, F. (1997)** : L'amélioration des plantes tropicales. In A. Charrier, J. Michel, H. Serge & N. Dominique (Eds.), (pp. 13-36)
- **Ortiz J. M., 2002.** Botany : Taxonomy, morphology and physiology of fruits, leaves and flowers. In: Du go G. & Di Giacom o A. (eds.), The Genus Citrus, Ed. Taylor & Francis (New York), 16 - 35.
- **Ortiz-Rivas. B & Martínez-Torres. D., 2010** - Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae. Molecular Phylogenetics and Evolution 55 : 305–317.

- **Peña L. & Navarro L., 1999.** Transgenic citrus. In : Bajaj Y. P. S. (ed.), Transgenic Trees, Ed. Springer (Berlin), 39 - 54 .
- **Peña L., Cervera M., Fagoaga C., Romero J., Juárez J., Pina J. A. & Navarro L., 2007.** Citrus. In : Pua E. C. & Davey M. R. (eds.), Transgenic Crops V, Ed. Springer (Berlin), 35 - 50.
- **Prado E. & Tjallingii. W. F., 1997** - Effects of previous plant infestation on sieve element acceptance by two aphids. *Entomologia Experimentalis et Applicata* (82): 189–200.
- **Praloran J. C., (1971) :** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 p.
- **Praloran Virbel-Alonso C., (2011) :** Citron et autre agrumes ; Un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé, votre beauté. Groupe Eyrolles, paris, 220p.
- **J.C., (1971) :** Les agrumes. Ed. Maisonneuve et larose, France, 565p.
- **Remaudiere. G., & Remaudiere. M., 1997** – Catalogue des Aphidae du monde of the world's Aphididae, Homoptera, Aphidoidea. Techn. Et prati., Ed. I.N.R.A
- **Ryckewaert. P., & Fabre. F., 2001** - Lutte integree contre les ravageurs des cultures maraicheres a la reunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.
- **Scora, R. W. (1988):** Biochemistry, taxonomy and evolution of modern cultivated citrus. Paper presented at the VIth International Citrus Congress.
- **Sekkat. A., 2007** - Les pucerons des agrumes au Maroc : Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. ENA. Maroc.
- **Singh S. & Rajam M. V., 2009.** Citrus biotechnology : Achievements, limitations and future directions. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 15, 3 - 22.
- **Sutherland. C. A., 2006** - Aphids and Their Relatives. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico.
- **Tadeo F. R., Cercós M., Colmenero-Flores J. M., Iglesias D. J., Naranjo M. A., Ríos G., Carrera E., Ruiz-Rivero O., Lliso I., Morillon R., Ollitrault P. & Talon M., 2008.** Molecular physiology of development and quality of citrus, *Advances in Botanical Research* 47, 147 - 223.
- **Tanya. D., 2002** – Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.

- **Wang. Y., Ma. L., Wang. J., Ren. X., & Zhu. W., 2000** - A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica* 20 : 502-509.
- **Walali-Loudyi, D. E. M., Skiredji, A., & Hassan, E. (2003)** : Fiches techniques : le bananier, la vigne, les agrumes. In T. d. t. e. Agriculture (Ed.). Rabat: Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II.