

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحواش - الجزائر
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'AGRONOMIE
- EL-HARRACH - ALGER

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister

Département : Zoologie agricole et forestière
Spécialité : Santé végétale et environnement

Sujet :

**Ecologie du Pou de Californie, *Aonidiella aurantii*
(Hom : Diaspididae) sur citronnier dans la région de Rouiba**

Présenté par : Mme GUEDADA-GOUGAM Fatma

Devant le jury :

<u>Président</u> :	M. BENZEHRA A.	Professeur - ENSA
<u>Directeur de thèse</u> :	M. BICHE M.	Professeur - ENSA
<u>Examineur</u> :	M. MOUMEN Kh.	Docteur Sc.- MADR
	M. MENZER N.	MC-B - ENSA
	M. SIAFA A.	MAA - ENSA

Année Universitaire : 2015 / 2016



Dédicaces

*Avec un grand plaisir, je dédie ce modeste travail :
A la mémoire de la plus chère femme dans ce monde,
le plus cher homme dans mon cœur :*

*Mes très chers parents, pour leur amour, qui m'ont soutenu, encouragé
pour que je puisse mener à bien mes études. Que Dieu les protèges.*

A mon cher époux Abdelghani ;

A mes chères enfants : Nihad, Ikram, Manel, et Mohamed Akram ;

A mes beaux parents Idris et Saadia ;

A mon seul et cher frère Abdallah ;

A ma seule chère sœur Assia ;

A mes belles sœurs Lamia, Samira, Aicha et Nassima ;

A mes beaux frères Said, Abdelatif et Tarik ;

A mes cousines et cousins en particulier Djamel ;

*A mes chers nièces et neveux Nour ElHouda, Abdelrafik,
Mohamed Amine, Abderrahmane, Maria, Mahdi, Chiraz, Oussama,
Islam, Abdelmadjid et Douaa.*

A la mémoire de mes grands parents

A toute ma famille sans exception.

A toutes mes amis(es)

A tous ceux qui me connaissent sans exception.

Fatma...

Remerciements

Je tiens à remercier en premier ALLAH le tout puissant pour m'avoir accordée le courage, la force et la patience pour la réalisation de ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance, toute ma gratitude et mes vifs remerciements à Monsieur BICHE M Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, pour le temps qui m'a accordé, pour son soutien scientifique, ces nombreux conseils et encouragements tout au long de cette recherche.

Mes remerciements et ma profonde gratitude à monsieur BENZEHRA A Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, pour m'avoir honorée en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Mes remerciements et mon profond respect à; Mr MOUMEN K; Docteur au Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche, d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

Mr MENZER N; Maitre de conférence à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, pour m'avoir fait l'honneur d'accepté de participer au jury et examiner ce mémoire.

Mr SIAFA A; chargé de cours à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, trouve ici mes profonds remerciements pour avoir accepté d'examiner mon travail et de faire partie de mon jury.

Mes remerciements et reconnaissances vont également à tous les enseignants de notre département de Zoologie Agricole et Forestière sans exception pour avoir contribué à notre formation.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Mr SAHARAOUI L ; ingénieur principal à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach Alger, et l'ensemble du personnel de l'ENSA.

Mes remerciements à Mr DJEBAILI F; Directeur la Station de Protection des Végétaux d'Alger et tous mes collègues de la (SRPV) d'ALGER pour la réalisation de ce travail et leur contribution précieuse ainsi que mes collègues de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV), chacun dans sa spécialité.

Je tiens à remercier mon époux GOUGAM Abdelghani, mes enfants Nihad, Ikram, Manel et Mohamed Akram pour toute leur patience, leur aide et leur compréhension durant la réalisation de cette thèse.

Je remercie également Madame AGAGNA Yasmine Ingénieur à l'ITH.

Et à toutes les amies de la promotion : Ibtissem, Narimene, wahiba, Nabila, Insaf, Lalia.

Mes vifs remerciements à Mr GRICHE Hocine, propriétaire du verger.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail de recherche.

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Caractères de quelques espèces d'agrumes (Esclapon, 1975)	16
Tableau 2 : Inventaire qualitatif des parasites et prédateurs des cochenilles diaspines sur Oranger (Sahraoui et Biche, 2009)	39
Tableau 3 : Température moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Rouiba de l'année 2014 (O.N.M., 2014)	49
Tableau 4 : Moyenne pluviométrique mensuelle de la région de Rouiba de l'année de l'année 2014 (O.N.M, 2014)	50
Tableau 5 : Humidité moyenne dans la région de Rouiba de l'année de l'année 2014 (O.N.M, 2014)	50
Tableau 6 : Moyenne des vents enregistrée pendant l'année 2014 dans la région de Rouiba (O.N.M., 2014)	51
Tableau 7 : Températures moyennes mensuelles (°C) dans la région de Rouiba et le nombre de degré jour effectif de <i>A. aurantii</i>	63
Tableau 8 : Fécondité moyenne mensuelle de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2014 et 2015	68
Tableau 9 : Mortalité saisonnière chez les larves et les adultes de <i>A. aurantii</i>	73
Tableau 10 : Mortalité comparative de <i>A. aurantii</i> en fonction des saisons sur citronnier dans la région de Rouiba	74
Tableau 11 : Incidence comparée de <i>C. bifasciata</i> sur les populations femelles et mâles de <i>Aonidiella aurantii</i> sur citronnier dans la région de Rouiba	83
Tableau 12 : Incidence saisonnière de <i>C. bifasciata</i> sur <i>A. aurantii</i> sur citronnier dans la région de Rouiba	85
Tableau 13 : Taux de parasitisme chez les mâles et les femelles de <i>A. aurantii</i> en fonction de l'organe végétal	86
Tableau 14 : Taux de parasitisme global de <i>C. bifasciata</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015	87
Tableau 15 : Evaluation : Effet du parasitoïde-Mortalité du Pou de Californie	88

Liste des Figures

Figure 1 : Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde (Jacquemond <i>et al.</i> 2013)	6
Figure 2 : Répartition des agrumes et leur marché dans le monde (FAO, 2013)	8
Figure 3 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Polese, 2008)	9
Figure 4 : Evolution de la production mondiale par type d'agrumes (FAO, 2015).....	10
Figure 5 : Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais (FAO, 2004).....	10
Figure 6 : Production mondiale par type d'agrumes de l'année 2014 (FAO, 2015).....	11
Figure 7 : Répartition des vergers agrumicoles algériens (MADRP, 2006).....	12
Figure 8 : Evolution de la production des agrumes durant la période 2000 à 2014 (MADRP, 2014).....	13
Figure 9 : Répartition de la production agrumicole par groupe d'espèces (MADRP, 2014)	13
Figure 10 : Arbre du citronnier variété Eureka. (Original, 2015)	18
Figure 11 : Aspect général des cochenilles diaspines (Cors' Aphy, 2013)	30
Figure 12 : La carte de la distribution de <i>A. aurantii</i> dans le monde (Flanders, 1971; Viggiani, 1988; Claps <i>et al.</i> 2001; Hill, 2008)	31
Figure 13 : Forme en fer à cheval de <i>A. aurantii</i> (original, 2015)	32
Figure 14 : Pygidium de la femelle de <i>Aonidiella sp</i> (Balachowsky, 1950)	33
Figure 15 : Les stades larvaires et adultes de <i>A. aurantii</i>	34
Figure 16 : Cycle biologique de <i>Aonidiella aurantii</i> . (Originale 2015)	35
Figure 17 : Dégâts de <i>A. aurantii</i> sur feuilles, fruit et rameau du citronnier (Originale, 2015)	36
Figure 18 : <i>Aphytis melinus</i> (Adulte)	40
Figure 19 : Adulte de <i>C. bifasciata</i> en ponte sur <i>A. auranti</i> sur agrume (L = 1.7mm)	41
Figure 20 : Adulte de <i>C. bifasciata</i> émergeant d'une femelle d' <i>A. auranti</i> sur agrume (L= 1.5mm)	41
Figure 21 : Femelle du <i>C. bifasciata</i> (Soribas, 2011)	42
Figure 22 : Mâle du <i>C. bifasciata</i> (Soribas, 2011)	42
Figure 23 : Stades larvaires de <i>Comperiella bifasciata</i> How (Abbassi, 1973)	45
Figure 24 : Schéma des différents stades rencontrés du <i>Comperiella bifasciata</i> (Originale, 2015)	46
Figure 25 : Situation géographique de la zone d'étude (Google map, 2015)	48
Figure 26 : Photo du verger d'étude (original, 2015)	52
Figure 27 : Protocole expérimental adopté sur le terrain	53
Figure 28 : Protocole expérimental adopté au laboratoire	54
Figure 29 : Examen des échantillons des différents stades de <i>A. aurantii</i>	54
Figure 30 : Schéma de reconnaissance des différents stades de la cochenille <i>A. aurantii</i> . (Pekas, 2010)	55
Figure 31 : Schéma de reconnaissance des stades biologiques de l'endoparasite <i>C. bifasciata</i> (Forster <i>et al.</i> , 1995)	56
Figure 32 : Fluctuation des larves du premier stade de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	59

Figure 33 : Fluctuation des larves du deuxième stade de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	59
Figure 34 : Fluctuation des stades nymphaux de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	60
Figure 35 : Fluctuation des femelles de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	61
Figure 36 : Fluctuation des mâles de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba...	62
Figure 37 : Nombre de pupariums vides des mâles de <i>A.aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	63
Figure 38 : Abondance saisonnière des populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	65
Figure 39 : Distribution cardinale des populations de <i>Aonidiella aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour la période 2014	66
Figure 40 : Distribution cardinale des populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour la période 2015	67
Figure 41: Répartition spatiale des populations de <i>A.aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	67
Figure 42 : Fécondité moyenne mensuelle d' <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	69
Figure 43 : Fécondité moyenne chez <i>A.aurantii</i> en fonction de l'organe sur le citronnier dans la région de Rouiba	70
Figure 44 : Distribution cardinale de la fécondité de <i>A.aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2014	71
Figure 45 : Distribution cardinale de la fécondité de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2015	71
Figure 46 : Fécondité moyenne saisonnière chez <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	72
Figure 47 : Fluctuation de la mortalité chez <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	73
Figure 48: Mortalité comparative de <i>Aonidiella aurantii</i> en fonction des saisons sur le citronnier dans la région de Rouiba	75
Figure 49 : La mortalité globale des populations de <i>A. aurantii</i> selon les orientations sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2014	76
Figure 50 : La mortalité selon les orientations des populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2015	76
Figure 51 : Mortalité selon l'organe végétal de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	77
Figure 52: Evolution des jeunes larves de <i>C.bifasciata</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	78
Figure 53 : Evolution des larves âgées de <i>C. bifasciata</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba.....	79
Figure 54 : Evolution des formes nymphales de <i>C.bifasciata</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	80
Figure 55 : Evolution des adultes de <i>C.bifasciata</i> dans les populations de <i>A aurantii</i> sur le	80

citronnier dans la région Rouiba	
Figure 56 : Incidence globale de <i>C.bifasciata</i> dans les populations adultes de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	82
Figure 57 : Incidence comparée de <i>C.bifasciata</i> dans les populations adultes de <i>A. aurantii</i> sur citronnier dans la région de Rouiba	83
Figure 58 : Incidence parasitaire de <i>C. bifasciata</i> dans les populations femelles et mâle de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	84
Figure 59 : Incidence saisonnière de <i>C. bifasciata</i> dans les populations adultes de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	86
Figure 60 : Taux de parasitisme en fonction de l'organe végétal chez les mâles et les femelles de <i>A. aurantii</i> sur le citronnier dans la région de Rouiba	87
Figure 61 : Taux de parasitisme global de <i>C. bifasciata</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015	88
Figure 62 : Variation de la mortalité et effet du parasitisme du Pou de Californie sur le citronnier dans la région de Rouiba	89
Figure 63 : Pourcentage d'abondance des parasitoïdes du Pou de Californie sur le citronnier dans la région de Rouiba	90

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation plante hôte	
1- Historique	5
1.1- Origine géographique et dispersion	5
2- L'aire agrumicole	7
3- Importance de l'agrumiculture	7
4- La production des agrumes	7
4.1- Dans le monde	7
4.1.1- Les principaux producteurs d'agrumes	8
4.2- En Algérie	11
4.2.1- La composition variétale	13
5- Caractéristiques écologiques des agrumes	14
6- Caractéristiques botaniques	14
7- Caractéristiques variétales	15
7.1- Les principaux porte-greffes utilisés en Algérie	16
7.1.1- bigaradier	16
7.1.2- <i>Poncirus trifoliata</i>	17
7.1.3- <i>Citrangue carrizo</i>	17
7.1.4- <i>Citrangue troyer</i>	17
7.1.5- <i>Citrus volkameriana</i>	17
7.1.6- <i>Citrus macrophylla</i>	18
8- Etude de la plante hôte : Le citronnier (<i>Citrus limon L</i>)	18
8.1- Caractéristiques morphologiques	19
8.2- Caractéristiques physiologiques	19
8.3- Caractéristiques végétatifs	19
8.4- Phénologie des agrumes	20
9- Les ennemis des agrumes	20
9.1- Les maladies Biotiques	21
9.1.1- Les maladies virales (viroses)	21
9.1.2- Les maladies fongiques	21
- La gommose	21
- Les pourridiés	22
- Mal Secco	22
- La Fumagine	22
9.1.3- Les maladies bactériennes (Bactérioses)	23
- Le Chancre Citrique	23
10- Les ravageurs des agrumes	23

10.1- Les acariens	23
10.2- Les insectes	23
10.2.1- Les Diptères	23
10.2.2- Les lépidoptères	24
- La teigne « <i>Prays citri</i> »	24
- La mineuse des feuilles (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	24
10.2.3- Les homoptères	25
- Les Cochenilles	25
10.2.4- Les Aleurodes	26
10.2.5- Les pucerons	26
10.3 - Les Nématodes	27
11- Maladies physiologiques	27

Chapitre II : Etude de la cochenille hôte et de son parasitoïde

1 - Etude de la cochenille hôte: <i>Aonidiella aurantii</i>	29
1.1 - Les cochenilles	29
1.1.1- Caractéristiques des cochenilles diaspines	29
1.1.2- Données bibliographiques sur le Pou de Californie	30
a- Origine	30
b- Taxonomie	31
c- Description	32
d- Cycle biologique	33
e- Dégâts	36
1.1.3- Moyen de lutte	37
1.1.3.1- Lutte culturale	37
1.1.3.2- Lutte chimique	37
1.1.3.3- Lutte biologique	38
1.1.3.4- Enemies naturelles	38
2- Etude du parasitoïde : <i>Comperiella bifasciata</i>	40
2.1- Historique et répartition géographique	41
2.2- Description	41
2.3- Position systématique	43
2.4- Cycle biologique	43

Chapitre III : Région d'étude matériels et méthodes

1- Présentation de la région d'étude	48
1.1- Situation géographique	48
1.2- Caractéristiques climatiques	49
1.2.1- Les températures	49
1.2.2- La pluviométrie	50
1.2.3- Humidité	50

1.2.4- Le vent	50
1.3- Données floristiques et faunistiques	51
1.3.1- Données floristiques	51
1.3.2- Données faunistiques	51
2- Matériel et méthodes	51
2.1- Dispositif expérimental	51
2.2- Méthodes d'échantillonnages	52
2.3- En laboratoire	53

Chapitre IV : Résultats et discussions

Partie I : Ecologie d'*Aonidiella aurantii*

1- Biologie de <i>Aonidiella aurantii</i>	58
1.1- Dynamique des populations	58
- Evolution des larves du premier stade	58
- Evolution des larves du deuxième stade	59
- Evolution des stades nymphaux	60
- Evolution des femelles	61
- Evolution des mâles adultes	62
- Vols des mâles	62
1.2- Utilisation de degrés jours	63
Conclusion	64
1.3- Distribution saisonnière	65
1.4- Répartition cardinale	65
1.5- Proportion en fonction de l'organe végétal	67
2- Etude de la fécondité	68
2.1- Fécondité globale	68
2.2- Fécondité selon l'organe végétal	69
2.3- Fécondité selon l'exposition cardinale	70
2.4- Fécondité saisonniere	71
3- Etude de la mortalité	72
3.1- Mortalité globale	72
3.2- Mortalité saisonnière	73
3.3- Mortalité cardinale	75
3.4- Mortalité spatiale	77

Partie II : Etude du parasitoïde *Comperiella bifasciata*

1- Dynamique des populations de <i>Comperiella bifasciata</i>	78
1.1- Fluctuation des formes larvaires	78
1.1.1 - Evolution des jeunes larves	78
1.1.2 - Evolution des larves âgées	79
1.2- Evolution des formes nymphales	79
1.3- Evolution des adultes	80
Conclusion	81
2- Incidence parasitaire	81
2.1- Incidence globale	81
2.2- Incidence comparée	82

Conclusion	84
2.3 - Le nombre des pupariums et boucliers troués	85
2.4 - Incidence saisonnière	85
2.5 - Incidence suivant l'organe végétal	86
2.6 - Incidence spatiale	87
Conclusion	88
3 - Relation parasitisme - Mortalité naturelle du Pou de Californie	88
4 - La combinaison biologique entre le <i>C. bifasciata</i> et <i>Aphytis melinus</i>	90
Conclusion générale	92
Références bibliographiques	96
Annexes	106
Résumé	

Introduction

Introduction

Les agrumes, appelés aussi hespéridés qui provient du grec Esperos (le jardin où se trouvaient les fruits succulents) (Jacquemond *et al.*, 2013). Les agrumes sont les fruits des pays du soleil; possèdent de nombreuses vertus vu leur teneur élevée en vitamines, leur potentiel antioxydant pour les défenses immunitaires, le système veineux, la vision, la nervosité, la digestion. Les scientifiques pensent même que la consommation d'agrumes limiterait le développement de certains cancers font de ces fruits un aliment très demandé au niveau mondial. Leurs bienfaits sur la santé, ont été reconnus par de nombreuses études scientifiques (Virbel-Alonso, 2011). Les agrumes appartiennent à la famille des Rutacées qui regroupe les genres : *Citrus*, *Poncirus* et *Fortunella*. Le genre *Citrus* est le plus important puisqu'il est représenté par l'oranger, le citronnier, le mandarinier, le clémentinier, le pomelo, le bigaradier (Loussert, 1985).

Les cédrats, citrons et oranges amères sont des fruits connus du bassin méditerranéen depuis l'époque Romaine. L'introduction d'autres espèces d'agrumes sous forme de fruits et de graines dans cette région est très ancienne et fait suite aux échanges commerciaux par les Arabes à travers la route de la soie. En Algérie, le développement de la culture commerciale des agrumes est relativement récente, bien que la présence du bigaradier a été rapporté déjà dans l'empire des almohades et embelli les jardins des Beys dans les Casbahs pendant l'occupation Ottomane ; par contre les orangers furent sans doute introduits d'Andalousie quelques siècles après puis au début du XXe siècle, fut découverte la clémentine dans la région de Misserghin, une espèce très prisée par le consommateur jusqu'à aujourd'hui. <http://www.univ-bouira.dz/fr/images/uamob/fichiers/Manifs/jma2014.pdf>

Dans le passé, l'Algérie était considéré comme un pays exportateur d'agrumes de qualité; dans les années 50, le pays était l'un des rares du bassin méditerranéen qui possédait des parcs à bois soumis à un contrôle sanitaire et variétal. Malheureusement, en raison d'une réorganisation insuffisante dans les années 1970, la superficie cultivée et la production des agrumes a considérablement diminué au cours des 30 dernières années. Aujourd'hui les vergers d'agrumes se concentrent principalement dans les plaines irrigables de la Mitidja, du Chélif, de Habra et Mascara ainsi que le périmètre de Bouna Moussa et la plaine de Safsaf Kerboua (2002). Cependant, le pays n'arrive même pas à satisfaire les besoins locaux, relégué

loin derrière les grands pays exportateurs de ce fruit, se voyant même dépasser par ses voisins marocains et tunisiens qui conservent leur présence sur le marché international de ce produit très apprécié par les consommateurs. Le vieillissement des vergers, leur état sanitaire, l'arrachage anarchique provoqué par l'urbanisation, la salinité des terres, le manque de main d'œuvre. La production mondiale est aujourd'hui estimée à 120 millions de tonnes par an dont 58% seraient autoconsommés, 30% transformés (en jus) et seulement 12% feraient l'objet d'échanges internationaux (FAO, 2011). Les agrumes frais exportés proviennent quant à eux principalement des pays du bassin méditerranéen (Espagne, Egypte et Turquie) et atteignent près de 60% des exportations mondiales (l'Espagne étant très largement en tête avec 3.6 millions de tonnes). Les autres pays exportateurs sont l'Afrique du Sud et les USA (respectivement 1.2 et 1 million de tonne) (sources EUROSTAT et FAO, 2011) En Algérie, les agrumes sont menacés par de nombreux ravageurs tels que : Acariens, Cératite, Mineuse, Aleurodes, Cochenilles, Pucerons, et Nématodes ayant des actions néfastes (Loussert, 1989).

Cependant, toute la région méditerranéenne se trouve confrontée à plusieurs contraintes qui limitent cette production. Les insectes, en l'occurrence les homoptères, constituent une part non négligeable de cette baisse de rendement. C'est l'un des groupes d'insectes qui constituent les bioagresseurs les plus importants sur de nombreuses essences fruitières (Biche, 1987a; 1987b) et forestières (Cahuzac, 1986). Les dégâts dus à ces espèces se traduisent par l'affaiblissement de l'arbre en prélevant la sève et en réduisant la surface photosynthétique des feuilles suite à l'installation de la fumagine.

Durant les dernières décennies afin de faire face à ces contraintes et en vue de réduire les procédés chimiques, un grand intérêt a été alloué aux auxiliaires des insectes nuisibles tels que les prédateurs et les parasitoïdes hyménoptères qui sont devenus un facteur économique non négligeable en contrôlant biologiquement les populations des ravageurs. Les coléoptères et les hyménoptères sont les plus utilisés en lutte biologique.

En Algérie, les études menées sur le Pou rouge de Californie et l'impact des auxiliaires en verger agrumicole restent en phase expérimentale et très fragmentaires. Dans le but d'enrichir les connaissances sur l'écologie de ce ravageur, nous avons entrepris une étude sur ce déprédateur dans un verger de citronnier dans la région de Rouiba. Aussi, nous nous sommes intéressés sur un agent biologique, qu'est *Comperiella bifasciata* Howard, 1906 (Hymenoptera, Encyrtidae) susceptible de diminuer les populations de la cochenille.

Cet endoparasite étant présent dans notre verger d'étude, il était important pour nous de connaître sa biologie et son comportement dans la région de Rouïba afin d'associer ce moyen biologique dans une lutte intégrée et la préservation de la faune auxiliaire représentent un enjeu important de biodiversité et du respect de notre environnement. C'est un travail original réalisé la première fois en Algérie.

La démarche adoptée pour réaliser la présente étude repose sur quatre chapitres. Le premier chapitre traite des généralités bibliographiques sur la plante hôte et son état phytosanitaire, le second est sur la cochenille et son parasitoïde, le troisième chapitre rassemble le matériel utilisé au cours de notre expérimentation et la méthodologie adoptée sur terrain et au laboratoire. Le quatrième chapitre est consacré à la présentation des résultats et discussions concernant l'écologie de la cochenille et son parasitoïde et l'impact de celui-ci. Et on finalise, avec une conclusion générale avec des perspectives.

Chapitre I

1- Historique

1.1 - Origine géographique et dispersion

Issus de lointains ancêtres « spontanés », les arbres fruitiers sont devenus des plantes «Cultivées» grâce aux artifices de la culture. Ils ont acquis des caractères voulus par l'Homme comme leur adaptation au milieu, la qualité de leurs fruits, et leur production (Gautier, 1987).

Le mot agrume, d'origine italienne, est un nom collectif qui désigne les fruits comestibles, et par extension les arbres qui les portent, appartenant au genre citrus. Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruits sont : les orangers, les mandariniers, les clémentiniers, les citronniers et les pomelos (Loussert, 1987).

La culture de certains agrumes en Asie remonterait à plusieurs millénaires. La plus ancienne référence manuscrite connue serait citée dans un texte de l'un des « cinq classiques » attribués à Confucius, le Shu Jing, appelé aussi livre des histoires, qui compile des écrits remontant jusqu'au III^e millénaire av .J-C (Jacquemonod et *al*, 2013). D'après une carte de diffusion des agrumes de Praloran (1971), la zone méditerranéenne n'a connu cette culture qu'au 7^{ème} siècle avant notre ère. Les cédratiers sont les premiers agrumes cultivés sous le nom de pomme de Médie. Mais ce n'est qu'aux alentours de l'an 1400, bien après le voyage de Marco Polo en Chine en 1287, que les Portugais introduisirent l'oranger en méditerranée.

Du bassin méditerranéen, les agrumes se sont répandus dans le monde par trois voies d'après Praloran (1971) : Les arabes assurent leur diffusion sur la côte Est d'Afrique jusqu' au Mozambique, Christophe Colomb les importe à Haïti en 1493 et les anglo-hollandais les introduisent au Cap en 1654 (Fig.1).

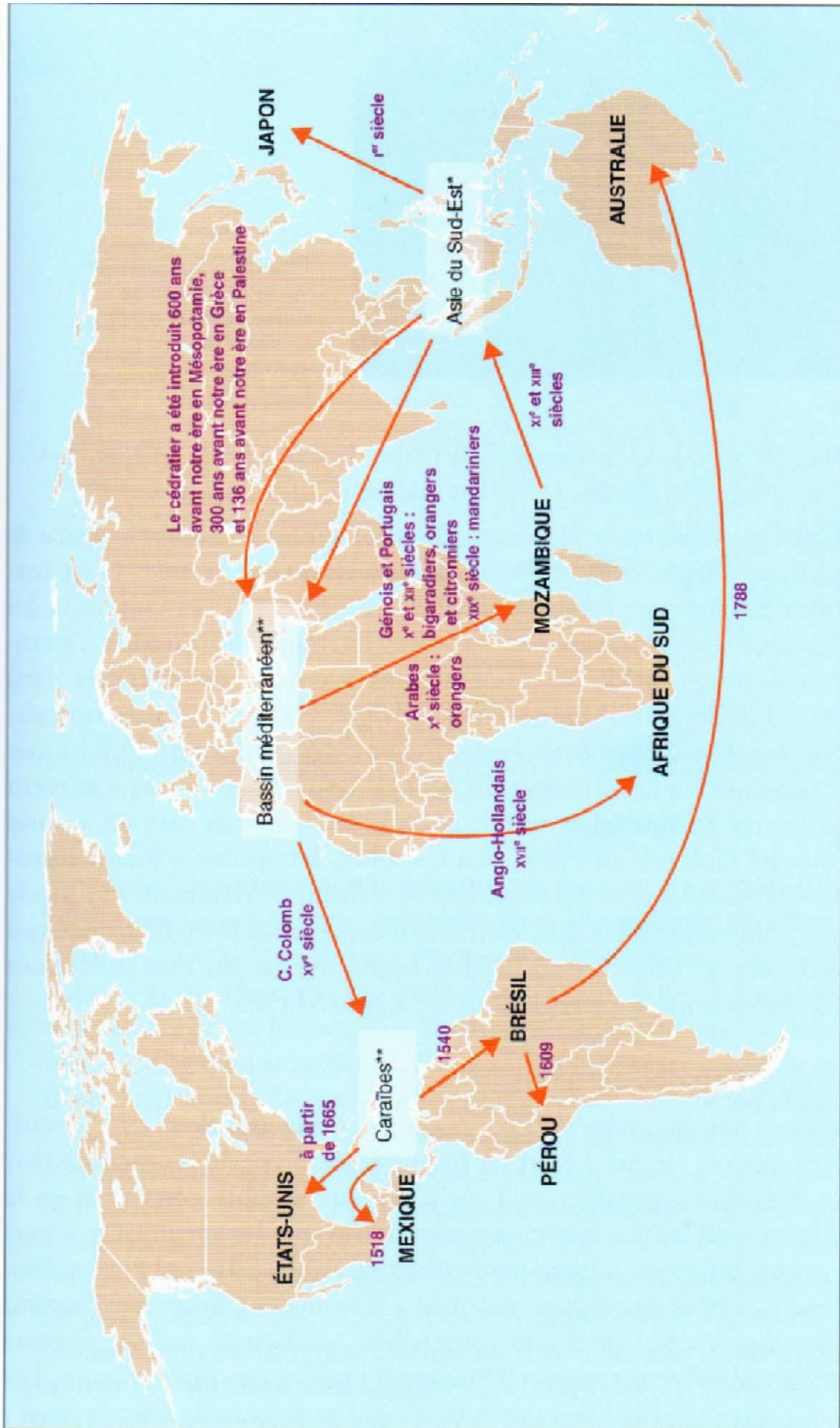


Figure 1 : Origines géographiques et diffusion des agrumes dans le monde (Jacquemond et al, 2013).

2 - L'aire agrumicole

L'aire moderne de culture des agrumes est particulièrement vaste. Très schématiquement, elle s'étend du 40° parallèle nord au 40° parallèle sud, bien au-delà du berceau sino-indien de cette famille. Les Agrumes sont aujourd'hui cultivés du cap de Bonne Esperance au bassin méditerranéen, de l'Argentine à la Californie et de l'Australie au Japon. (Jacquemond *et al*, 2013). Les agrumes sont originaires des régions tropicales et subtropicales du sud-est asiatique; c'est à partir du bassin méditerranéen que cette culture s'est diffusée à travers le monde (Allaya, 1995). Selon Cassin (1984) l'aire de culture des agrumes se divise en trois zones caractérisées par des vocations agrumicoles différentes :

- Zone intertropicale (alternance de saison humide et sèche); elle s'étend de l'Equateur aux latitudes 22°-23° Nord et Sud.
- Zone semi tropicale; elle s'étend entre les latitudes 22°-23°et 28°-29° Nord et Sud.
- Zone comprise entre 30°- 40° Nord et Sud (été chaud, hiver froid et humide).

3 - Importance de l'agrumiculture

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

- Consommation comme des produits frais ou après leur transformations (jus; sirop etc.);
- Grande qualité nutritive riche, en vitamine C, B6, et constituent source de fibres, acide ascorbique et folique, potassium et du calcium ;
- Effet bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (Aubert et Vullin, 1997).

4 - La production des agrumes

4.1 - Dans le monde

Il existe deux principaux marchés différenciés :

- le marché du frais : avec une forte présence des oranges,
- le marché des produits transformés : le jus d'orange, principalement

Bien que l'aire moderne de culture des agrumes soit très vaste, le Brésil, le méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis contrôlent à eux seuls les deux tiers de la production mondiale d'oranges, de petits agrumes, de citrons et limes pamplemousses et pomelos (Jacquemont *et al*, 2013) (Fig.2).

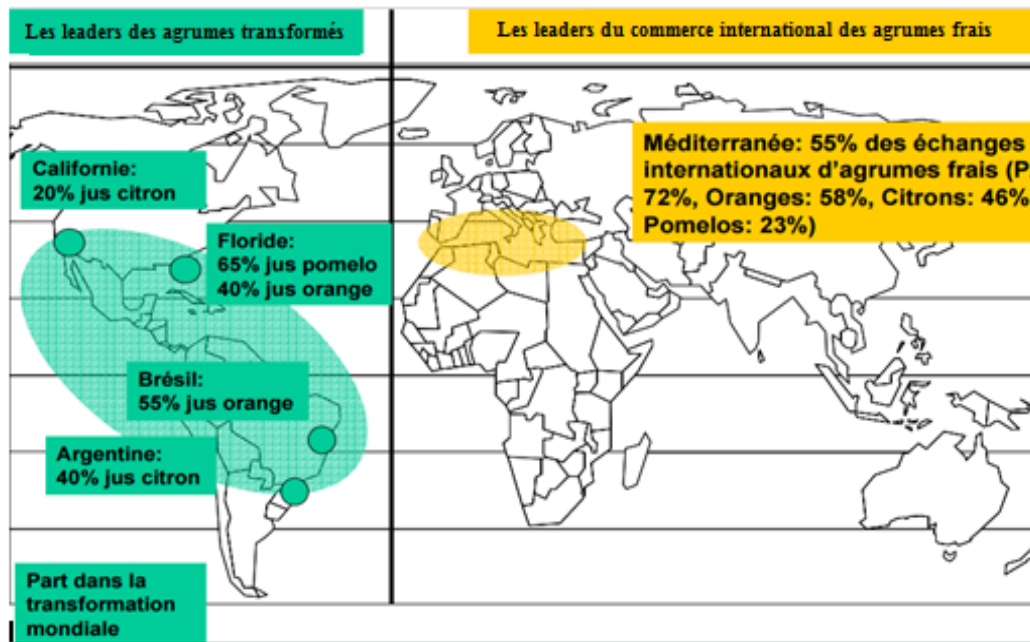


Figure 2 : Répartition des agrumes et leur marché dans le monde (Imbert, 2004).

4.1.1 - Les principaux producteurs d'agrumes

En 1988, la superficie totale plantée en agrumes a été évaluée à plus de 3 millions d'ha répartie sur une aire très large située approximativement entre les 40° de latitude Nord et Sud tout autour du Monde (Polese, 2008). Les agrumes sont donc de nos jours implantés dans toutes les zones du monde où leur production est possible. Les pays producteurs forment une ceinture terrestre entre le 40^{ème} parallèle nord et sud (Fig.3).

Selon la FAO, en 2011 plus de 140 pays produisaient des agrumes dont les principaux producteurs sont : les Etats-Unis (USA) avec 22.940 tonnes, la Chine avec 22.704 tonnes, et le Brésil avec 22.741 tonnes. Les pays du bassin méditerranéen constituent la première région productrice en fruits frais avec 22.441 tonnes. Les principaux producteurs d'agrumes dans le bassin méditerranéen par ordre décroissant sont : l'Espagne à elle seul assure approximativement 25% de la production mondiale, suivie par l'Italie, l'Egypte, la Turquie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, Chypre, Liban et Portugal. Les oranges constituent la majeure

partie de la production avec plus de la moitié (70.688 millions de tonnes), suivis de Tangerines de 25.556 MT, de citrons, de limes avec 12.887 MT, et de pamplemousse 6.385 MT (Akhannouch, 2012). En méditerranée ce sont les espèces à caractère commercial, qui dominent les vergers agrumicoles. Nous retrouvons principalement les espèces de trois principaux genres : *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*. Ce dernier est plus dominant à travers le nombre d'espèces cultivées.

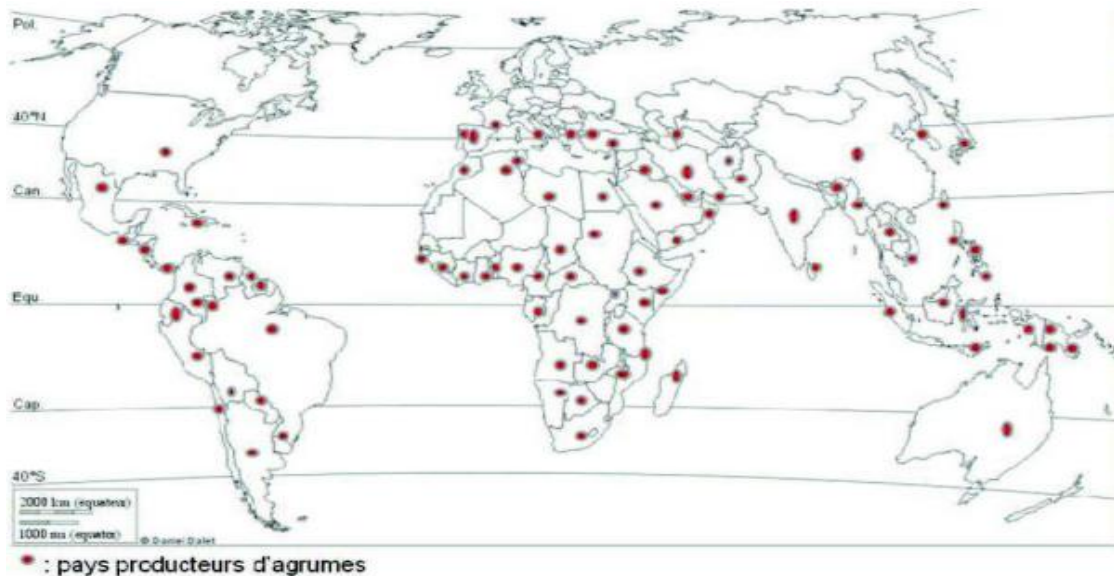


Figure 3 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Polese, 2008).

Actuellement, la production mondiale d'agrumes s'élève à 121 millions de tonnes et, est constitué pour deux tiers d'oranges (Fig. 4). La croissance de la production mondiale des agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies du XX^{ème} siècle. En revanche, L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes, mais également à un changement de comportement de la part des consommateurs dont le revenu progresse et dont les préférences s'orientent de plus en plus vers des produits sains et pratiques. Passant d'environ 25 millions de tonnes au début des années 1970 à plus de 70 millions de tonnes au début des années 2010. Cette progression est principalement à mettre à l'actif des pays émergents, dont le marché local tend à prendre de l'importance. La croissance est particulièrement marquée en Chine depuis le début des années 2000, les volumes consommés localement ayant progressé de plus de 20 millions de tonnes entre 1970 et 2010. De même, la dynamique est aussi très forte dans d'autres pays d'Extrême-Orient comme l'Inde, l'Indonésie ou le Vietnam. Enfin, la consommation interne s'est fortement développée dans certains pays méditerranéens comme la Turquie, l'Egypte ou encore le Maroc (Jacquemont *et al*, 2013).

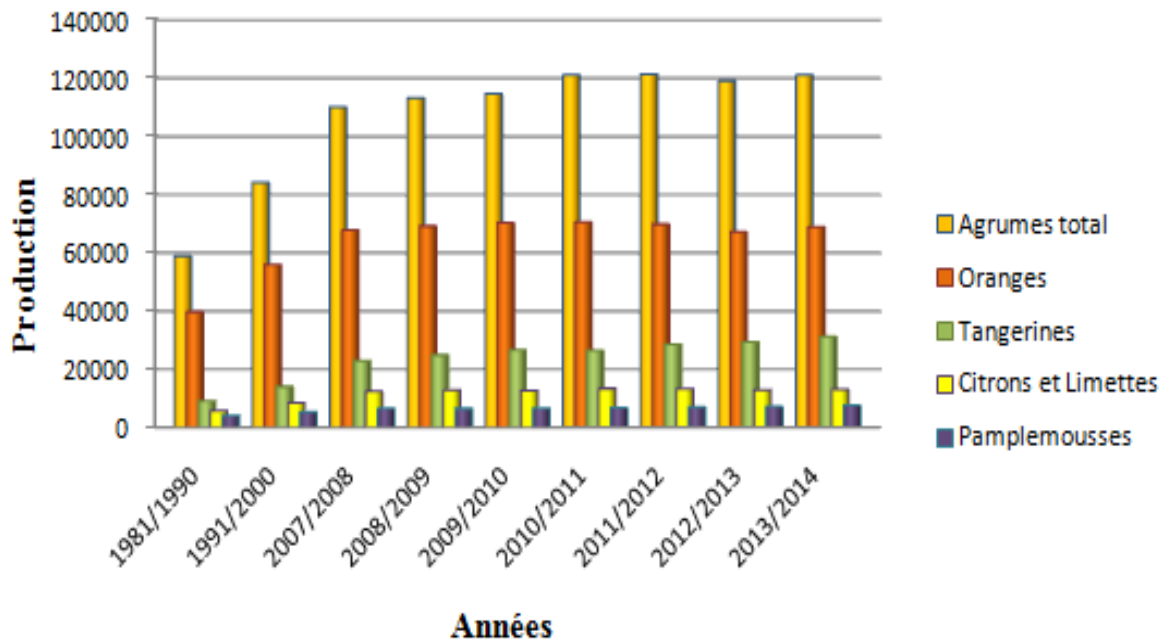


Figure 4 : Evolution de la production mondiale par type d'agrumes (FAO, 2015).

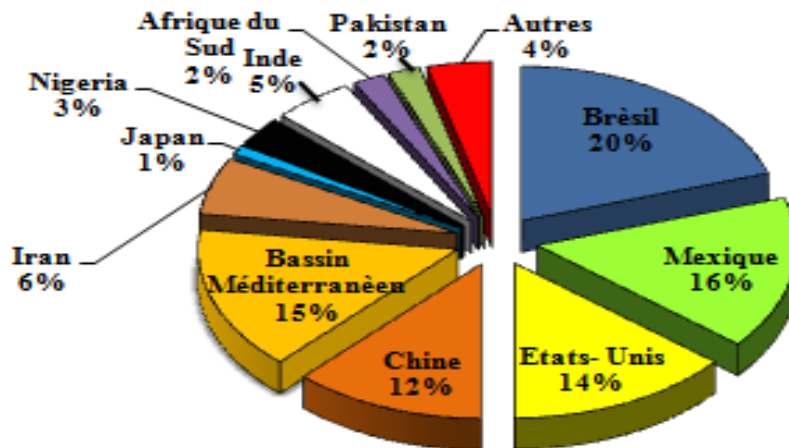


Figure 5 : Répartition géographique de la production d'agrumes destinés au marché frais (FAO, 2004)

Les niveaux de production des différents agrumes sont très hétérogènes (fig.6). L'orange est le pilier de la production avec environ 56% du volume total. Viennent en deuxième position les petits agrumes (type Tangerines) avec 26% de ce volume. Les citrons et limes et le pomelo et pamplemousses, aux caractéristiques gustatives moins universelles, représentent respectivement 11% et 6% des volumes. Kumquat, cédrat et autres agrumes moins répandus complètent la gamme.

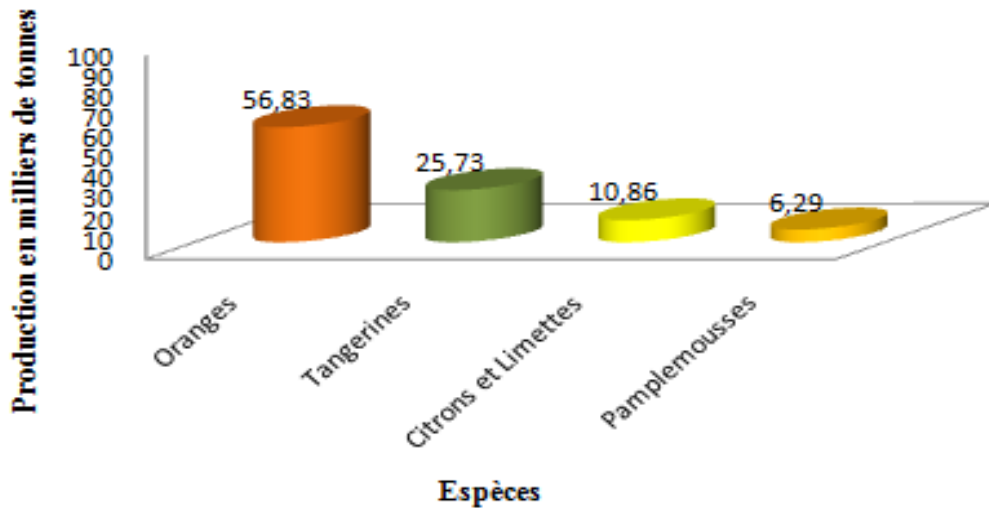


Figure 6 : Production mondiale par type d'agrumes de l'année 2014 (FAO, 2015).

4.2 - En Algérie :

Comme pour de nombreux pays, en Algérie, les agrumes représentent une importance économique considérable, du moment qu'ils constituent une source d'emploi et d'activité aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (Conditionnement, emballage, transformation, transport,...etc.) (Berkani, 1989). Les terres utilisées pour la culture des agrumes sont parmi les plus riches du pays. Les zones de l'ouest sont rassemblées dans des périmètres irrigués. Au centre un bon pourcentage est concentré hors des périmètres irrigués, alors que pour l'Est une occupation appréciable dans les périmètres de Skikda, Annaba et Guelma. Les terres sont en général à pH élevé sauf pour les zones Est du pays ; Supérieur à 7.5 à l'Ouest, entre 7.2 et 7.5 au centre et de 6.5 à 7 à l'Est (Bellabas, 2011)

- ✓ Dans les années 70 les agrumes ne représentaient que 42.000 ha.
- ✓ En l'an 2000 la superficie agrumicole était de 46.000 ha.
- ✓ En 2006 une importante période de reprise des plantations 62.902 ha.
- ✓ En 2010 le verger agrumicole occupe 63.589 ha. (Bellabas, 2011)

Le verger agrumicole algérien est constitué de trois classes d'âge :

- ✓ les plantations de 0 à 10 ans,
- ✓ celles entre 10 et 40 ans (la catégorie qui produit le maximum)
- ✓ et celles de 45 et 50 ans qui représentent à peine 12 000 ha font partie d'un

programme de rajeunissement dans le cadre du PNDA. ; consiste en l'arrachage graduel de ces plantations et à leur replantation.

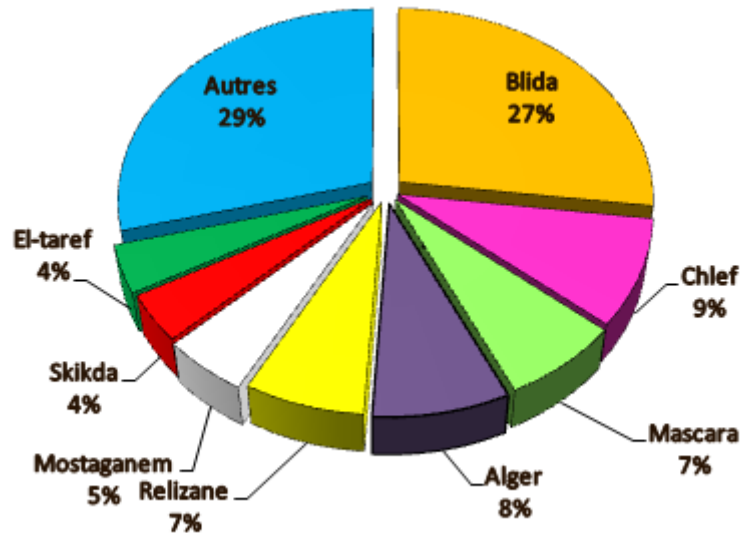


Figure 7 : Répartition des vergers agrumicoles algériens (FAO, 2006).

Le verger agrumicole national s'étend sur 64.012 Ha, dont 53.227 Ha en rapport pour une production annuelle de 11.067 qx (MADRP, 2014). La superficie agrumicole totale a connu une progression. Elle est passée de 46010 ha en 2000 à 64766 ha en 2013 soit une augmentation de 30% selon les derniers recensements fournis par Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Cet accroissement en superficie est accompagné avec des augmentations sensibles dans la production agrumicole.

La moyenne nationale de la production des agrumes durant la période 2000/2014 était de 7.725.781qx. Elle a enregistré une progression pour arriver à un pic de 8.444.950 qx en 2009 soit 51%. En 2010 cette production a baissé de 7%, elle a repris son évolution pour atteindre les 12.710.30qx en 2014 soit 40% (Fig. 8).

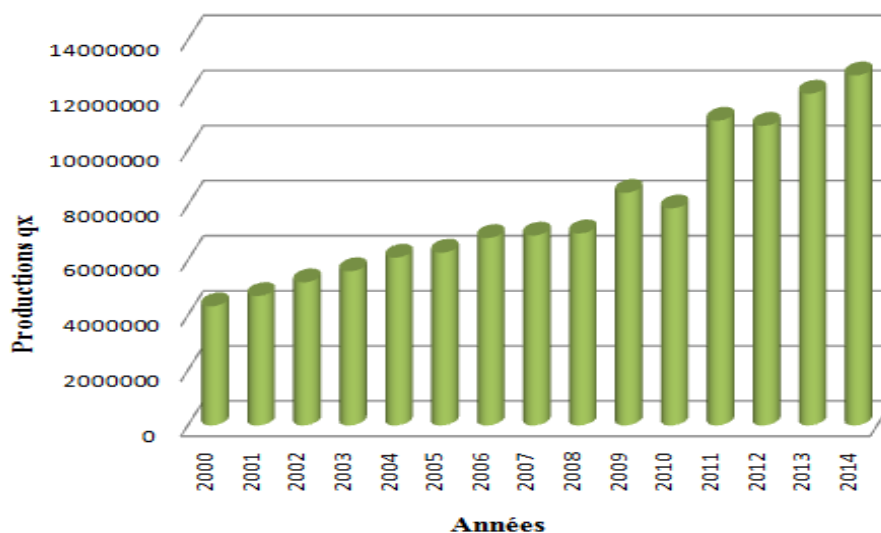


Figure 8 : Evolution de la production des agrumes durant la période 2000 à 2014 (MADRP, 2014).

4.2.1 - La composition variétale

En Algérie, le verger agrumicole est constitué de tous les groupes de *Citrus* avec une prédominance des oranges, qui occupe à lui seul, 75% de la production agrumicole totale, suivies du groupe des clémentiniers avec 14% puis du groupe citronniers avec 7% et des mandariniers avec un taux de 4%. Ce groupe, auquel on reproche le manque de résistance du fruit aux intempéries et aux conditions de transport, n'est plus beaucoup planté. En dernière place, le groupe des pomelos avec 0,1% de la production totale (Fig. 9).

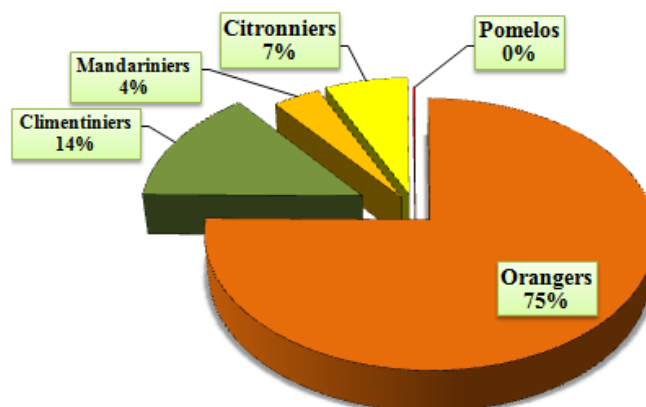


Figure 9 : Répartition de la production agrumicole par groupe d'espèces (MADRP, 2014).

5 - Caractéristiques écologiques des agrumes

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. La culture des agrumes est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C. Les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En termes de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500 mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (FAO, 2006).

La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements. Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux), bien drainés. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5%). Le pH idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Walali *et al.*, 2003). 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...). L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents. Loussert (1989) signale qu'au-dessous de 800 m, les fruits manquent de saveur. La peau des oranges reste verte, les cloisons deviennent plus épaisses.

6 - Caractéristiques botaniques

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

D'après Praloran (1971) la position taxonomique des agrumes, in Swingle(1948) est celle indiquée comme suite :

Règne :	Végétale
Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Eudicotes
Sous classe :	Archichlomydeae
Ordre :	Geraniales (Rutales) I
Famille :	Rutaceae
Sous-famille :	Aurantioideae
Tribus :	Citreae
Sous-tribu :	Citrinae
Genre :	<i>Poncirus</i> , <i>Fortunella</i> et <i>Citrus</i> .

Le genre *Poncirus* est essentiellement utilisé comme porte-greffe, ses fruits ne sont pas comestibles (Loussert, 1987). Le genre *Fortunella* comprend six espèces dont deux seulement font l'objet de quelques cultures, les fruits sont appelés Kumquats (Loussert, 1987). Le genre *Citrus* est le plus important avec 145 espèces c'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées (Loussert, 1987).

Les principaux agrumes cultivés pour la production de fruits sont : les orangers, les mandariniers, les clémentiniers, les citronniers, les pomelos, les cédratiers et les bigaradiers (Loussert, 1987).

7 - Caractéristiques variétales

Le genre *Citrus* regroupe la plupart des espèces d'agrumes cultivées et renferme, suivant les taxonomistes ; entre seize (Swingle et Reece, 1967) et cent cinquante-six espèces (Tanaka, 1961). La complexité relative de ces classifications résulte, entre autres, d'une large diversité morphologique et de la compatibilité sexuelle des espèces du genre *Citrus* :

Tableau 1 : Caractères de quelques espèces d'agrumes (Esclapon, 1975).

Groupes	Caractères	Espèces
Groupe I	Les espèces de ce groupe ont quelques caractères en communs comme de jeunes pousses vertes, des fleurs blanches, des feuilles avec un limbe caractérisé par la présence d'un pétiole plus ou moins important (pétiole ailé), persistantes, et un fruit généralement de forme sphérique.	Oranger amer (<i>Citrus aurantium</i> ou <i>C.bigaradier</i>). Oranger doux (<i>Citrus sinensis</i>) Mandarinier (<i>Citrus reticulata</i> et <i>Citrus unshui</i>) Clémentinier (hybride : Mandarinier x Bigaradier) Pamplemoussier (<i>Citrus grandis</i>) Pomelo ou Grape-fruit (<i>Citrus paradisi</i>) Tangors (hybride : Mandarinier x Oranger)
Groupe II	Comme pour le premier groupe, les espèces ont des caractères en communs comme les jeunes pousses violacées, es fleurs blanches, rose violacé en dehors, des feuilles à pétiole non ailé et persistantes, les fruits jaunes pâles et allongés à écorces adhérentes à la pulpe.	Citronnier (<i>Citrus limon</i>) Cédratier (<i>Citrus medica</i>) Limettier (<i>Citrus latifolia</i>)
Groupe III	Les jeunes pousses sont vertes, les fleurs entièrement blanches, les feuilles trifoliées et caduques, les fruits petits, globuleux et jaune pâle, à écorce rude et non comestible.	Oranger trifolié (<i>Poncirus trifoliata</i>)

7.1 - Les principaux porte-greffes utilisés en Algérie

Ces différentes espèces sont souvent greffées sur des porte-greffes choisis en fonction de l'espèce et des régions de plantation. Il est bien connu que le porte-greffe joue un rôle primordial dans toutes les activités de l'arbre greffé ; il peut modifier la relation sol variété greffée, le comportement vis-à-vis des maladies, la physiologie, l'adaptation au milieu et la qualité des fruits (Parloran, 1971). Nous citons particulièrement les portes greffes les plus utilisés :

7.1.1 - Bigaradier

Le bigaradier se caractérise par une grande adaptation aux différents sols, une bonne résistance au calcaire, une tolérance relative au sel. Il présente une bonne affinité avec les principales variétés cultivées ; il se multiplie et se greffe facilement, comme il confère au greffon une bonne productivité et une bonne qualité de fruits (Loussert, 1987).

7.1.2 - *Poncirus trifoliata*

Le porte-greffe est résistant au froid (-15°C) partiellement conféré à l'arbre un enracinement puissant, traçant et pivotant, développement à faible vigueur des arbres. Il est résistant à la gommose, tolérant aux nématodes et à la *Tristeza*. Il est par contre sensible à *l'exocortis* et au blight. Amélioration de la sensibilité au froid et de la qualité du fruit (taux de sucre), bonne affinité avec l'ensemble des espèces et la mise à fruits tardive (Blondel, 1986).

7.1.3 - *Citrange carrizo*

Aujourd'hui, c'est le porte-greffe le plus utilisé, Hybride de même type que le porte-greffe *Citrange troyer*, enracinement de type pivotant, dense et profond, porte-greffe vigoureux. Supporte les sols moyennement humides, peu tolérants au calcaire et aux chlorures, craint les sols secs. Il est tolérant à la *Tristeza*, et sensible à *l'Exocortis*, Tolérant aux nématodes. Amélioration très légère de la sensibilité au froid. Productivité élevée sans perte de calibre et de bonne qualité (I.T.A.F.V, 2013).

7.1.4 - *Citrange troyer*

C'est un porte greffe hybride entre un oranger et un *Poncirus*. L'enracinement est du type pivotant, Porte-greffe vigoureux. Il Supporte les sols moyennement humides et peu tolérants au calcaire et aux chlorures, il craint les sols secs et il Résiste à la gommose, il est tolérant à la tristeza, sensible à *l'Exocortis* (Loussert, 1987).

7.1.5 - *Citrus volkameriana*

C'est un porte-greffe adapté pour les citronniers, il a un bon enracinement.il est adapté aux sols secs et aérés, résistant aux chlorures, peu adapté aux sols lourds et asphyxiants.il résiste à la gommose, tolérant à la *Tristeza* et à *l'Exocortis*, sensible au blight, très bonne productivité avec la variété de citron Eurêka (forte vigueur) (Loussert, 1987).

7.1.6 - *Citrus macrophylla*

C'est un porte-greffe surtout adapté aux citronniers. Il est sensible au froid et aux sols humides, il supporte les chlorures et le calcaire. Tolérant à la gommose et à l'exocortis ; sensible à la Tristeza (Loussert, 1987).

8 - Etude de la plante hôte : Le citronnier (*Citrus limon L*)

➤ La variété « Eureka »

« Eureka » est une variété originaire de Los Angeles (U.S.A.), issu d'un semis effectué en 1858 de graine de provenance italienne (Praloran, 1971). Cette dernière est une graine de limon Lunario (Bono *et al*, 1985).



Figure 10 : Arbre du citronnier variété Eureka. (Original, 2015).

8.1 - Caractéristiques morphologiques

L'arbre est vigoureux, petit et généralement épineux dont les branches sont étalées et retombantes (Praloran, 1984).

- **Les feuilles** sont de couleur vert pâle, grandes, lancéolées avec un limbe légèrement dentelé à l'extrémité et les fleurs sont groupées en inflorescence sont de grandes tailles.

- **Les fleurs** : le calice de la fleur du citron est constitué de 3 ou 5 sépales verts, de 5 pétales plus généralement blanc chez l'oranger, ou pourpres pour ceux du citronnier. Les étamines au nombre de 20 à 30 sont soudées à leur base par groupes de trois ou quatre. Le pistil est formé de plusieurs carpelles. L'ovaire constitue la base du stigmate sur lequel se fixera le pollen libéré au printemps.

- **Les fruits** sont souvent portés à l'extrémité des rameaux ; le fruit à un poids moyen de 100g environ d'une couleur jaune pâle, d'une forme en générale allongée, de base ronde mais quelque fois légèrement mamelonnées, la partie pistillaire est généralement saillante, le diamètre équatorial ne dépasse pas 5cm, d'une peau est fine, lisse et satinée, son épaisseur, son épaisseur est de 5mm d'environ. La chaire est blanche, juteuse et fondante.

8.2 - Caractéristiques physiologiques

L'arbre est fertile, se met rapidement à fruit (Praloran, 1971). L'époque de maturité diffère d'un endroit à un autre ; au sud de Los Angeles (U.S.A.), la cueillette va de mars à mai puis d'octobre à décembre par contre dans la partie côtière des U.S.A. elle se situe entre janvier et mars et de juin à septembre (Amizet, 1950). Truet (1946), a montré que cette variété est à maturation tardive de juin à octobre. Avec des irrigations bien conduites, elle donne de fortes récoltes en été.

8.3 - Caractéristiques végétatifs

« Eureka » c'est une variété d'origine Californienne caractérisée par : une floraison remontante ; un fruit rassemblé en bouquet à l'extrémité des rameaux et de taille moyenne et

ont quelques fois une peau rugueuse et une pulpe fine, couleur jaune verdâtre, contient un jus clair, acide et parfumé.

8.4 - Phénologie des agrumes

Les agrumes représentent un cycle annuel dont les étapes sont aussi marquées par la croissance végétative qui se manifeste sur les jeunes ramifications, dès que la température atteint 12°C et se poursuit jusqu'à 36°C, au cours de trois périodes ou poussées de sève (Praloran, 1971, Loussert, 1985 ; Loussert, 1989) qui se résument comme suit :

➤ **La première poussée** (PS₁) de sève ou la poussée de printemps se manifeste de la fin de février au début mai. Au début, elle se manifeste par des ramifications qui s'allongent et développent de jeunes feuilles de coloration claire, très distinctes des autres feuilles plus âgées, colorées en vert sombre. Sur ces nouvelles ramifications apparaissent, en avril-mai, les pousses fructifères qui sont les boutons floraux, puis les fleurs (Loussert, 1989).

➤ En été, au courant du mois de juillet- Août, se développe **la poussée d'été** (PS₂) qui est la deuxième poussée de sève dite la poussée estivale plus au moins vigoureuse suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres. Cette poussée est en général moins importante que les deux autres poussées (Loussert, 1989).

➤ **La troisième poussée de sève** (PS₃), se manifeste en automne entre octobre et la fin novembre dite poussée automnale, qui assure en partie le renouvellement du feuillage (Loussert, 1989).

9 - Les ennemis des agrumes

Selon Biche (2012) les cultures d'agrumes sont très sensibles aux maladies Cryptogamiques, est aussi a beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts énormes et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes Algériens. La liste des maladies et des ravageurs des agrumes est longue. Dans cette partie nous évoquerons les principales maladies et ravageurs animaux rencontrés régulièrement par les agrumiculteurs dans leurs vergers et qui causent très souvent des dommages considérables aux agrumes, et affectent considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbres.

9.1 - Les maladies Biotiques

9.1.1 - Les maladies virales (viroses)

Les viroses déterminent un certain nombre d'effets généraux telles que : les anomalies de la croissance, et les inhibitions de la formation des pigments. (Baillay *et al*, 1980). Selon Cornuet (1987), il existe actuellement un grand nombre de maladies insidieuses, parmi lesquelles il faut retenir les plus dangereuses :

- **La Tristeza** : Le fait essentiel de la *Tristeza* est un dépérissement de tout l'arbre, généralement très rapide quand le vecteur pullule. La lutte préventive doit d'abord viser à empêcher non seulement l'introduction dans une région encore indemne du plus actif des insectes vecteurs, *Toxoptera citricidus*, mais aussi celle de tout matériel végétal en provenance des pays déjà atteints (Baillay, 1980).

- **La Psorose** : Les Psoroses sont causées par des virus désignés sous le nom de *Citriovirus psorosis*. Elle se manifeste par la formation d'écailles qui est la manifestation la plus typique de la maladie, des écoulements de gomme qui peuvent accompagner la formation des écailles d'écorce (Berkani, 1989). On connaît actuellement six types de psorose affectant les citrus (Bové, 1967),

- ✓ les psoroses A et B
- ✓ Psorose alvéolaire
- ✓ Psorose en poche
- ✓ Panachure infectieuse et frisolée

9.1.2 - Les maladies fongiques

Les maladies d'origine cryptogamique qui s'attaquent aux agrumes sont assez nombreuses (CIBA, 2003).

- **La gommose** : Cette grave maladie est due à un Champignon appartenant au groupe des Péronosporales, du genre *Phytophthora*, dont il existe diverses espèces parasites d'Agurmes, notamment : *Phytophthora citrophthora* et *Phytophthora parasitica* (Wyss, 1949).

Le champignon pénètre à la faveur d'un point de moindre résistance, telles que les blessures, les cicatrices mal fermées, les craquelures de l'écorce, etc., il se loge entre l'écorce et le liber, et ne tarde pas à encercler tout le tronc (Wyss, 1949).

- **Les Pourridiés**

De nombreux champignons sont à l'origine de ces pourritures qui s'installent de préférence sur les arbres affaiblis. La maladie apparaît généralement dans des foyers localisés et s'étend, de plus en plus, dans les plantations. La pénétration de ces champignons en profondeur provoque, un envahissement des parties enterrées du tronc et à la base des grosses racines, un jaunissement puis chute des feuilles et un dépérissement brutal avec dessèchement des feuilles et des rameaux ou la mort de l'arbre lorsque les dégâts souterrains sont plus importants (Kolbezen et al. 1974).

- ✓ Pourritures à Armillaire
- ✓ Pourriture à Sclerotinia

- **Mal Secco**

Appellation d'origine italienne désignant les affections des agrumes causés par un champignon *Deuterophoma tracheiphila*. Au départ, seule une partie de l'arbre est touchée au niveau des extrémités puis peu à peu la maladie s'étend vers le bas et atteint les grosses branches. Le dépérissement de l'arbre survient en un ou deux ans (Gentile et al, 1992).

- **La Fumagine** : C'est un champignon (*Capnodium citri*) qui prospère sur les excréments des pucerons, des cochenilles ou des aleurodes. C'est un parasite indirect des agrumes car il se développe en se nourrissant du miellat sécrété par les cochenilles, les pucerons et les aleurodes. Le champignon forme une couche velouté noirâtre. Les feuilles peuvent être entièrement recouvertes par la fumagine ; sur les fruits des traces noirâtres apparaissent également qui diminuent fortement leur qualité à l'exportation. La fumagine gêne l'assimilation chlorophyllienne et donc l'alimentation normale de l'arbre (Loussert, 1985).

Les autres sont économiquement secondaires telles que l'antracnose champignons du genre (*Colletotrichum*), l'alternariose appelé communément le Brown spot dues aux champignons du genre (*Alternaria* sp) (Jacquemond et al, 2003).

9.1.3 - Les maladies bactériennes (Bactérioses)

Les bactéries provoquent sur les végétaux la pourriture, la Tumeur, les chancres par les toxines qu'elles émettent. Elles peuvent causer des lésions à distances. L'infection peut se faire aussi bien par les orifices naturels comme les stomates ou les lenticelles et/ou par des agents de propagation des maladies bactériennes sont nombreux citons en particulier le vent, l'eau et les semences. (Baillay *et al*, 1980).

- Le Chancre Citrique

Le chancre des agrumes est une maladie causée par *Xanthomonas axonopodis* pv.citri, (synonymes: *Pseudomonas citri*, *Xanthomonas campestris* pv citri). Plusieurs pathotypes de chancre des agrumes ont été décrits, le pathotype le plus destructeur est le type « A » ou chancre asiatique des agrumes (Loussert, 1987).

10 - Les ravageurs des agrumes :

10.1 - Les acariens

Les acariens sont des minuscules araignées, de très petites tailles, ils mesurent entre 0,1 à 0,5 mm de long, s'attaquent aux organes verts, détruisent les végétaux et freinent le développement de la végétation jusqu'à entraîner dans certains cas la chute des feuilles, des bourgeons, des fruits et le dépérissement des organes aériens et souterrains (Mouandza, 1990).

Ce sont des ravageurs minuscules parmi les espèces les plus dangereuses chez les agrumes, il en existe trois : L'acarien tisserand « *Tetranychus cinnabarinus* », l'acarien ravisseur « *Hemitarsonemus latus* » et l'acarien des bourgeons « *Aceria sheldoni* » (Bellabas, 2010).

10.2 - Les insectes

10.2.1 - Les Diptères

Cet ordre se limite à une seule espèce *Ceratitis capitata*, appelée communément mouche méditerranéenne des fruits. C'est un insecte très polyphage qui cause des dégâts

considérables, il hiberne sous forme de pupes dans le sol et évolue en plusieurs générations annuelles, de 5 à 7 générations en Algérie (Dridi, 1995). Rebour (1966) rapporte que les dégâts provoqués par cette mouche sont de deux types :

- Dommages causés par des piqûres des femelles provoquant la pourriture de la pulpe du fruit.
- Dommages causés par les larves qui se développent à l'intérieur des fruits entraînant leurs pourritures et les rendant impropres à la consommation.

10.2.2 - Les lépidoptères

Sur les agrumes, le nombre d'espèces nuisibles est assez limité, quelques-unes seulement présentent un certain danger. Certaines sont les ravageurs des fleurs : la teigne du citronnier *Prays citri* et le géomètre des fleurs *Gymnoscelis pumilata* ; les autres s'attaquent aux fruits : le ver de l'ombilic *Apomyelois ceratoniae*, le cryptoblabes *Cryptoblabes gnidiella* et la tordeuse de l'œillet *Cacoecia pronubana* (CIBA, 2003).

- **La teigne « *Prays citri* »** : C'est un micro-lépidoptère de la famille des *Tortricidae* dont la chenille est nuisible aux fleurs, aux pousses tendres et aux jeunes fruits des divers citrus, elle provoque des dégâts importants à la production avec une préférence marquée pour le citronnier et le cédratier (Carles, 1984).

- **La mineuse des feuilles (*Phyllocnistis citrella*)** : La mineuse des feuilles des *Citrus* est originaire du sud-Est asiatique. En Algérie, les premières observations de *Phyllocnistis citrella* ont été faites en juin 1994 dans les vergers de l'Ouest d'où l'insecte s'est rapidement propagé dans tous les vergers agrumicoles du pays (CIBA, 2003). Quilici *et al.* (1995) et Abbassi (1996) considèrent que les dégâts sont plus importants sur pomelo et citronnier ensuite viennent les variétés à petit fruit (mandarines) et enfin les variétés d'orangers, la sensibilité serait liée à la taille des feuilles.

10.2.3 - Les homoptères

- Les Cochenilles

Les cochenilles sont des insectes piqueurs-suceurs recouverts soit d'un bouclier, d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse. Pendant la nutrition, les cochenilles injectent leur salive qui est plus ou moins toxique, cette salive accélère l'affaiblissement de l'arbre qui se manifeste par le dessèchement de certains organes (Biche, 2012)

L'agrumiculteur qui n'a pas décelé à temps la présence de ces cochenilles sécrétrices de miellat sur lequel se développe la fumagine, verra une partie de sa récolte déclassée du fait de la difficulté à faire disparaître le noircissement sur les fruits après récolte (Benassy, Soria, 1964 et Praloran 1971)

D'après Loussert (1987), les cochenilles nuisibles aux agrumes se divisent en trois groupes :

➤ Cochenilles diaspines ou à bouclier

- Le pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* (Maskell ,1878)
- Le pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphii*(Lucas,1853) .
- La cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* (Comstock, 1881)
- Le pou rouge *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan, 1867).

➤ Cochenilles lécanines ou à carapace

- Cochenille chinoise *Ceroplastes sinensis* (Gray, 1828).
- Cochenille noir de l'olivier *Saissetia olea* (Bernard, 1872).

➤ Cochenilles pseudococcines ou cochenilles farineuses :

- *Pseudococcus odonidum* (Linné, 1767).
- *Pseudococcus citri* (Risso, 1813)

10.2.4 - Les Aleurodes

Ce sont de petits homoptères qui se rapprochent beaucoup des cochenilles, surtout par leurs stades larvaires (Piguet, 1960).

➤ *Dialeurodes citri* : Elle a été signalée depuis 1960 par Piguet. Cette espèce affaiblit l'arbre par son prélèvement continu de sève et le développement associé de la fumagine inféodée aux agrumes (Boukhalfa et Bonafonte, 1979).

➤ *Aleurothrixus floccosus* : introduite accidentellement en Algérie. Elle a été signalée pour la première fois dans l'Ouest en 1892 (Benassy et Soria, 1964). C'est un déprédateur très dangereux causant des dégâts très importants. Cette espèce développe quatre générations annuelles en Algérie (Berkani, 1989).

10.2.5 - Les pucerons

En Algérie, les pucerons sont parmi les principaux ravageurs des cultures. Grâce à leurs pièces buccales de type piqueur-suceur, ils provoquent une déformation des feuilles, rabougrissent les pousses et provoquent l'avortement des fleurs (Milaire, 1982). De même, ils peuvent transmettre à celles-ci des particules virales (Aroun, 1985)

✓ *Toxoptera aurantii* : Appelé communément puceron noir des citrus, (Balachowsky, 1966 et Rebour, 1966).

✓ *Aphis citricida* ou *Toxoptera citricidus* : Le puceron brun des agrumes (Kranz et al, 1977).

✓ *Aphis gossypii* : son nom commun est le puceron du Melon et du Coton. Résistant très bien aux chaleurs estivales, ce puceron peut développer près d'une soixantaine de générations par an. Ce puceron est fréquent également sur les agrumes et considéré, comme vecteur, entre autres, du virus de la *Tristeza* des agrumes (Sekkat, 2007).

✓ *Myzus persicae* : Appelé communément le puceron vert du pêcher (Aroun, 1985)

10.3 - Les Nématodes

L'espèce la plus importante de nématodes qui évolue sur les citrus est *Tylenchulus semipenetrans*, appelé : Le nématode des agrumes. Il appartient au groupe des nématodes des racines, ennemis souterrains d'un grand nombre de culture. son attaque est localisée au niveau des racines et les radicelles sur lesquelles se manifestent des nécroses. Sur les racines endommagées s'installent les champignons de pourriture qui aggravent les dégâts. (Loussert, 1989).

11 - Maladies physiologiques

Selon Bailly (1980) on distingue :

- ✓ Maladies de carence et de nutrition qui se traduit par des déséquilibre en éléments minéraux .Chaque élément a un rôle physiologique propre et agit sur des processus bien définis ; carence en azote, en phosphore, en potassium, en fer et autres.
- ✓ Maladies d'intoxication (suite à excès de sel de calcium, de cuivre ou de bore dans le sol).
- ✓ Asphyxie racinaire.
- ✓ Brûlure suite à l'insolation ou traitements.
- ✓ Des affections d'origine génétiques telle que les craquelures longitudinales de l'écorce.
- ✓ Eclatement des fruits et de l'écorce.
- ✓ Chute des fruits.

Chapitre II

1 - Etude de la cochenille hôte : *Aonidiella aurantii*

1.1 - Les cochenilles

C'est l'un des groupes d'insectes qui constituent les ravages les plus importants sur de nombreuses espèces fruitières, ornementales et forestières (Cahuzac, 1986). Les diaspines sont le plus souvent opophages (Biche, 2012).

Les cochenilles appartiennent à la superfamille des Coccoidea divisée en 23 familles et 7700 espèces (Sforza, 2008) réparties à travers le monde et plus particulièrement dans l'hémisphère Sud. Ces espèces ne sont pas toutes des ravageurs des cultures. Certaines sont utilisées dans la vie quotidienne de l'homme et considérées comme des insectes utiles (Kreiter *et al*, 1999). Cependant, trois familles provoquent d'importants dégâts économiques dans le monde : les Coccidae, appelé anciennement Lécanines, les Pseudococcidae ou cochenilles farineuses et les Diaspididae ou cochenilles à bouclier ou encore cochenilles diaspines (Fig.11). Les cochenilles sont des insectes piqueur- suceurs considérés comme des ravageurs particulièrement dangereux pour les agrumes, tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par l'affaiblissement qu'elles entraînent sur l'arbre. Il existe quatre grandes familles de cochenilles : les Pseudococcidae, les Margaroïdae, les Lecanidae et les Diaspididae.

Cette dernière famille étant abondamment représentée sur les agrumes. Elles se distinguent des autres familles par l'existence chez la femelle adulte d'un revêtement protecteur résistant ou bouclier, sécrété par l'insecte.

1.1.1 – Caractéristiques des cochenilles diaspines

Les diaspines représentent la famille la plus évoluée. Elles se présentent sous l'aspect de petites croûtes arrondies ou allongées facilement décollables à l'ongle. Les femelles sont dépourvues d'ailes, elles peuvent avoir ou non des pattes sans distinction entre la tête, le thorax et l'abdomen. Les mâles ressemblent à des insectes classiques, ailés et sous l'aspect de petites croûtes arrondies ou allongées facilement décollables à l'ongle. Les femelles sont dépourvues d'ailes, elles peuvent avoir ou non des pattes sans distinction entre la tête, le thorax et l'abdomen. Les mâles ressemblent à des insectes classiques, ailés et pourvus de pattes développées et un corps bien segmenté. Les cochenilles secrètent une matière cireuse

de protection qui prend l'aspect d'un bouclier. Malgré la diversité de leurs formes et de leurs cycles de vie, ce sont tous des insectes piqueurs-suceurs ; qui ont suivi une évolution régressive (atrophie et disparition des pattes et des antennes) et une exacerbation de la fonction nutritive. Elles se distinguent par un dimorphisme sexuel très prononcé. La reproduction parthénogénétique est de règle (Biche, 2012).

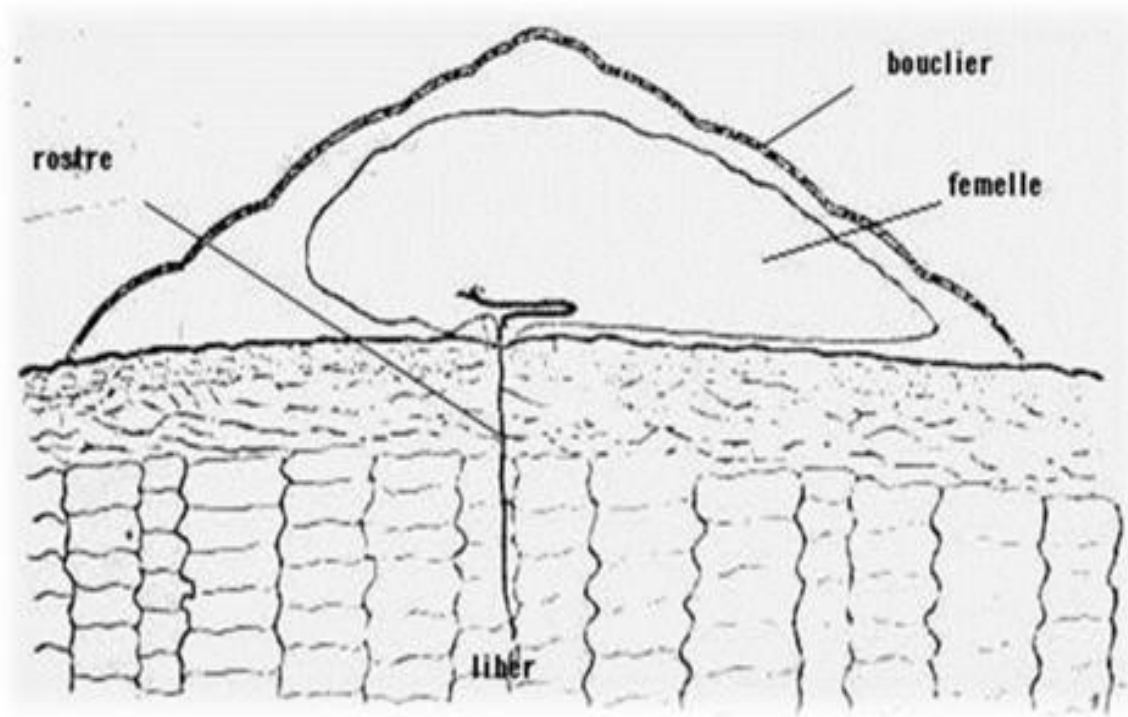


Figure 11 : Aspect général des cochenilles diaspines (Cors' Aphy, 2013).

1.1.2 - Données bibliographiques sur *Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879)

a - Origine

C'est une cochenille ubiquiste et polyphage, dont la répartition géographique embrasse toutes les régions tropicales et subtropicales du globe. Le Pou de Californie, *A. aurantii* est l'une des espèces les plus nuisibles aux *Citrus*. Originaires d'Extrême-Orient, cette cochenille a envahi l'Australie, d'où elle a été introduite aux U.S.A. entre 1868 et 1875 (Quayle, 1983). Depuis, elle s'est implantée pratiquement dans toutes les régions où la culture des *Citrus* est pratiquée (De Bach, 1962). L'infestation des pays du bassin méditerranéen a d'ailleurs plus ou

moins suivi l'implantation des agrumes et la plupart des auteurs s'accordent sur le fait que cette introduction est la conséquence dans la majorité des cas, des échanges de matériel végétal infesté. La partie orientale de la Méditerranée a été la première à héberger le Pou de Californie vers la fin du 19^{ème} siècle. Pour la partie occidentale, Balachowsky l'a signalé en 1948, alors que les orangeries du bassin oriental de la Méditerranée sont ravagées par *A.aurantii*, celles du bassin occidental le sont par *Chrysomphalus dictyospermii*.



Figure 12 : La carte de la distribution de *A.aurantii* dans le monde (Flanders, 1971; Viggiani, 1988; Claps *et al.* 2001; Hill, 2008).

b - Taxonomie

Le classement taxonomique des cochenilles est comme suit :

Classe :	Insecta
Ordre	Hemiptera Linnaeus, 1758
Sous ordre	Sternorrhyncha
Superfamille	Coccoidea Fallén, 1814
Famille	Diaspididae Targioni-Tozzetti, 1868
Sous famille	Diaspidinae
Tribu	Aspidiotini Atkinson, 1886
Sous Tribu	Aspidiotina Atkinson, 1886
Genre	<i>Aonidiella</i> Berlese et Leonardi, (1896)
Espèce	<i>A.aurantii</i> (Maskell, (1879)

c - Description

Cette cochenille est cosmopolite et très polyphage. Les femelles se caractérisent par la présence d'un fin voile ventral, et par leur forme en « fer à cheval » à maturité en raison de ses lobes abdominaux très développés latéralement sur le pygidium (Fig.13) (Quilici *et al*, 2003).



Figure 13 : Forme en fer à cheval de *A. aurantii* (original, 2015)

Les cochenilles se distinguent entre elles par les caractères ornementaux du pygidium qui est orné de différentes appendices (peignes, palettes, glandes circumgénitales, glandes cirrières dorsales) (Fig.14) variant d'une espèce à l'autre (Balachowsky et Mesnil, 1935). Au microscope, le pygidium de la femelle adulte de *A.aurantii* est entièrement enclavé entre les lobes abdominaux, débordant de chaque enté, de forme arrondie, pourvu de 3 paire de palettes bien développées, (Balachowsky et Mesnil, 1935). Les glandes circumgénitales sont absentes (Balachowsky, 1948).

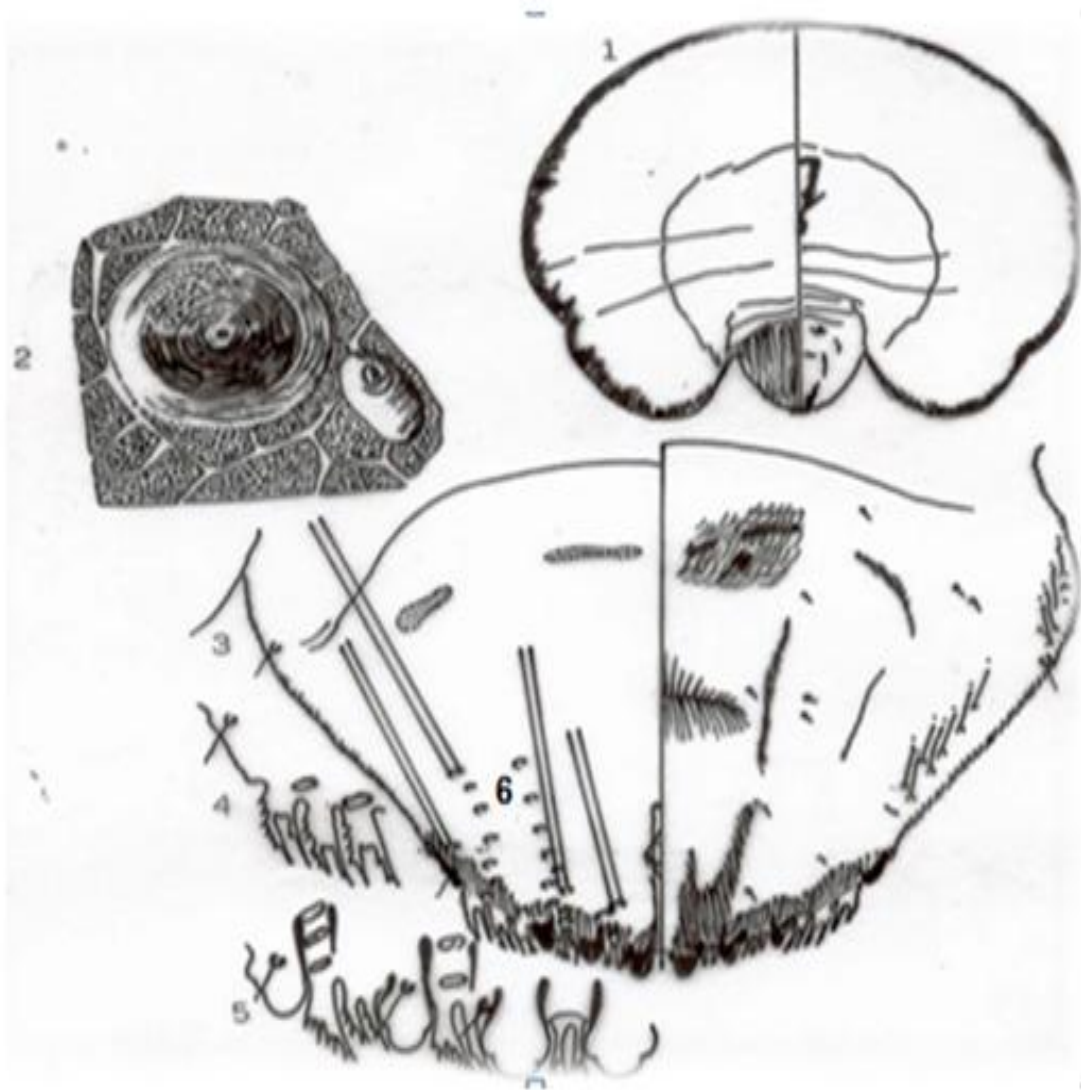


Figure 14 : Pygidium de la femelle de *Aonidiella sp* (Balachowsky, 1950)

1 - Forme générale de la femelle, 2 - Forme du bouclier, 3 - Pygidium,
4 - Peignes, 5 - Palettes, 6 - Glandes cirières

d - Cycle biologique

Le cycle vital des cochenilles comprend les quatre stades : œufs, larve du 1^{er} stade, larve du 2^{ème} stade et adultes. C'est l'état de jeunes larves que les cochenilles sont les plus vulnérables, n'étant alors qu'à peine protégées par leurs sécrétions cireuses ; c'est ainsi sous cette forme qu'elles se déplacent et assurent la dissémination de l'espèce (Bouhelier *et al.* 1935).

Au cours du cycle évolutif des cochenilles, on observe fréquemment, des diapauses qui sont susceptibles de se manifester à tous les stades évolutifs, excepté aux stades nymphaux et imaginaux du mâle. Elles se manifestent quand les conditions deviennent défavorables.

La femelle mature est vivipare, qui se reproduit par voie sexuée, elle émet des jeunes larves mobiles qui après un vagabondage plus ou moins long se fixent sur leur support (Biche, 2012). Après une première mue, ce premier stade donne naissance un second stade à partir duquel se différencient les sexes. Sur le second stade mâle apparaissent deux paires de yeux de couleur violette à pourpre.

Ce second stade donnera naissance à une pronympe, puis à une nymphe (Fig.15) avant l'émergence de l'adulte mâle ailé qui quitte le bouclier, Si le second stade ne se développe pas en mâle, après une mue se différencie la jeune femelle, qui après avoir constitué un voile ventral donnera une femelle mature, qui émettra de jeunes larves mobiles, la femelle fécondée peut donner 60 à 150 larves selon les conditions climatiques. La ponte s'échelonne sur une période plus au moins longue engendrant l'expulsion quotidienne d'un certain nombre d'œufs. Les larves mobiles (mâles et femelles) et les mâles adultes ailés assurent la propagation (Fig.16).



Figure 15 : Les stades larvaires et adultes de *A. aurantii*

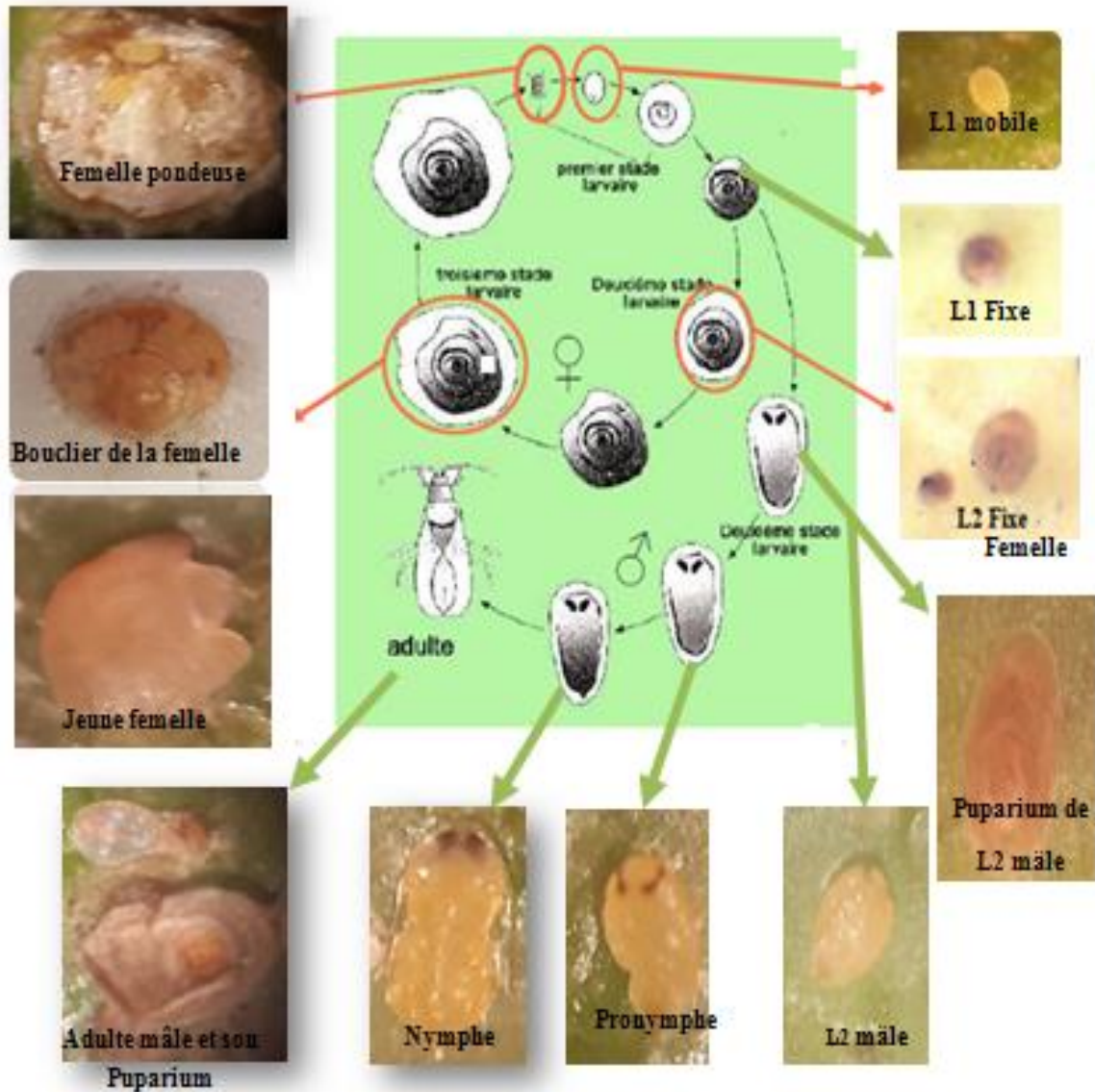


Figure 16 : Cycle biologique de *Aonidiella aurantii* (Originale 2015).

e - Dégâts

Malgré l'importance du secteur des agrumes dans l'économie nationale et de son intérêt particulier, ce secteur est touché par de nombreuses cochenilles diaspines tel que le Pou de Californie. Ce bi agresseur constitue un facteur limitant pour l'agrumiculture. La perte économique annuelle attribuée aux Etats-Unis attribuée aux cochenilles se situe autour de 500 millions d'euros (Foldi, 2003). Au titre des dégâts indirects, certaines cochenilles sont susceptibles de transmettre des virus (Foldi, 2003)

Les cochenilles sont des insectes suceurs qui se fixent sur n'importe quelle partie de la plante et qui peuvent provoquer des dégâts (Fig.17). Cette colonisation sur ces différentes parties de la plante, entraîne plusieurs types de dommages (Kreiter *et al*, 2006), en vidant les cellules de leur contenu. L'injection des toxines contenues dans leur salive, provoque des dégâts, lors de la prise de nourriture. Elles rejettent également un miellat sucré sur les rameaux, les feuilles et les fruits, les rendant collants et gluants. Sur ce miellat se développent des champignons qui provoquent la fumagine (*Capnodium*). Celui-ci attire les fourmis qui s'en nourrissent et qui dispersent les œufs sur les feuilles les autres organes de la plante.



Figure 17 : Dégâts de *A.aurantii* sur feuilles, fruit et rameau du citronnier (Originale, 2015).

Ces dégâts peuvent être résumés dans les points suivants :

Les dégâts sont d'ordre quantitatif, chute prématurée des fruits au printemps lors de sévères attaques, et une défoliation partielle, accompagnée d'un dessèchement plus au moins poussé de rameaux, branches charpentiers avec pour effet plus lointain, réduction de la production des années suivante. Les dégâts qualitatifs se traduisent par la dépréciation de la valeur marchande du produit. Avant l'éclatement du fruit, il y a déformation suivi d'une sclérisation, un arrêt de croissance, une décoloration des fruits et enfin un dessèchement superficiel de l'écorce (Benassy, 1975).

1.1.3 – Moyens de lutte

A.aurantii est considéré comme le ravageur clé des agrumes au niveau mondial. S'il n'est pas combattu efficacement, il est capable d'entraîner le dessèchement complet des arbres contaminés en l'espace de deux à trois années (Guirrou *et al*, 2003).

1.1.3.1 – Lutte culturale

La taille adéquate reste le moyen de lutte le plus propice en ce qui concerne ce type d'insecte. En effet, Une fois que l'arbre est entré en production, il suffit de l'entretenir à raison d'une taille effectuée après la récolte. Consiste à dégarnir légèrement l'intérieur de l'arbre, éliminer les branches enchevêtrées, le bois sec, les gourmands les branches chétives ou malades afin : d'assurer une bonne aération de l'arbre, éviter la formation des foyers de cochenilles et faciliter la pénétration des produits phytosanitaires, ainsi que le désherbage de la végétation spontanées pour améliorer l'état phytosanitaire de ces arbres fruitiers (Delassus *et al*, 1933).

1.1.3.2 – Lutte chimique

La lutte chimique a débuté par des fumigations sous bâche à l'acide cyanhydrique contre *Aonidiella aurantii*, le redoutable ennemi des agrumes. Cette technique s'est poursuivie avec succès pendant de nombreuses années sans trop interférer sur l'équilibre naturel, le dernier perfectionnement en la matière étant l'application sous bâche à l'aide d'un atomiseur, de cyanure de calcium. L'évènement du parathion dans les années 1950 a marqué un tournant

important. Ce produit très efficace au début (une seule pulvérisation suffisait pour lutter contre *A. aurantii*) a vite révélé ses inconvénients : 5 à 6 traitements n'étaient plus suffisants pour venir à bout de ce ravageur. Mais très vite *A. aurantii* est passée au second rang, précédée par la gravité des attaques d'acariens consécutive à l'usage de parathion. En outre, par son action sur les parasites et prédateurs, cet insecticide a rompu l'équilibre biologique naturel permettant la prolifération de d'autres cochenilles (Aubert, 1975).

1.1.3.3 – Lutte biologique

La lutte biologique a très vite été un moyen efficace pour lutter contre les cochenilles. Elle est une des plus efficaces compte tenu de la sédentarité de ces ravageurs (Foldi, 2003). La lutte biologique se définit ainsi : utilisation d'organismes vivants ou de leur produit afin de réduire à un seuil économiquement supportable les dégâts engendrés par un ravageur à un niveau économiquement supportable (Riba et Silvy, 1987).

Les agents de lutte biologique contre les cochenilles sont divisés en deux groupes principaux, les parasitoïdes et les prédateurs.

Un parasitoïde est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », mais qui tue inévitablement ce dernier au cours de ce développement ou à la fin de ce développement. Un prédateur est un organisme vivant qui capture et tue des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.

Le plus grand nombre de parasitoïdes utilisés en lutte biologique, appartiennent à l'ordre des hyménoptères. L'utilisation de ces derniers a été menée sur les principaux groupes de cochenilles ravageurs des cultures. On retrouve, la plupart du temps des hyménoptères et notamment, les Aphelinidae utilisés contre les Diaspididae.

1.1.3.4 - Ennemies naturelles

La régulation des populations de ravageurs est d'autant plus efficace que l'intervention des prédateurs intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des phytophages. Ceux-ci doivent également être capables de développer leurs capacités de prédation sur de faibles effectifs de la proie (Doutt et al. 1999). En effet, ce paramètre est très important pour

déterminer les espèces de coccinelles qui peuvent éventuellement affronter les premières pullulations des ravageurs des agrumes (pucerons et cochenilles). A l'état naturel, il existe une étroite relation entre les différentes communautés d'espèces prédatrices présentes (Polis et al. 1989; Rosenheim et al., 1995).

Les coccinelles ont démontré un important rôle régulateur des populations de pucerons, de cochenilles et autres organismes nuisibles. Ce sont souvent les entomophages qui ont le plus grand impact sur eux (Hodek 1970 ; Frazer et al. 1981 ; Iperti 1983 ; Dixon et al. 1997).

Benassy et Bianchi (1967) ont recensés deux parasitoïdes endophages appartenant l'un à la famille des Aphelinidea et l'autre à celle des Encyrtidae : *Encarsia citrinus* et *Comperiella bifasciata*. D'autres chalcidiens Aphelinidae ont été signalé par Panis (1977), il s'agit de *Aphytis chrysomphali*, *A.coheni*, *A.mytilaspidis*, *A.lignanensis*, *A.melinus* et *Encarsia lounsburyi*.

En Algérie Belguendouz et Biche (2005) ; ont recensé 14 espèces prédatrices des diaspinés (Coccinillidae ; Nitidulidae et les Corniopterygidae) et 23 espèces de parasitoïdes hyménoptères dont 14 sont ectophage (*Aphytis*) et 9 son endophage (*Encarsia* ; *Comperiella* et *Chiloneurium*).

Tableau 2 : Parasites et prédateurs des cochenilles diaspinés Biche (2012).

Classe	Ordre	Famille	Sous famille	Tribu	Espèce
Arachnides	Gamasides	Cheyletidae	-	-	<i>Cheletogenes ornatus</i>
Insectes	Hémiptères	Anthocoridae	-	-	<i>Anthocoris sp</i>
	Coléoptères	Nitidulidae	-	-	<i>Cybocephalus sp</i>
		Coccinellidae	Coccinellinae	Novinii	<i>Rodolia (Novius) cardinalis</i>
			Scymninae	S ecymnini	<i>Pullus mediterraneus</i>
		<i>Pullus subvillosus</i>			
		<i>Nephus peyerimhoffi</i>			
		Sticholotidinae	Sticholotidini	<i>Pharoscymnus setulosus</i>	
	Névroptères	Coniopterygidae	-	-	<i>Coniopteryx sp</i>
		Chrysopidae	-	-	<i>Chrysoperlla carnea</i>
	Hyménoptères	Aphelinidae	-	-	<i>Aphytis lepidosaphes</i>
Diptères	Syrphidae	Syrphinae	Syrphini	<i>Syrphus balteatus</i>	

2 - Etude du parasitoïde : *Comperiella bifasciata* Howard (1906)

La reconsidération de l'ensemble du problème de protection des cultures en général, et des Citrus notamment, est devenue chose urgente, afin de mettre au point un système de lutte cohérent, tenant compte des impératifs précités. Le recours à la lutte biologique a été préconisé comme voie possible d'intervention contre ces cochenilles. Celle-ci, qui comprend l'ensemble des méthodes destinées à détruire ces ravageurs par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels (Benassy, 1961).

Dans notre verger d'étude, on a signalé la présence de deux parasitoïdes hyménoptères de *A. aurantii* : *Comperiella bifasciata* (endoparasite) qui fait l'objet de notre étude et un ectoparasite *Aphytis melinus*, micro hyménoptère de couleur jaune clair (Fig.18)



Figure 18 : *Aphytis melinus* (Adulte).

C.bifasciata Howard (1906), est un endoparasitoïde, appartenant à la famille des *Encyrtidae* dont deux souches sont connues, l'une agit sur *Aonidiella citrina* et l'autre sur *Aonidiella aurantii*.

2.1 - Historique et répartition géographique

Hyménoptère indigène du bassin méditerranéen, *C. bifasciata* possède une large distribution depuis l'Extrême Orient jusqu'en Espagne où il est signalé par Mercet en 1926. Depuis, il est retrouvé en Algérie (Laporte, 1949) et au Maroc (Smirnoff, 1950). En dehors du bassin méditerranéen *Comperiella* est signalé également de divers pays d'Asie et d'Océanie : Australie, Java, Chine, Japon, Inde, Ile Maurice (Gahan, 1927 ; Silvestri, 1929 ; Moutia, 1934 ; Glover, 1935 ; Flanders, 1944).

En Afrique du Sud, Annecke, le mentionne en 1962. En outre, *C. bifasciata* a été introduit en Californie (Smith, 1924) en vue de combattre *A. aurantii* et *A. citrina*, c'est à partir de cette dernière région qu'il a été multiplié et distribué un. Peu partout dans le monde.

2.2 - Description

C. bifasciata est un hyménoptère, signalé la première fois par Leland ossian Howard en 1906. Le nom *Comperiella* se réfère à George Compère. Ce qui était par le Conseil d'Etat de l'horticulture de la Californie.



Figure 19 : Adulte de *C. bifasciata* en ponte sur *A. aurantii* sur agrume (L = 1.7mm)



Figure 20 : Adulte de *C. bifasciata* émergeant d'une femelle de *A. aurantii* sur agrume (L = 1.5mm)

Nous baserons sur la description donnée par Nicolas (1952) et Chumakova (1957)

La femelle est reconnaissable par le dessin caractéristique des bandes noires qui ornent les ailes. Les deux sexes présentent en outre deux bandes qui s'étendent sur la tête, au niveau du vertex (blanches chez la femelle, oranges chez le mâle) Quilici et al (2003). Qui possède une tête triangulaire latéralement, front aplati horizontalement, yeux larges et proéminent, mandibules avec deux denticules les palpes maxillaires comportent 3 segments les palpes labiaux en comportent deux Antenne insérée près de la bouche, large avec un scape bien développé à sa partie distale, un pédicelle triangulaire et un funicule constitué de segments courts et larges. Mesonotum toujours aplati ; scutellum également aplati, large avec une bordure arrondie. Ailes antérieures avec des bandes radiales noires à brunes, nervure submarginale avec une bande terminale bien prononcée ; la marginale est courte et rigide, la radiale est plus longue que la marginale ; tarière légèrement saillante (Fig. 21).

Le mâle, il possède des antennes avec 3 à 5 segments, plus longs que le 2eme segment massue ovale, pointue à sa partie terminale, plus courte que les deux derniers segments du funicule. Tous les segments du funicule portent des soies longues et souples ; avec des ailes hyalines (Fig. 22).



Figure 21 : Femelle du *C. bifasciata*
(Soribas, 2011)

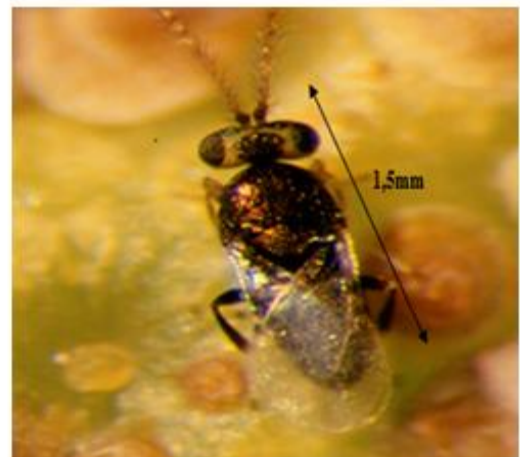


Figure 22 : Mâle du *C. bifasciata*
(Soribas, 2011)

2.3-Position systématique

Règne	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Classe	: Insecta
Ordre	: Hymenoptera
Sous-Ordre	: Apocrita
Super-Famille	: Chalcidoidea
Famille	: Encyrtidae
Sous-Famille	: Encyrtinae
Genre	: <i>Comperiella</i> Howard, 1906
Espèce	: <i>Comperiella bifasciata</i> Howard, 1906.

2.4 - Cycle biologique :

La durée du cycle de développement du *C.bifasciata* est courte, il prend en moyenne 30 jours pour passer de l'œuf à l'adulte (Flanders, 1944). Après avoir découvert l'hôte, la femelle de *C. bifasciata* l'examine soigneusement en explorant par des vibrations d'antennes à la fois la partie centrale du bouclier et la bordure de celui-ci (Abbassi, 1980; Yu et al (1990). Cet endoparasitoïde est solitaire donc un seul œuf est déposé à l'intérieur du corps de la diaspine, le même individu peut parasiter par la suite d'autres diaspines (Sorribas, 2011).

L'œuf de *C. bifasciata* est du type hyménoptéroïde il a des dimensions moyennes de 0,24 x 0,12 mm. L'œuf ovarien comporte deux corps reliés par un pédoncule (voir annexe) ; au moment de la ponte, le contenu du bulbe s'engage dans l'œuf proprement dit (Creusrn, 1962) ; ce dernier reste rattaché par sa partie distale au tégument de son hôte ou flotte libre dans la cavité générale de celui-ci. Le pédoncule de l'œuf n'aurait pas de fonction respiratoire à l'inverse de ce qui est admis pour bon nombre d'Encyrtides où il sert de tube respiratoire (Creusrn, 1971).

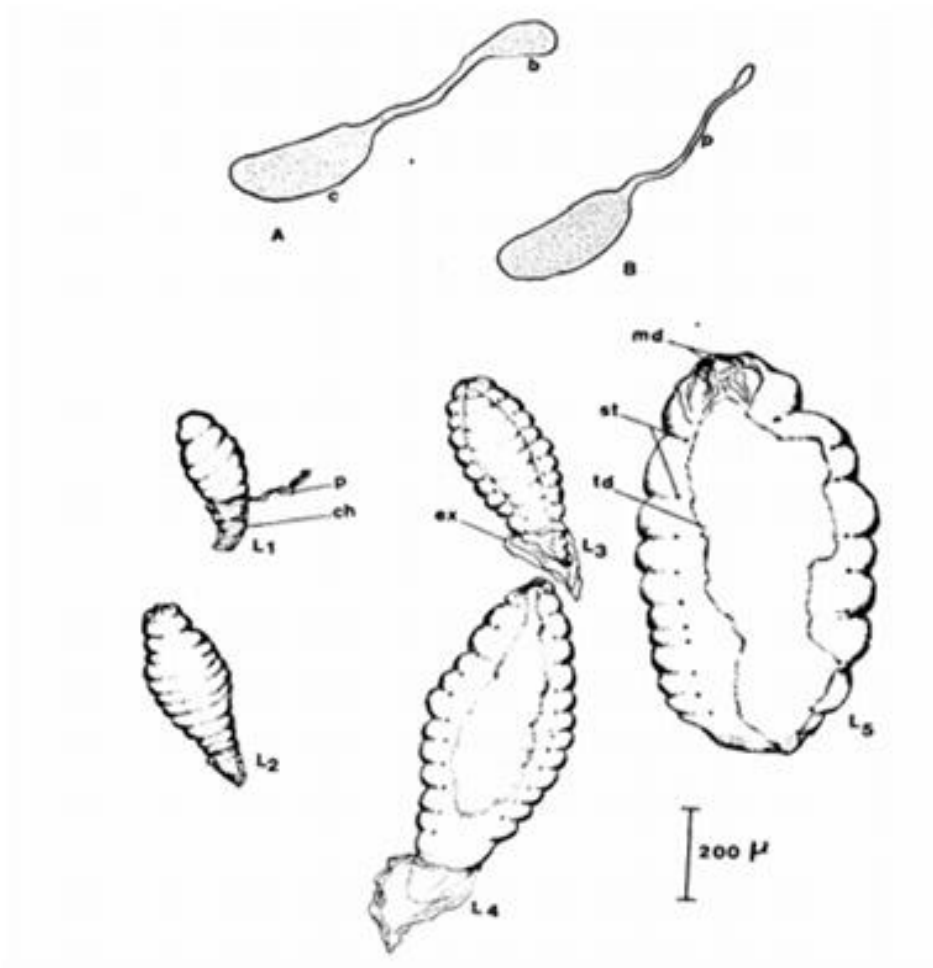
L'éclosion de l'œuf donne la larve qui stocke dans leur corps une quantité suffisante de protéines lors des stades larvaires décrits antérieurement chez ce parasitoïde (Compère et Smith, 1927), La jeune larve, après un développement embryonnaire de 96 heures dans nos conditions d'élevage, éclot en conservant sur sa partie postérieure le reste du chorion de l'œuf. La larve libre dans le corps de l'hôte est du type hyménoptéroïde (par opposition au type encyrtiforme). Elle se caractérise par la présence de 12 segments visibles, et par l'existence de

5 stades successifs d'évolution sans grands changements dans ses caractères morphologiques essentiels (Fig.23).

Un caractère distinctif important des différents stades larvaires, est la possibilité de retrouver les exuvies et les mandibules des mues précédentes à la partie postérieure du corps en effet à chaque mue, les exuvies des stades successifs sont rejetées vers le bas de l'abdomen et s'y accumulent.

Le 5^{ème} stade larvaire évolue en une forme intermédiaire entre la larve et la nymphe ; il s'agit de la pronymphe où apparaissent bientôt les caractères de différenciation morpho-histologiques qui distinguent la nymphe). La nymphose aura lieu juste après un adulte qui après son émergence Celle-ci hyaline avec des yeux rouges.

L'adulte à l'éclosion émerge en ménageant un trou de sortie circulaire dans le tégument de l'hôte (Fig.24). En général, les mâles sortent 12 heures à 24 heures avant les femelles 'accouplement à lieu immédiatement après l'émergence et peut se répéter plusieurs fois dans la vie de l'insecte (femelle du type multinuptial) (Abassi, 1973).



Stade évolutifs *C. bifasciata*,
A, Œuf ovarien : b, bulbe, c, corps de l'œuf.
B, Œuf pondu : p, pédoncule de l'œuf.
L₁ à L₅ : 5 stades larvaires ; ch, chorion de l'œuf éclos ;
Ex, exuvie de la larve ; md, mandibules ;
St, stigmates ; td, tube digestif.

Figure 23 : Stades larvaires de *Comperiella bifasciata* How (Abbassi, 1973)



Figure 24 : Schéma des différents stades rencontrés du *Comperiella bifasciata* (Originale,2015).

Chapitre III

1 - Présentation de la région d'étude

Selon Dajoz (1985), l'étude milieu avec toutes ses composantes est nécessaire pour bien comprendre la distribution des êtres vivants dans leur biotope.

1.1 - Situation géographique

Pour cette étude nous avons choisi une exploitation privée dans la région de Rouiba, localisée dans la partie de la zone orientale de la Mitidja.

La commune de Rouiba se situe à 25 km de la capitale d'Alger et à 7 km de la mer méditerranéenne, elle est limitée au nord par la commune de Ain Taya, au sud par la commune de Khemis-El-Khechna, à l'Est par la commune de Reghaïa et à l'Ouest par la commune de Dar El Beida (Fig.25). La région d'étude s'étend entre 3°07 et 3°27 de longitude et est entre 36°43 et 36°49 de l'attitude nord, elle s'élève à 25 m par rapport au niveau de la mer (Mutin 1977).



Figure 25 : Situation géographique de la zone d'étude (Google map, 2015).

1.2 - Caractéristiques climatiques

Vu l'influence du climat sur la dynamique des populations des insectes, il est intéressant de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques de la région. Selon Ozouf et Pinchemel (1961) l'étude climatique est basée sur des observations météorologiques archivées, cette évaluation de l'atmosphère en un endroit donné peut être décrite avec de nombreux paramètres, en général, elle se fait selon trois critères, la température, les précipitations et l'humidité.

1.2.1 – Les températures

La température est le facteur climatique le plus important (Dreux, 1980). Elle agit sur la densité des populations et sur la répartition géographique des êtres vivants. Elle joue un rôle important dans l'évolution des infestations de l'insecte et sur son nombre de génération par an. Elle agit également sur la quantité des aliments consommés, sur la qualité des substances alimentaires ingurgitées et sur la fécondité (Dajoz, 1971 et Dreux, 1974).

Tableau 3 : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Rouiba de l'année 2014 (O.N.M., 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T.moy.	13.1	13.3	12.9	17.1	18	22.4	25.1	26.6	2	21.3	17.9	12.2
T.min.	7.5	7.6	7.3	9.8	11.4	16.3	18.4	20.2	2	14.1	12.2	7.2
T.max.	18.6	19.1	18.6	24.4	24.5	28.6	31.9	32.9	31.9	28.5	23.5	17.3

Selon Ramade (1984), un mois est dit chaud lorsque sa température moyenne est supérieure à 20°C, et froid lorsque sa température moyenne est inférieure à 20°C. D'après le tableau n°3, nous pouvons ressortir les informations suivantes :

- Le mois le plus chaud en saison estivale est le mois d'août avec une température moyenne de 26,6°C, et une température maximale de 32,9°C.
- Le mois le plus froid en saison hivernale est le mois de Décembre avec une température moyenne de 12,2°C. C'est durant ce mois que la valeur de températures moyennes des minimales attend les 7,2°C.

1.2.2 - La pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (Mercier, 1999). Les valeurs des précipitations mensuelles sont présentées dans le tableau n°4 .

Tableau 4 : Moyenne pluviométrique mensuelle de la région de Rouiba de l'année de l'année 2014 (O.N.M., 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	71.9	55.6	82	0.9	6.5	51.6	0.1	3.1	8.8	38.4	70.1	166.2	555,2

Durant l'année 2014, la pluviométrie annuelle a atteint 555,2mm. Le mois de décembre était le plus pluvieux avec 166,2 mm. Le mois de juillet enregistre les précipitations les plus faibles de 0,1 mm et le mois d'avril a été le plus sec (0,9 mm).

1.2.3 - Humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (Dreux,1980). Selon le tableau ci-dessous, les moyennes mensuelles d'humidité de l'air fluctuent et sont élevées pour la plupart des mois de l'année avoisinant les 77%. La moyenne mensuelle d'humidité la plus basse est enregistrée en juillet avec 64%.

Tableau 5 : Humidité moyenne dans la région de Rouiba de l'année 2014 (ONM, 2014).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H(%)	77	76	77	72	74	72	66	67	64	71	68	72

1.2.4 - Le vent

Selon Seltzer (1946) le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat par sa force. Dans la plaine de la Mitidja les vents dominants sont ceux qui soufflent du Nord-Est vers le Sud-Ouest, pendant l'année 2014 la vitesse maximale des vents est au mois de mars avec une valeur de 3,7 m/s. La valeur minimale est au mois de mai (2,3 m/s).

Tableau 6 : Moyenne des vents enregistrée pendant l'année 2014 dans la région de Rouiba (O.N.M., 2014).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V.moy(m/s)	3	3.3	3.7	2.8	2.7	3	2.9	3	3.1	2.3	3	3.1

1.3 - Données floristiques et faunistiques

1.3.1 - Données floristiques :

Le verger présente un nombre d'espèces floristiques très importants. Cette flore se compose essentiellement des espèces spontanées comme la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), le Chiendent (*Cynodon dactylon*), l'Oxalis (*Oxalis cernua*) et fumeter (*Fumaria capriolata*). Des espèces cultivées représentées par le citronnier *Citrus limon* var. Euréka et l'oranger *Citrus sinensis* var. Washington Navel, la vigne *Vitis vinifera* et le Poirier, *Pyrus communis*.

1.3.2 - Données faunistiques

D'après Mohammedi - Boubekka (2007), la faune de la Mitidja est très variée. Plusieurs travaux ont été réalisés tels que, Guessoum (1981) et Hamadi(1994) sur les Acariens et les crustacées, Benzahra (1982) sur les Gastéropodes, Kabassina (1990), Doumandji et Doumandji-Mitiche (1992) sur les Arachnides, Ouarab (1997) sur les reptiles, Boutera (1999) et Agrane (2001) sur les insectes ainsi que d'autres travaux réalisés sur les mammifères et les oiseaux.

2 - Matériel et méthodes.

2.1 - Dispositif expérimental

Pour cette étude, nous avons choisis un verger de citronniers (*Citrus lemon*) situé dans une exploitation privée au sud de la région de Rouiba, renfermant également un verger d'oranger, des pêchers, des cultures maraichères (Fig.26).

Le verger expérimental est constitué de citronniers de même âge, répartis régulièrement sur une parcelle de 2 hectares planté en 2003, qui ne font pas l'objet de traitements insecticides. De nombreuses branches recouvertes d'un manchon de boucliers de *A. aurantii* témoignent de la sévérité des dégâts périodiques occasionnés par cette diaspine qui fait l'objet de notre étude.



Figure 26 : Photo du verger d'étude.

2.2 - Méthodes d'échantillonnages

La méthode utilisée est celle qui a été mise au point par Vasseur et Schvester (1957) reprise également par Benassy (1961) et Fabres (1979) qui est basée sur le dénombrement périodique des populations. Nous avons entamé notre expérimentation le mois de mai 2014 pour l'achever vers la fin du mois de Juillet 2015, soit 15 mois de terrain. Les relevés sont effectués chaque décade, à raison de trois fois par mois. Nous avons divisé notre verger en 9 parcelles d'échantillonnages égales. Chaque parcelle contient 30 arbres (Fig.27). L'échantillonnage s'effectue à hauteur d'homme. A chaque sortie, nous prenons au hasard dans chaque parcelle un arbre sur lequel on prélève 2 feuilles et 2 rameaux (10 à 20 cm de long) et un fruit tout autour de la couronne pour les quatre directions cardinales ainsi qu'au centre. Pour cela, nous avons récolté tous les dix jours, pendant toute la durée de l'étude, un total de 4059 feuilles prélevées, 4059 rameaux et 1350 fruits.

Les échantillons prélevés sont mis dans des sachets en papier sur lesquels on mentionne toutes les coordonnées des prélèvements (date, direction) et ramenés au laboratoire.

Les parasites de la cochenille capturés sont mis dans des tubes à essai. L'identification est faite par le Professeur Biche M. du département de Zoologie à l'Ecole Nationale Supérieur Agronomique d'El-Harrach.

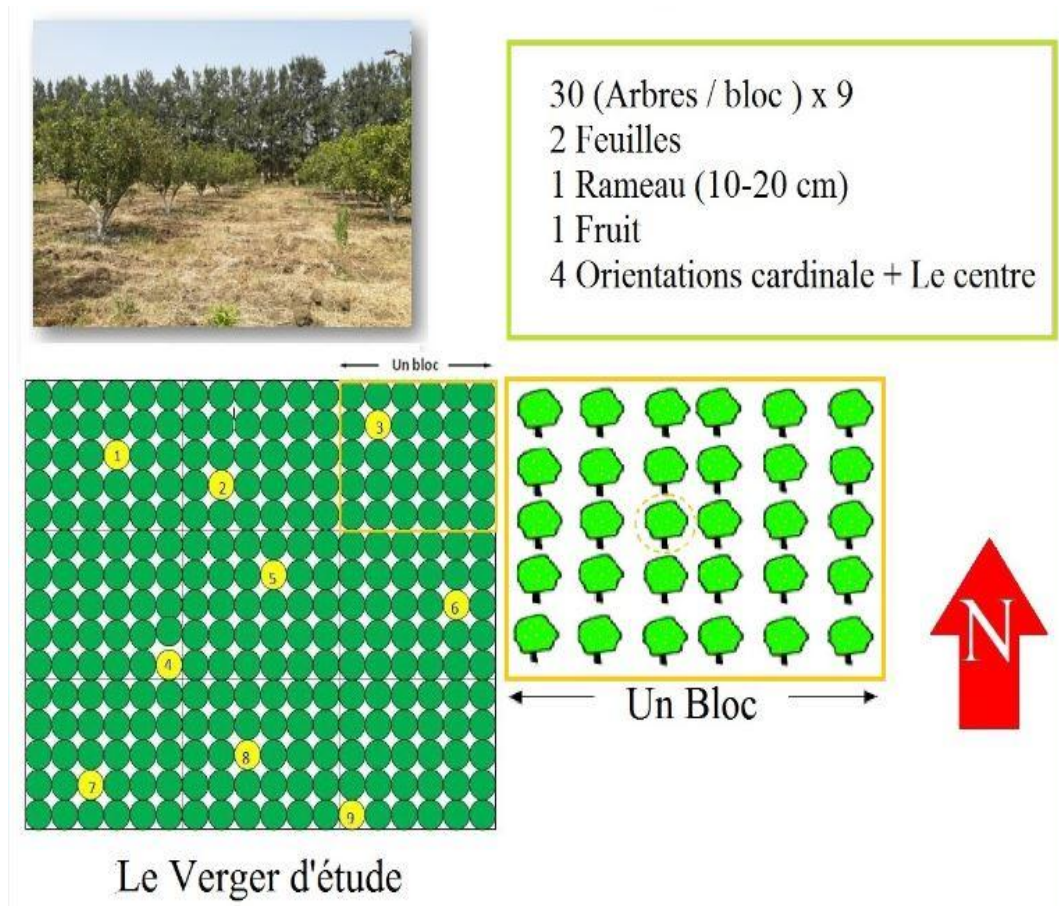


Figure 27: Protocole expérimental adopté sur le terrain

2.3 - En laboratoire

Les échantillons sont soigneusement examinés sous la loupe binoculaire (Fig.28 et 29), puis pour chaque stade d'*Aonidiella aurantii* nous quantifions le total des individus vivants, morts et parasités afin de dénombrer la population de la cochenille au cours du temps. Ces résultats sont reportés sur des fiches de prélèvements y compris les individus du parasitoïde (*Comperiella bifasciata*) puis exploités ultérieurement.



Loupe Binoculaire

Tous les stades :

L1m : larve du 1^{er} stade mobile, L1f : larve du 1^{er} stade fixée, L2f : larve du 2^{ème} stade femelle, L2m : larve du 2^{ème} stade male, Nym : nymphe, F : femelle adulte et jeune femelle, M : male adulte, Pup vide : puparium vide.
V : individus vivants
M : individus morts
P : individus parasités

Figure 28 : Protocole expérimental adopté au laboratoire



Figure 29 : Examen des échantillons des différents stades de *A.aurantii*

- 1- L1 mobile; 2- Deuxième stade; 3- Jeune femelle; 4- Femelle adulte;
- 5- Bouclier du deuxième stade femelle; 6- Bouclier du deuxième stade;
- 7- Bouclier de la femelle adulte; 8- Puparium du 2^{ème} stade male;
- 9- feuille et fruit infestées d'un citronnier (Dao Thi Hang ; 2012).

En soulevant les boucliers troués de cette diaspine on a pu procéder à l'évaluation de l'activité des parasitoïdes en dénombrant les différents stades de leurs développement (fig.31).

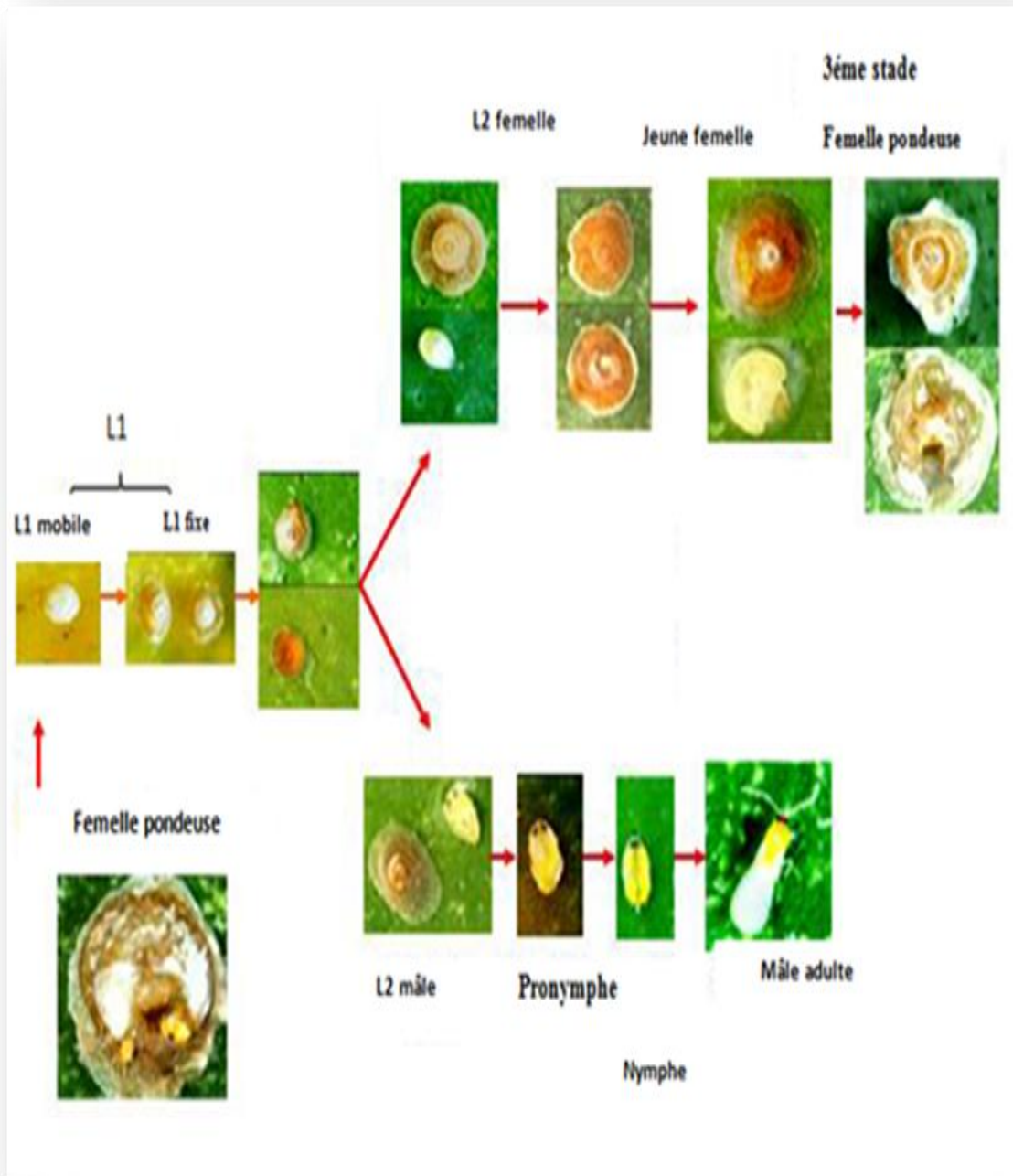


Figure 30 : Schéma de reconnaissance des différents stades de *A. aurantii*. (Pekas, 2010)



Figure 31 : Schéma de reconnaissance des stades biologiques de *C. bifasciata* (Forster *et al*, 1995).

Chapitre IV

Partie I : Ecologie d'*Aonidiella aurantii*

1 - Biologie de *Aonidiella aurantii*

1.1 - Dynamique des populations

❖ Evolution des larves du premier stade

Les larves du premier stade sont constituées par les larves néonates et les larves fixées. L'analyse des résultats reportés dans la (Fig. 32) fait ressortir la présence de trois sommets de populations des larves du premier stade, au cours de l'année 2014. Le premier sommet est noté le mois de mai 2014 avec 49,60% de la population totale de la cochenille. Ce taux provient des femelles adultes de la fin de la saison printanière. Le deuxième sommet est noté vers le mi-août (47,31%) provenant des femelles de la saison estivale. De cette date, on assiste à une régression de la population qui atteint son plus bas niveau le mois d'octobre avec 15,71%. Un dernier sommet est enregistré le mois de novembre avec 29,4% de la population globale.

Ces résultats confirment ceux de Willard (1972) au sud de l'Australie et ceux de Merahi (2002) à Rouiba sur citronnier, qui montrent l'effet négatif des basses températures et d'humidité sur la fécondité de la femelle.

Avec l'adoucissement des températures et le réveil végétatif de la plante, on assiste à une nouvelle évolution de ces larves à partir du mois de mai 2015 avec 48,30% qui coïncide avec l'allure de la courbe d'évolution de larves de l'année précédente. Le dernier sommet est enregistré avec un effectif de 9111 individus correspond aux émissions des larves par les femelles adultes de la saison printanière. De cette date, on remarque une diminution des effectifs de ces larves jusqu'à la fin de nos échantillonnages.

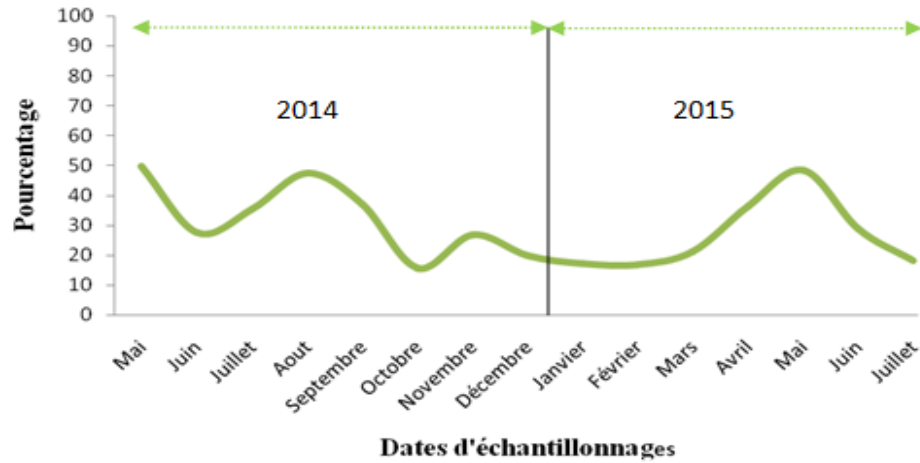


Figure 32 : Fluctuation des larves du premier stade de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

❖ **Evolution des larves du deuxième stade**

L'évolution temporelle des larves du deuxième stade mâles et femelles coïncide avec l'allure des fluctuations des larves néonates (Fig.33). En effet, on enregistre 3 sommets de populations durant l'année 2014. Le premier est enregistré le mois de juin avec 51,52% correspondant à la génération estivale et le second durant le mois d'octobre avec 34,53% et le troisième le mois de décembre avec 33,90%. La population larvaire régresse considérablement jusqu'au mois de janvier (Fig. 34). Au cours de l'année 2015, on retrouve presque la même évolution de ces larves. En effet on enregistre un premier sommet en Mars (28,47%) et un second sommet en juin (45,50%).

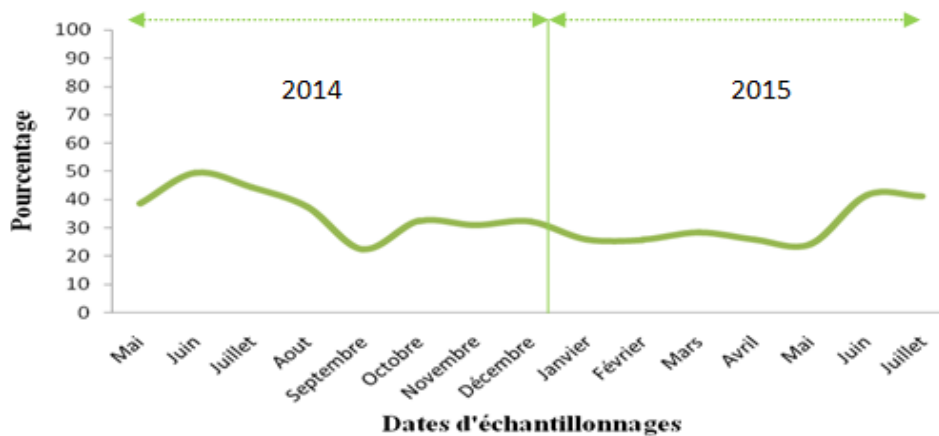


Figure 33 : Fluctuation des larves du deuxième stade de *A.aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

❖ Evolution des stades nymphaux

Les résultats consignés dans la (Fig. 34), montrent que les nymphes et les pronymphes sont présents durant la période de notre échantillonnage mais à des niveaux très faibles comparativement aux autres stades. Ces mêmes observations sont rapportées par Bensaid sur oranger (2010) et Gherbi sur citronnier (2010) à Rouiba. Toutefois, pendant la première année (2014) le premier pic est enregistré le mois de juillet avec 3,12% provenant des larves du deuxième stade larvaire mâle de la saison printanière. Le deuxième pic est enregistré le mois de novembre avec 7,67% suite à la mue des larves du deuxième stade mâle de la saison estivale.

Du moment qu'ils sont dépourvus d'appareil buccal, au cours de l'année 2015, ce taux décroît sensiblement pour afficher 0,55% au mois de janvier suite à la sensibilité des nymphes et pronymphes aux basses températures hivernales. Cette même constatation a été rencontrée par Abderrahmane (1974) sur citronnier en Australie. Pekas (2010) confirme que plusieurs auteurs s'accordent sur l'effet des basses températures sur le développement des stades nymphales du Pou rouge de Californie. A partir du mois de mars, la population des nymphes reprend son évolution pour atteindre un premier sommet de la saison printanière avec 14,01 % en avril et un second sommet le mois de juillet avec 18,53%.

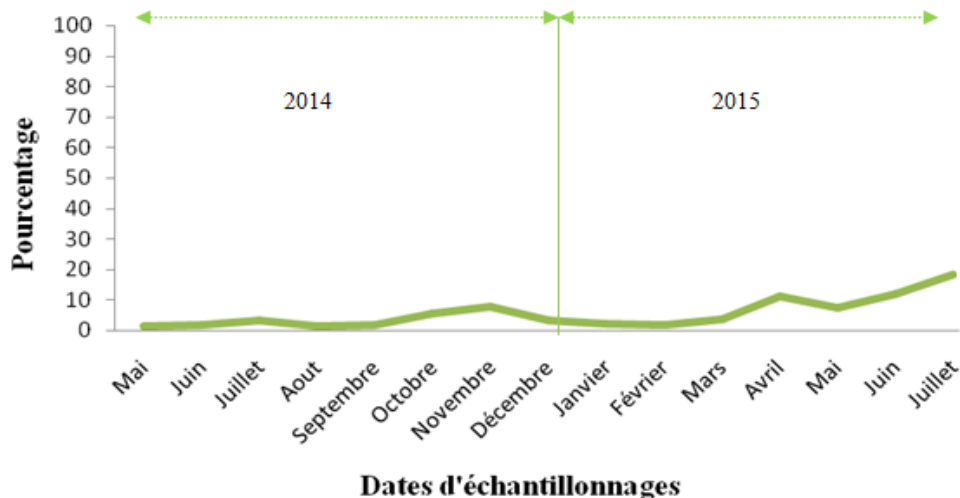


Figure 34 : Fluctuation des stades nymphaux de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

❖ Evolution des femelles

En ce qui concerne les femelles, pour l'année 2014, on enregistre trois pics : le premier est enregistré le mois de juin avec 21,05% issue des larves de la saison printanière, le deuxième le mois d'octobre avec 45,62%, le troisième est enregistré le mois de novembre avec 41,32%. Pour l'année 2015, un sommet coïncide avec la saison hivernale (le mois de janvier) avec 54,56% issue des larves de la même saison (Fig.35). Adda (2006), Gherbi (2006) et Gherbi (2010) sur citronnier à Rouiba ont enregistrés trois périodes d'évolution durant lesquelles, les effectifs des femelles sont élevés et correspondent à la période printanière, automnale et estivale. De même, Bensaid (2010) sur oranger note trois sommets de populations.

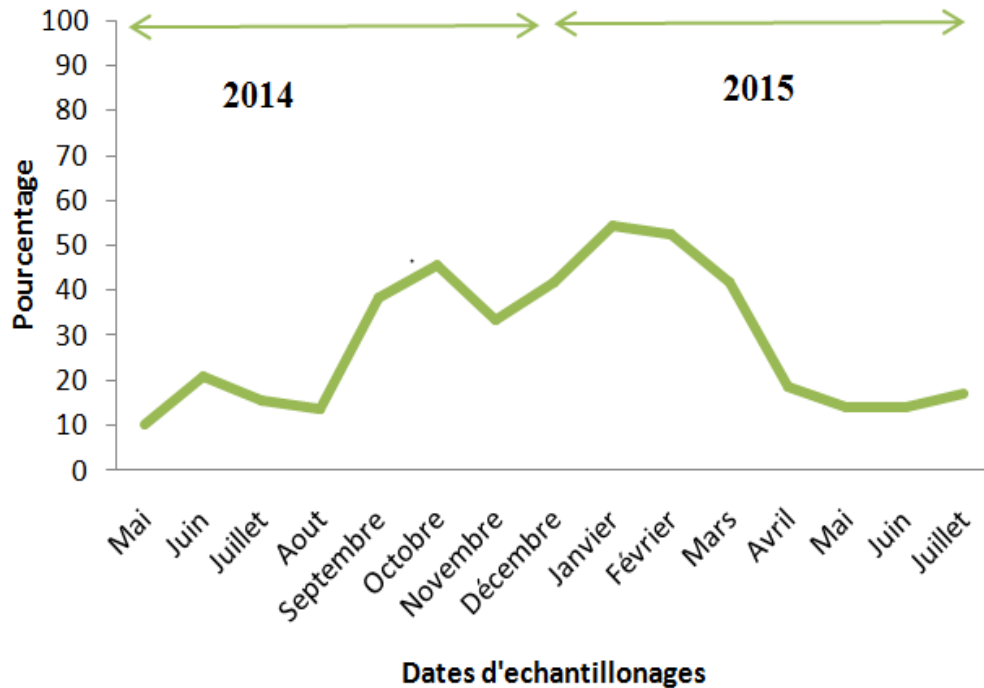


Figure 35 : Fluctuation des femelles de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

❖ **Evolution des mâles adultes**

Pour cette catégorie de population et de même que pour les stades nymphaux, les taux restent très faibles, car ils sont rarement retrouvés sous le pupariums. Les mâles quittent leur bouclier juste pour aller féconder les femelles. On les trouve au début de notre échantillonnage avec une valeur de 0,19% le mois de juin 2014 pour atteindre un pic de 1,41% le mois de juillet. Un second pic est noté le mois de décembre avec 2,88% de la population totale de la cochenille. Pendant l'année 2015, on enregistre un autre pic le mois d'avril avec 7,91% (Fig.36).

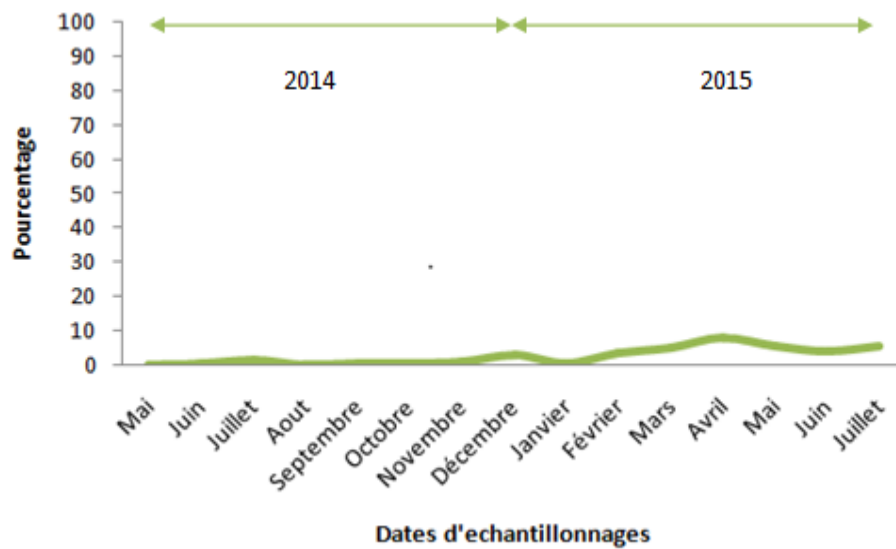


Figure 36 : Fluctuation des mâles de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

❖ **Vols des mâles**

Le vol des mâles coïncide plus au moins avec l'allure des fluctuations des femelles. On en enregistre trois pics. Le premier le mois de juin avec 2041 pupariums vides, le second noté le mois d'aout avec 1642 pupariums vides et le dernier le mois de novembre avec 989.67. Durant l'année 2015, on a enregistré un sommet de 1780 pupariums vides le mois d'avril, représentant les mâles de la saison printanière (Fig. 37). Le vol des mâles en Mitidja les plus remarquables survient quatre fois pendant l'année sur citronnier, un automnal, un hivernal, un printanier et un estival qui est le plus important (Belguendouz, 2014).

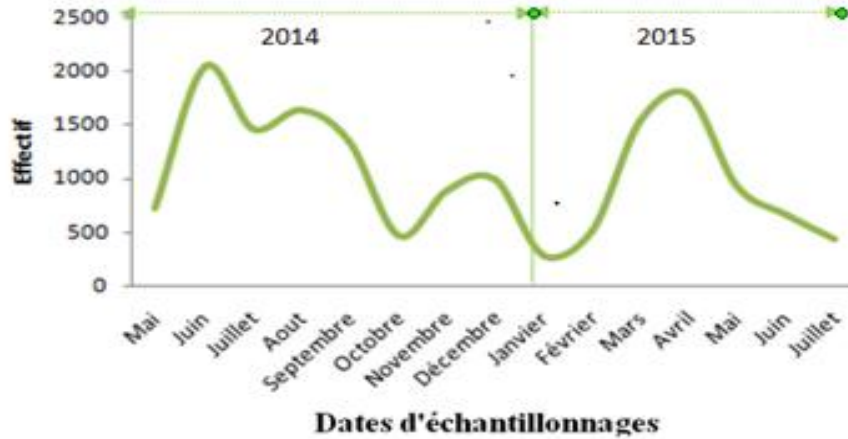


Figure 37 : Nombre de pupariums vides des mâles de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

1.2 - Utilisation de degrés jours

Selon Bodenheimer (1951), Le seuil minimum de développement du Pou de Californie se situerait à 12°C et le développement d’une génération a nécessité une somme de 469°C, d’après Guirrou et al. (2002) L’estimation des degrés jours (°J) a été calculée comme suit :

$$DJE = [(T \text{ max} + T \text{ min}) / 2] - 12$$

Où **T max** et **T min** sont les températures maximale et minimale journalières en °C et 12°C est le seuil zéro de développement.

Tableau 7 : Températures moyennes mensuelles (°C) dans la région de Rouiba et le nombre de degré jour effectif de *A. aurantii*

Mois	T M	DJE	DJE*N
Mai	18	n6	186
Juin	22,4	10,4	312
Juillet	25,1	13,1	406,1
Août	26,6	14,6	452,6
Septembre	2	-10	-300
Octobre	21,3	9,3	288,3
Novembre	17,9	5,9	177
Décembre	12,2	0,2	6,2
Janvier	11	-1	-31
Février	10	-2	-56
Mars	12	0	0
Avril	16	4	120

N : le nombre des jours

$$\Sigma(DJE * N) \div 469 = 1561,2 \div 469 = 3,32 \approx 3.$$

D'après les résultats reportés dans le (Tab.7), on constate pendant notre étude, que le Pou rouge de Californie développe 3 générations selon ces conditions climatiques.

Le nombre de générations de *A. aurantii*, observé dans la région de Rouiba, est le même que celui calculé sur la base du seuil thermique (zéro du développement) et le nombre de degrés-jours effectif (Bodenheimer, 1951). Selon les calculs de cet auteur le seuil thermique de *A. aurantii* est de 12°C et le nombre de degrés-jours effectifs requis pour une génération est de 469 jours. Cela confirme les résultats présentés dans cette étude (Tab.7) qui sont 1561,2 degrés-jours effectifs qui est nécessaire pour les 3 générations.

Conclusion

Les résultats obtenus durant 15 mois sur le citronnier dans la région de Rouiba montrent que *A. aurantii* évolue trois générations annuelles : printanière, estivale, automnale.

La majorité des auteurs s'accordent pour 3 à 5 générations annuelles pour *A.aurantii*. Cette espèce manifeste des variations notables en fonction des conditions climatiques. Comparativement, le Pou rouge de Californie manifeste 3 générations successives au Maroc Dellucchi (1965) pour 5 en Palestine. Les résultats d'El kaoutari *et al.* (2004) notent que dans la région du Tadla au Maroc, le Pou rouge de Californie présente 4 générations dont deux qui se chevauchent en période automnale. En général, le plus grand nombre de génération est observé dans les zones avec les basses humidités et des températures relativement hautes (Bodenheimer, 1951). Selon Asplanato (2000), *A. aurantii* développe 3 générations en Uruguay. Dans le bassin méditerranéen le nombre de génération annuel de *A. aurantii* varie en fonction de la situation géographique des régions. Entre 3 et 5 en Italie (Sicile) (Tumminelli *et al.* 1996) et en Egypt (Habib *et al.* 1972). En Espagne, à Valencia, *A. aurantii* complète trois générations par an. Le premier pic est observé autour de la fin mai, le deuxième à la fin du mois d'aout et le troisième autour de novembre selon les conditions climatiques (Ripollés, 1990; Rodrigo et Garcia-Mari, 1990, 1992; Rodrigo, 1993).

En Algérie, nos résultats rejoignent ceux de Biche *et al.* (2012) sur citronnier dans la région de Rouiba et Belguendouz (2014) dans la région de la Mitidja qui rapportent que *A.aurantii* développe trois générations annuelles : une génération estivale, une autre automnale et une autre printanière. En hiver, il semble y'avoir une génération mais faiblement abondante et variable selon les changements des conditions climatiques d'une année à l'autre.

1.3 - Distribution saisonnière

Les résultats reportés dans le graphe ci-dessous (Fig. 38), montrent qu'*A.aurantii* sur citronnier semble être sous la dépendance de l'état physiologique de la plante et des conditions climatiques régionales qu'offrent les saisons. En effet, Le premier taux coïncide avec la première poussée de sève printanière (35,34%), pour la deuxième poussée de sève estivale le taux est de 44,76%, suivi par deux poussées de sève : automnale et hivernale avec respectivement les taux suivants : 10,48% e 9,42%.

Notons qu'au cours de l'année 2015 ; la population printanière été très importante avec 52,88% et la population estivale été moins importante avec 29,97% par rapport à celle de l'année 2014 à cause de la présence de deux parasitoïdes : *Comperiella bifasciatta* et *Aphytis melinus* qui étaient abondant pendant cette période (Fig.38).

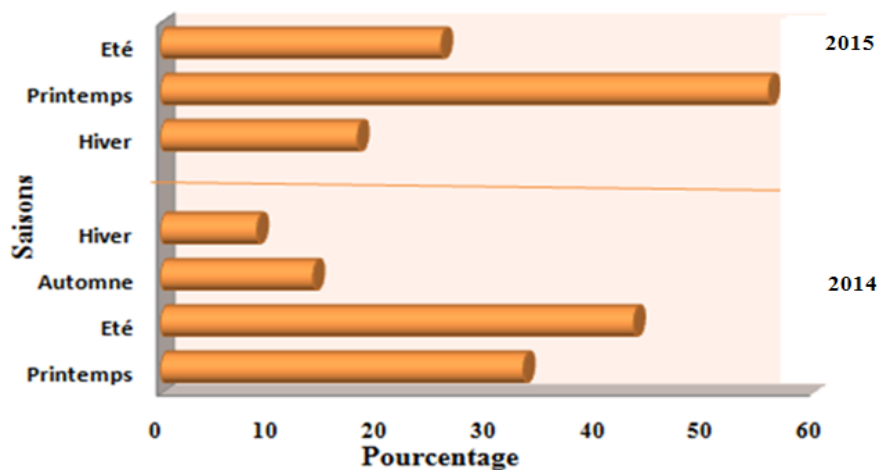


Figure 38 : Abondance saisonnière des populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

1.4 - Répartition cardinale

A la lumière des résultats reportés dans les graphiques ci-dessous (Fig.39 et 40), nous remarquons clairement qu'au cours de l'année 2014, la cochenille affectionne l'orientation Centre avec un pourcentage de 24,33%. L'orientation Est vient en seconde position avec 22,01% suivie de l'Ouest et du Sud avec respectivement 18,72% et 19,07%.

Au cours de l'année 2015, cette diaspine se concentre beaucoup plus dans le sud de l'arbre (25%). Pour le Centre et l'Ouest de l'arbre les taux restent stables avec respectivement 23,94% et 18,96% suivi par l'Est avec 18,33%. Il semble que ces endroits offrent les conditions les plus optimales pour le développement de la diaspine.

Kihal (1992), rapporte que le Pou de Californie envahi plus l'exposition Centre et Nord de l'arbre et fuit les autres orientations ensoleillées qui lui sont défavorables à son développement, notamment pour les jeunes stades. L'étude menée par Biche *et al.* (2011) sur citronnier et oranger à Rouiba montrent que l'orientation Centre reste l'endroit le plus recherché pour la fixation des populations de *A. aurantii*. Les orientations Nord, Est et Ouest demeurent les moins recherchées par la cochenille.

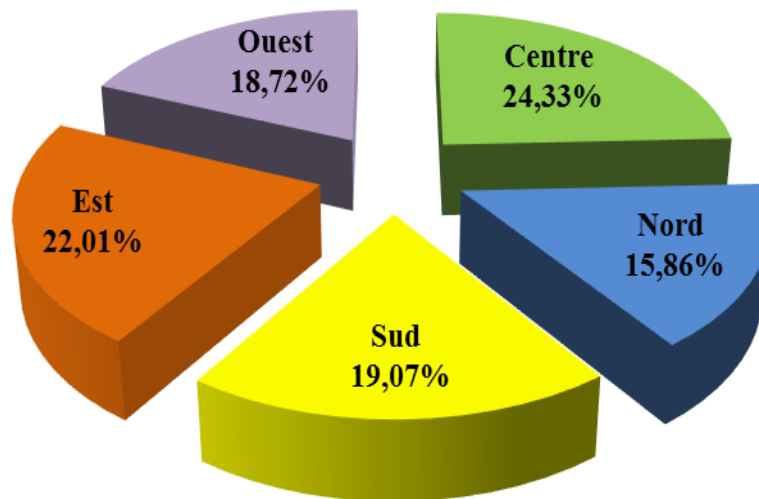


Figure 39 : Distribution cardinale des populations de *Aonidiella aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba pour la période 2014.

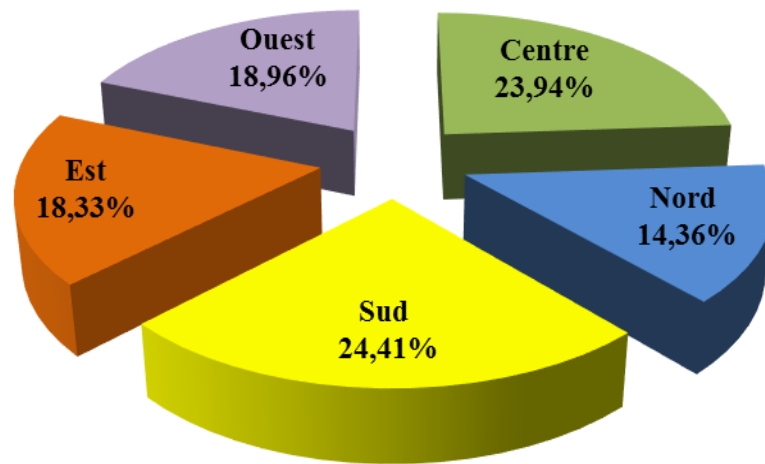


Figure 40 : Distribution cardinale des populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba pour la période 2015.

1.5 - Proportion en fonction de l'organe végétal

Pour mieux comprendre le comportement de la cochenille vis-à-vis des orientations, nous avons reportés les résultats dans la figure suivante (Fig.41).

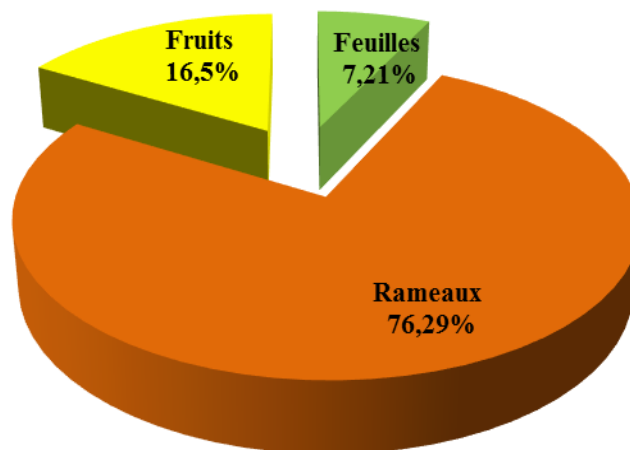


Figure 41 : Répartition spatiale des populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

A la lumière de ces résultats, il apparaît que cette cochenille préfère se localiser sur les rameaux (76,29 %). Ces derniers offrent les meilleures conditions de survie et constitue un réservoir pour le développement de cette diaspine surtout sur les rameaux avec des diamètres importants. Les résultats de Kihal (1992) et Chorfa (1993) s'accordent avec nos résultats mais ces auteurs n'ont pas pris en considération le fruit. D'autre part, Bliss *et al.*, (1931), Carroll (1979), Adda (2006), Gherbi (2006) et Gherbi (2010) notent que le Pou de Californie préfère se localiser sur le fruit suite à l'abondance des éléments nutritifs contenus dans cette partie de l'arbre.

2 - Etude de la fécondité

2.1 - Fécondité globale

Afin de mieux comprendre la biologie d'*A. aurantii* nous avons jugé utile d'étudier sa fécondité tout au long de notre travail. La fécondité est exprimée par le nombre moyen d'œufs pondus par femelle, sur des feuilles, fruits et rameaux. Nous avons consigné nos résultats dans (Tab. 8; Fig.42).

Tableau 8 : Fécondité moyenne mensuelle de *A.aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2014 et 2015.

	Dates	1er stade	Femelles pondeuses	Moyenne
2014	Mai	22621	1263	17,91
	Juin	15099	3385	4,46
	Juillet	18714	1447	12,93
	Aout	21192	1914	11,07
	Septembre	3131	1107	2,83
	Octobre	5197	464	11,20
	Novembre	4346	775	5,61
	Décembre	2384	844	2,82
	Moyenne	92684	11199	8,28
2015	Janvier	1486	391	3,80
	Février	2927	686	4,27
	Mars	7985	1152	6,93
	Avril	15568	1018	15,29
	Mai	16195	2711	5,97
	Juin	7815	1855	4,21
	Juillet	2607	209	12,47
	Moyenne	54583	8022	6,80

D'après le tableau ci-dessus (Tab. 8); on constate que la fécondité moyenne globale durant la période d'étude est de 8,28 larves par femelle durant l'année 2014. Comparativement, elle reste faible au cours de l'année 2015, elle affiche une moyenne de 6,80 larves par femelle.

Concernant les fluctuations de la fécondité, le graphique ci-dessous (Fig.42) montre la présence de trois périodes de ponte pour l'année 2014; la première est enregistrée 04/05/2014 avec une moyenne de 17,91 œufs / femelle; le second en Juillet 2014 avec une moyenne de 12,93 Œufs/ femelle suivi par un dernier pic qui correspond à une moyenne de 11, 59 œufs / femelle en octobre 2014. Par ailleurs ; on note un pic durant le mois d'avril 2015 avec une moyenne de 15,21 œufs / femelle.

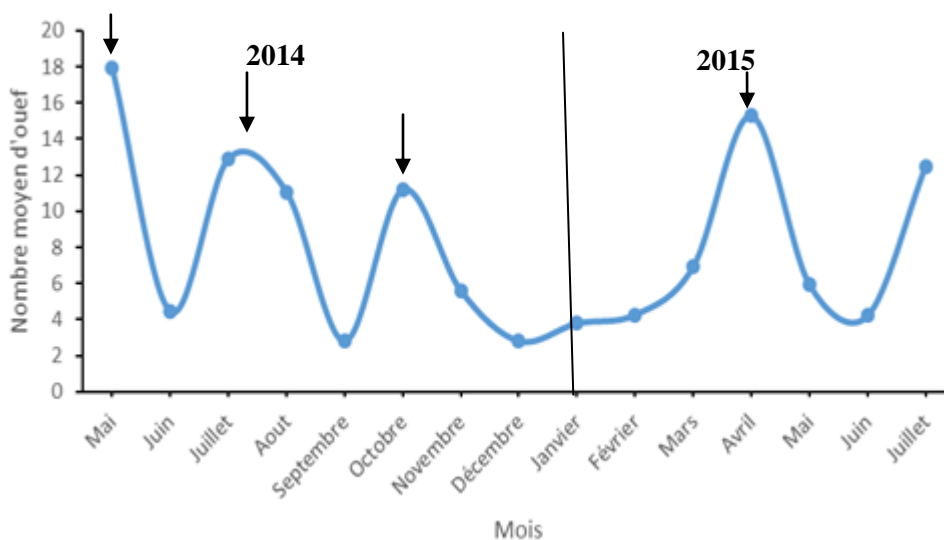


Figure 42 : Fécondité moyenne mensuelle d'*A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

2.2 - Fécondité selon l'organe végétal

La figure ci-dessous (Fig.43) montre que la fécondité moyenne chez *A. aurantii* est plus importante sur les fruits avec une moyenne de (10,22). Comparativement, elle est moins importante sur les rameaux avec une moyenne de (6,73) ainsi que sur les feuilles (4,85).

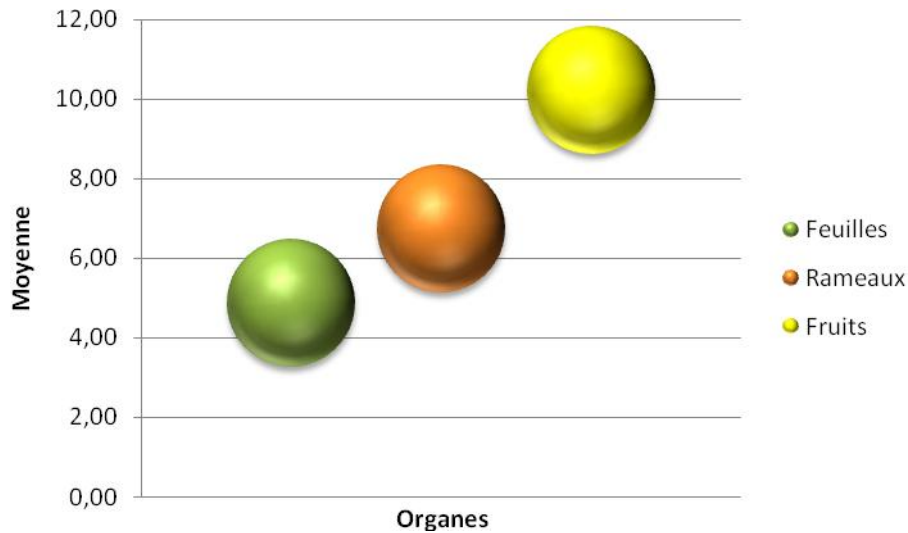


Figure 43 : Fécondité moyenne chez *A. aurantii* en fonction de l'organe sur le citronnier dans la région de Rouiba.

Donc, le fruit offre toutes les conditions favorables pour la multiplication, développement et la ponte des œufs.

Selon Bodenheimer (1951), la fécondité du Pou de Californie sur le citronnier au Moyen-Orient est importante sur les fruits par rapport aux feuilles. Similairement, Carroll et Luck (1984) signalent que le fruit est le meilleur substrat pour le développement d'*A. aurantii*, suivi par les feuilles. Pour ces auteurs, les rameaux constituent un substrat défavorable au développement de cette espèce. Pour plusieurs espèces de cochenilles notamment le Pou de Californie, la fécondité est supérieure lorsque elles se localisent sur les fruits et elle est moindre sur feuilles et rameaux (Willard, 1972 ; Atkinson, 1977; Carroll et Luck, 1984; Hare *et al.*, 1990; Hare et Luck, 1991).

2.3 -Fécondité selon l'exposition cardinale

Les résultats de l'année 2014 (Fig.44 et 45), montre que la fécondité de *A. aurantii* est remarquable au Centre de l'arbre avec 10,52 oeufs. Pour l'année 2015, la fécondité est quelque peu élevée au sud de l'arbre avec une moyenne de 12,11 oeufs. Ces endroits offrent les conditions optimales pour le développement et ainsi à la reproduction de cette diaspine.

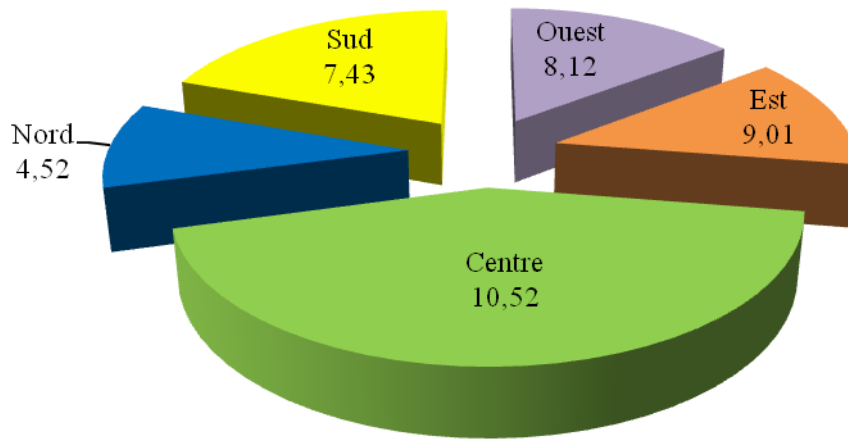


Figure 44 : Distribution cardinale de la fécondité de *A.aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2014.

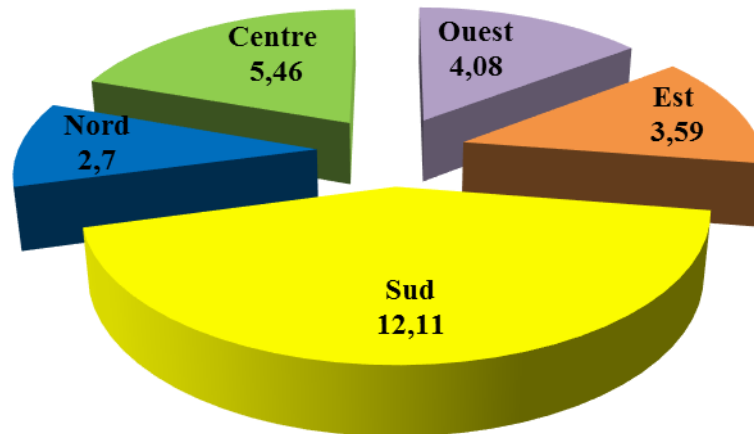


Figure 45 : Distribution cardinale de la fécondité de *A.aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba pour l'année 2015.

2.4 - Fécondité saisonniere

Le graphique ci-dessous (Fig.46), montre effectivement, que le comportement reproducteur de cette diaspine parait très important au printemps avec une moyenne de 17,91 pour les pontes printanières de l'année 2014 et de 5,93 pour les pontes printanières 2015. Les pontes automnale et hivernale, restent les plus faibles pendant toute la durée d'étude. Cet aspect biologique chez *A. aurantii* a été étudié par plusieurs auteurs notamment Nel (1933) à

Valencia (Californie) sur citronnier ;Biss et *al* (1931) en Whittier (Californie),sur citronnier le taux de fécondité est de 72 ,6 % en printemps.

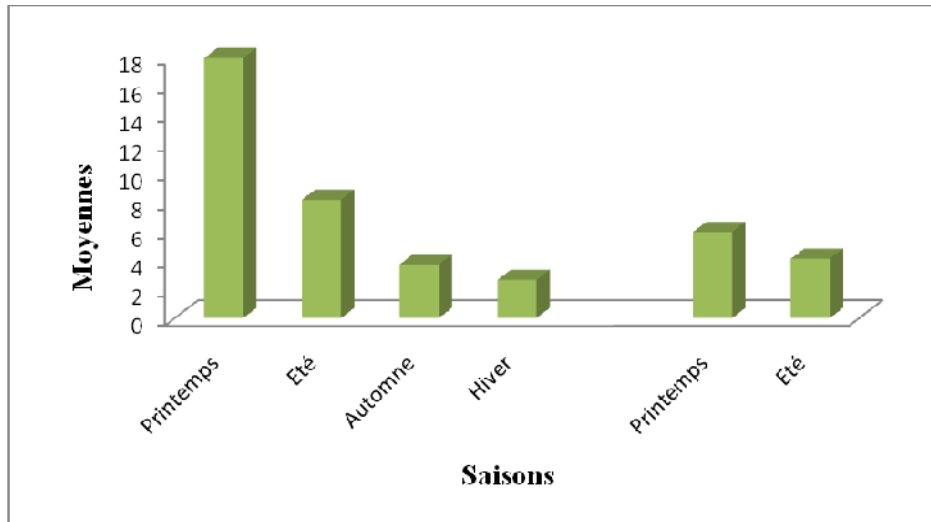


Figure 46 : Fécondité moyenne saisonnière chez *A.aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

3 - Etude de la mortalité

3.1 - Mortalité globale

Pour avoir une idée générale sur la mortalité d'*A. aurantii*, nous avons tracé le graphe de la figure 48. On remarque que la mortalité touche tous les stades de développement de la cochenille, mais avec des degrés plus ou moins importants suivant les périodes de développement. Cette mortalité est vraisemblablement due à la combinaison du froid et de l'hygrométrie qui agissent comme un phénomène osmotique. Comme chez toutes les cochenilles diaspines ces facteurs de mortalités empêchent le passage de ces larves aux stades antérieurs. Cette période est une phase critique pour la survie de l'individu (Biche, 1987).

D'après la (Fig.47), révèle que le taux de mortalité de la population d'*Aonidiella aurantii* reste élevé durant toute notre période d'étude. A la lecture des fluctuations de mortalité nous notons la présence de quatre pics pendant l'année 2014, le premier pic est enregistré en Mai avec un taux 27,25 %, le deuxième en Juillet avec 29,33%, le troisième en Septembre avec un taux de 71,49% et un dernier pic en Décembre avec 43,15%. Pour l'année 2015 le pic enregistré un taux de 36,15% en Avril.

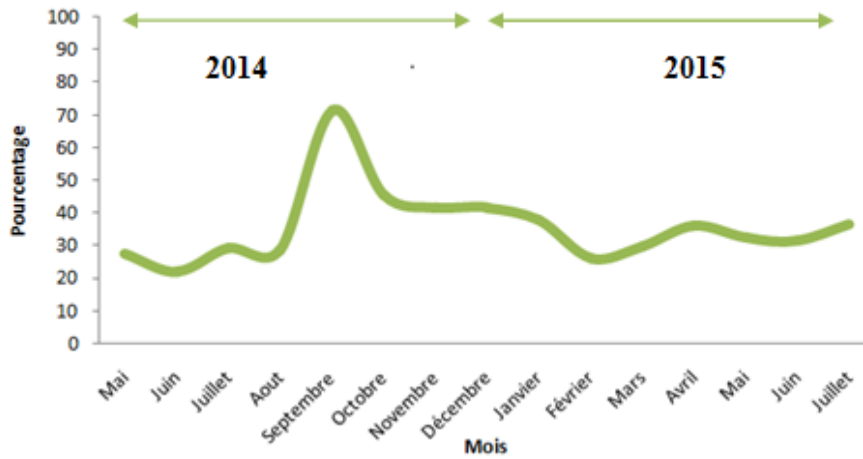


Figure 47 : Fluctuation de la mortalité chez *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

3.2 –Mortalité saisonnière

A la lumière des résultats reportés dans les Tableaux n° (9 et 10) et la figure 48, nous remarquons que le taux le plus élevée est noté en période automnale, il atteint 54,58% pour les larves et 51,06% pour les adultes. Suivi par la saison estivale 2014 ou le taux de mortalité atteint environ 21,27% pour les larves et 31,79% pour les adultes. Le taux de mortalité pour l’année suivante est pratiquement les mêmes que ce soit pour les deux stades de développement de la diaspine et les saisons.

Tableau 9 : Mortalité saisonnière chez les larves et les adultes de *A.aurantii*.

Année	Saisons	Stades larvaires	Stade adulte
2014	Printemps	17,9	37,14
	Eté	21,27	31,79
	Automne	54,58	51,06
2015	Hiver	35,34	34,72
	Printemps	31,39	34,02
	Eté	37,72	30,24

Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans les variations du taux de mortalité. Durant la période automnale, la mortalité est élevée (54,58%) pour les larves et (51,06%) pour les adultes. Elle est suivie par la période estivale est de (37,72%) pour les larves et (30,24%) pour les adultes. Si nous comparons nos résultats avec ceux de Gherbi (2010) rapporte que le taux de mortalité les plus élevés sont notés en novembre avec un pourcentage de 73,78% chez la population larvaire et 55% pour les adultes. Les causes de la mortalité chez les individus de *A. aurantii* sont donc d'ordre climatiques et qui peut être expliqué par la sensibilité des populations notamment les larves qui est un stade sensible et vulnérables aux agressions externes vu l'absence ou la finesse du bouclier et d'ordre physiologique pour les adultes. Les fortes chaleurs de l'été ainsi que l'hygrométrie élevée s'avèrent contrôler les populations de *A.aurantii*

Tableau 10 : Mortalité comparative de *A. aurantii* en fonction des saisons sur citronnier dans la région de Rouiba.

Année	Saisons	M	VM	%
2014	Printemps	9028	55172	16,36
	Eté	49512	205365	24,11
	Automne	38694	70619	54,79
2015	Hiver	20544	41943	49,01
	Printemps	56109	175037	32,06
	Eté	14060	44015	31,94

VM : individus vivants et morts, M : individus morts

Les causes de la mortalité chez les individus de *A. aurantii* sont donc d'ordre climatique et qui peut être expliqué par la sensibilité des populations notamment les larves qui est un stade sensible et vulnérables aux agressions externes du faite de l'absence de leur bouclier protecteur et d'ordre physiologique pour les adultes. Les fortes chaleurs estivales ainsi que l'hygrométrie élevée s'avèrent néfastes pour les populations de *A. aurantii*.

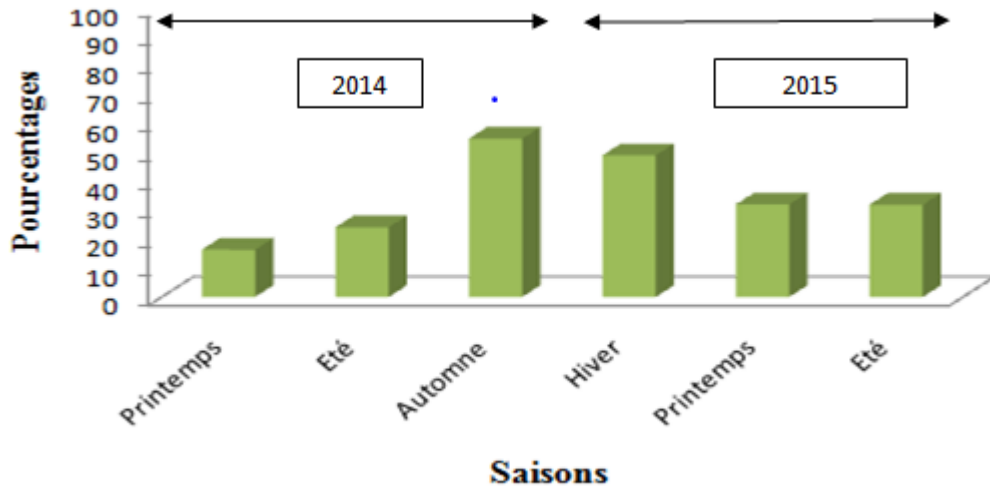


Figure 48 : Mortalité comparative de *Aonidiella aurantii* en fonction des saisons sur le citronnier dans la région de Rouiba.

3.3 - Mortalité cardinale

D'après les résultats reportés dans les graphes (Fig. 49 et 50), nous remarquons que les plus forts taux de mortalité de la population de *A. aurantii* sont élevés au niveau du Sud avec environ 95% au cours de la période d'étude, suivi par l'Ouest, Nord, Est et Centre avec respectivement 67,34%, 32,96%, 30,09 et 24,41% pour l'année 2014 et par le Centre, Est, Nord et l'Ouest avec respectivement 36,74%, 35,15%, 34,07% et 29,74%. Nous pouvons dire que les facteurs climatiques jouent un rôle très important. Les variations de températures et d'humidité relative de l'air créent parfois des microclimats défavorables pour le développement des populations de la cochenille. La mortalité est plus élevée pour l'orientation Sud. Il semble que les conditions de température et d'humidité au niveau de cette direction créent un micro climat défavorable pour le développement de *A. aurantii*. Si nous comparons nos résultats avec ceux de Kihal (1992) sur clémentinier et Gherbi (2009) sur citronnier et oranger, on remarque que pour ces deux auteurs l'Est et Nord sont les orientations favorables pour *A. aurantii*.

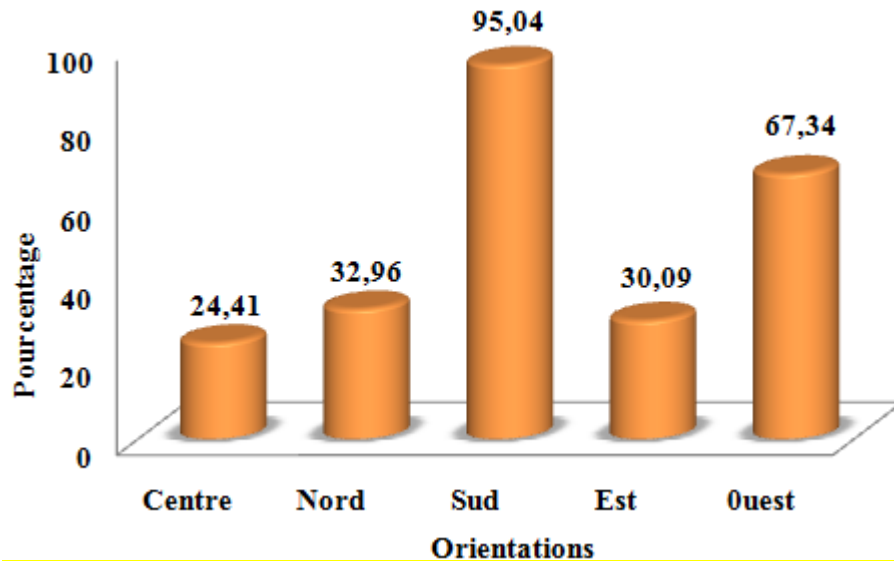


Figure 49 : La mortalité globale des populations de *A. aurantii* selon les orientations sur le citronnier dans la région de Rouïba pour l'année 2014.

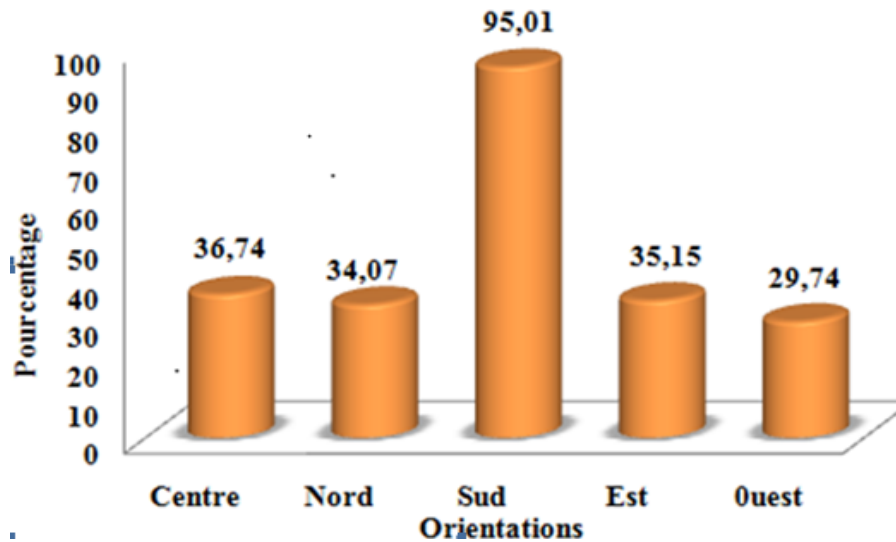


Figure 50 : La mortalité selon les orientations des populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouïba pour l'année 2015.

3.4 - Mortalité spatiale

D'après le graphique (Fig.51), on remarque une différence très nette du taux de mortalité d'*A.aurantii* entre les différents organes du citronnier. En effet, on note un taux de mortalité élevé sur les feuilles (48,26%) représentant ainsi presque la moitié de la mortalité. Elle est par les fruits (39,38%). Les feuilles, notamment la face supérieure demeure la plus exposée aux différentes agressions climatiques (vents, soleil et précipitations). Ces mêmes résultats sont notés par Merahi (2002) et Gherbi (2009).

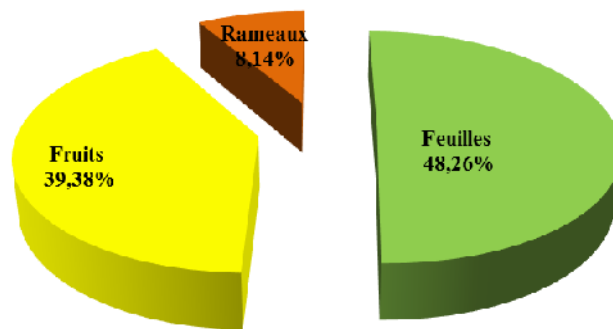


Figure 51 : Mortalité selon l'organe végétal de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

Partie II : Etude du parasitoïde *Comperiella bifasciata*

1 - Dynamique des populations de *Comperiella bifasciata*

C. bifasciata est un endoparasite où la ponte se fait à l'intérieur de son hôte. Ce stade n'est pas visible à la loupe binoculaire.

1.1 - Fluctuation des formes larvaires

1.1.1 - Evolution des jeunes larves

Les larves de *C. bifasciata* sont représentées par les jeunes larves et les larves âgées.

Concernant la fluctuation des jeunes larves pour l'année 2014 ; on remarque qu'au début de nos échantillonnages, le taux de ces dernières avoisine 38,71% de la population totale du parasite. Depuis cette date, on enregistre une évolution graduelle de la ponte en passant par un maximum le 29/06/2014 avec 61,04%. Cette évolution de cette population est le résultat de la ponte du mois de mai. Par la suite, la population des jeunes larves va subir une régression progressive et atteint son plus bas niveau la fin du mois de juillet. Un nouveau est ensuite remarqué par deux pics respectueusement le 19/09/2014 avec 26,32% et le 10/10/2014 avec 30,41%. Cette population des jeunes larves va disparaître ensuite durant toute la période hivernale. Une nouvelle évolution est ensuite notée le 17/05/2015 avec 58,33% et une autre également observé le 04/06/2015. Par la suite, les jeunes larves du parasitoïde vont subir une diminution (Fig.52).

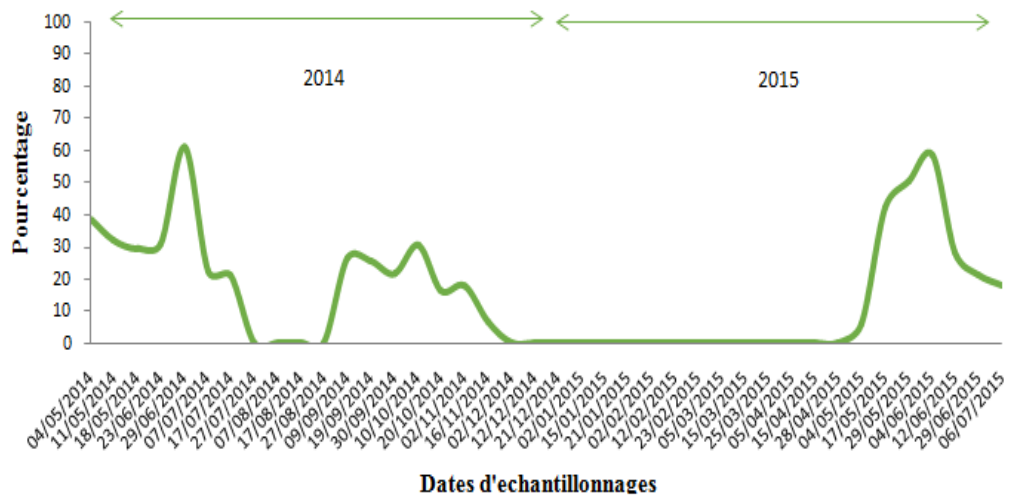


Figure 52 : Evolution des jeunes larves de *C. bifasciata* dans les populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba

1.1.2 - Evolution des larves âgées

Concernant les proportions de ces larves âgées vont subir des fluctuations (Fig.53), le premier sommet est noté le 23 juin 2014 avec 34,17% de la population totale du parasite, le deuxième sommet est enregistré le 17/07/2014 avec 35,38% on remarque une régression de ces larves où elles atteignent leur plus faible taux le 17/08/2014, un troisième sommet est également noté le 19 /09/2014 avec 23,26% et le dernier sommet est observé avec 47,89%. Ces chiffres sont le résultat de l'évolution des jeunes larves durant cette même période. A partir de cette date, les proportions de ces larves âgées vont subir des fluctuations pendant la période hivernale 2015. Dès le début du mois de Janvier avec l'évolution des jeunes larves durant cette période, un nouveau sommet est noté 21/01/2015 soit 38,82% de la population totale du parasite. Un autre sommet est noté le 05/03/2015 avec 35,54%. Une nouvelle reprise est remarquée par la suite dès la première décade du mois de juin soit le 29/06/2015.

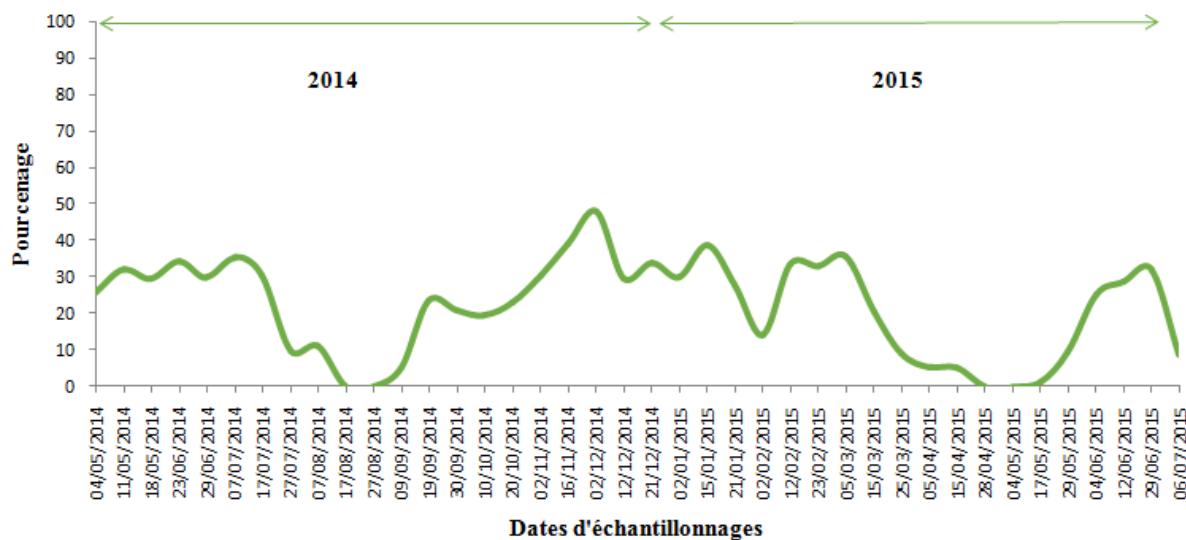


Figure 53 : Evolution des larves âgées de *C. bifasciata* dans les populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba

1.2 - Evolution des formes nymphales

Nos résultats montrent que les nymphes du parasitoïde, sont le stade le plus fréquent et le plus important par rapport aux autres pendant toute la période d'étude et le taux le plus important à été enregistré en période estivale et printanière pendant la période d'étude (Fig.54). Toutefois, le mois d'Aout 2014 affiche leur plus fort taux le 07/08/2014 avec 88,89% de la population totale du parasite et le mois d'Avril de l'année suivante avec 91,49% le 05/04/2015. Cette évolution est le résultat du passage des larves âgées vers le stade

nymphal qui représente le stade hivernal de cet parasitoïde. Durant l'hiver, Benassy (1974) indique que *C.bifasciata* se retrouve au stade rapportent que *Comperiella* hiverne au stade larve âgée.

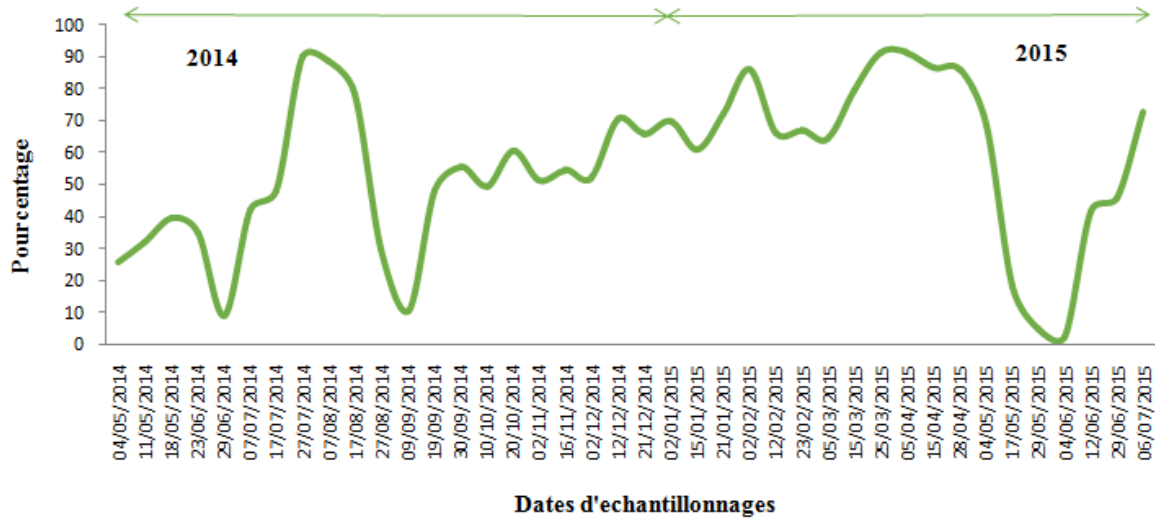


Figure 54 : Evolution des formes nymphales de *C.bifasciata* dans les populations de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

1.3 - Evolution des adultes

Lors du comptage, on note une présence remarquable des individus adultes de *C.bifasciata* dans les populations de la cochenille. On note trois périodes d'apparition des adultes : l'une estivale avec le 27/08 /2014 57,29 % et la seconde automnale (e 16/11/2014) avec 50,70% et la troisième printanière le 17 /05/2015 avec 35,51% (Fig. 55).

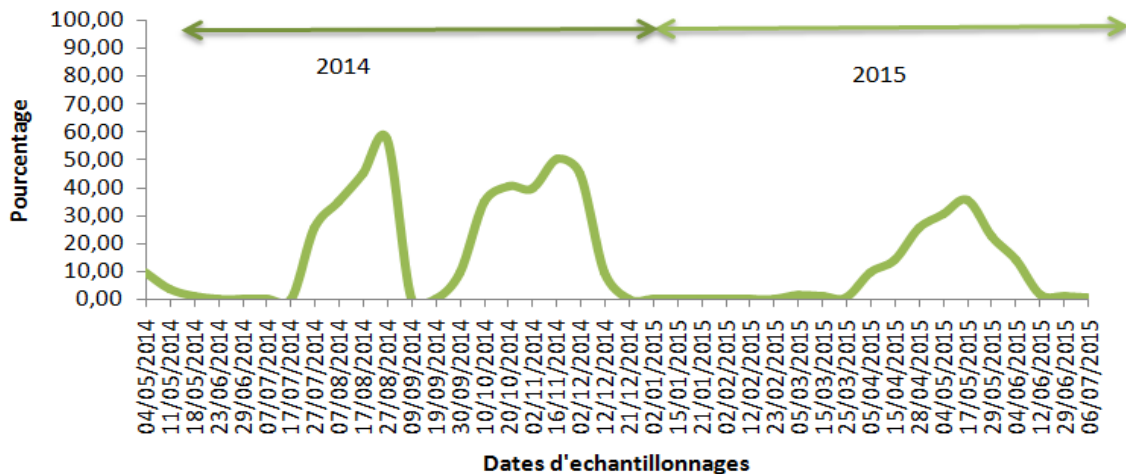


Figure 55 : Evolution des adultes de *C.bifasciata* dans les population de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

Selon Sorribas (2011), les adultes de *C.bifasciata* se reproduisent en densité en raison du stockage des protéines dans leurs corps pendant leur alimentation.

Conclusion

Les résultats obtenus dans la dynamique des populations de *C.bifasciata* dans la région de Rouiba durant 15 mois d'étude sur le citronnier, nous a montré l'existence de trois générations annuelles en synchronisation avec le nombre de génération de son hôte. Les mêmes résultats ont été rapportés par Benassy et Bianchi (1974) sur le citronnier dans les Alpes maritimes (France) où le parasite développe également trois générations au cours des trois générations du Pou rouge de Californie. Il est à noter l'absence du stade œuf, en raison que *C.bifasciata* est un endoparasite, les œufs sont à l'intérieur du corps de la femelle et en deuxième raison est expliquée par le phénomène immunologique d'encapsulation exercé par l'hôte Dao Thi Hang (2012). En revanche, *C.bifasciata* est capable de parasiter jusqu'à 80% des femelles adultes sans encapsulation significative (Smith et al. 1997).

Selon Brewer (1971) et Dao Thi Hang (2012); l'encapsulation est un processus de défense du corps des cochenilles femelles contre les organismes étrangers tels que les endoparasitoïdes, ces derniers sont soumis aux réponses immunologiques de leur hôte. Ceci réduit considérablement l'action du parasitisme où *Comperiella* n'arrive à percer le bouclier et le corps de la cochenille.

L'hivernation de *C. bifasciata* est le stade nymphal, mais Benassy et Bianchi (1974), rapportent que *Comperiella* hiverne au stade larve âgée.

2 - Incidence parasitaire

2.1 - Incidence globale

Les résultats obtenus durant toute la période d'étude, montrent que l'incidence globale du parasitisme est de 33,68 % (Tab. 11). L'examen des résultats montre une synchronisation entre le ravageur et son parasite. Contrairement à Benassy (1974) qui indique que le développement de *C.bifasciata* s'effectue indépendamment de la densité de l'hôte disponible.

L'impact du parasite sur *A. aurantii* est important durant toute notre période d'étude. En effet, on remarque un accroissement des taux de parasitisme au cours du temps. Le premier sommet est noté le mois de juillet 2014 avec 30,36 %. Le deuxième est observé le mois de novembre avec 43,80%, le troisième et le dernier le mois de juillet 2015 où on a enregistré un sommet de 66,23% (Fig.56).

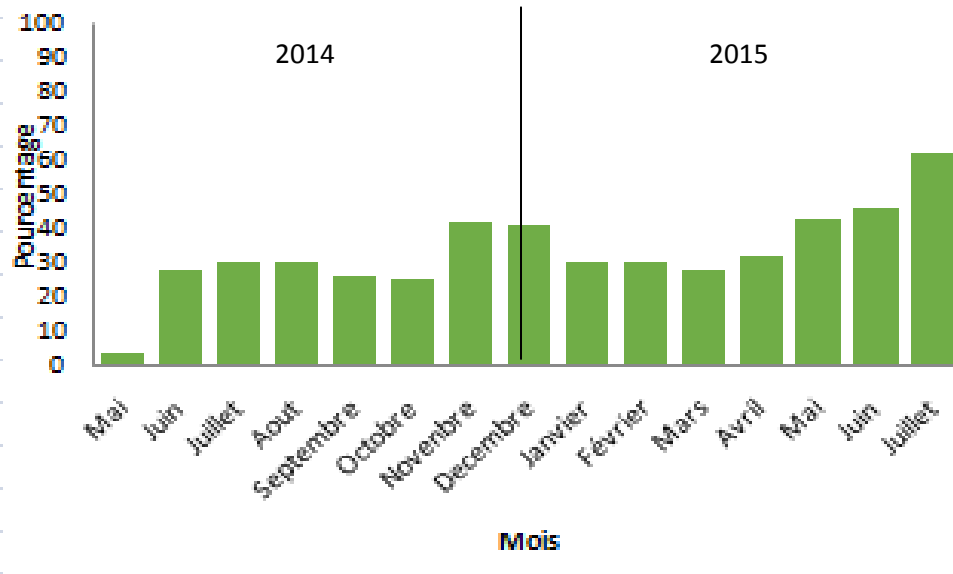


Figure 56 : Incidence globale de *C.bifasciata* dans les populations adultes de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

Smith (1957) indique que la plante hôte à une influence indirecte sur l'incidence de *C.bifasciata*, sa taille, sa longévité, le sex ratio et sa mortalité.

2.2 - Incidence comparée

Les résultats portant sur l'incidence comparée du parasitoïde sur les populations femelles et mâles de *A.aurantii* sur le citronnier sont consignés dans le tableau n°11 et illustrés par la (Fig. 57).

- sur la lignée femelle

Les résultats reportés dans le tableau 11 et la figure 57 et 58 montrent que le taux de parasitisme sur les femelles est plus important par rapport aux mâles. Il est de 26,52% sur les femelles et de 7,16% sur les mâles. Ceci peut être expliqué par le fait que les femelles qui s'alimentent pendant tout leur cycle biologique offre au parasitoïde les conditions nutritionnelles pour un meilleur développement.

Abassi (1973) a remarqué également un sur-parasitisme sur la femelle de *A. aurantii*, les femelles pondent plus d'un œuf par hôte au cours d'un seul hôte visité; en revanche ce comportement évite l'encapsulation de l'hôte et émergent avec succès. Cette étude a été soutenue par (Blumberg and Luck 1990 ; Rosenheim et Hongkham 1996) en Californie sur citronnier in Sorribas (2011). Richardson (1978) et Forster *et al.* (1995) ainsi que Sorribas (2011) confirment que *C. bifasciata* est prédominant sur les femelles adultes. En effet, ceci est aussi confirmé par Smith *et al.* (1997) en Australie qui rapportent un taux de parasitisme de 80% sur les femelles adultes de *A. aurantii* par *C. bifasciata*. Brewer (1971) au sud d'Australie à observer 59% à 85% du parasitisme.

En résumé, nous remarquons que le parasite reste constant dans les populations femelles durant toute la période d'étude avec des fluctuations qui passent par plusieurs pics : correspond aux générations suivantes :

- Estivale avec 26,28 % le mois de juin 2014.
- Automnale avec 37,7% le mois de novembre 2014.
- Printanière avec un pic de 35% enregistré le mois de mois 2015.

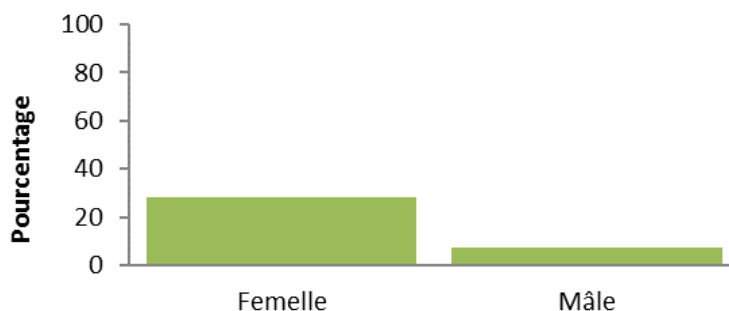


Figure 57 : Incidence comparée de *C. bifasciata* dans les populations adultes de *A. aurantii* sur citronnier dans la région de Rouiba.

Tableau n° 11 : Incidence comparée de *C. bifasciata* sur les populations femelles et mâles d'*Aonidiella aurantii* sur citronnier dans la région de Rouiba.

Individus	VMP	P	%	Incidence comparée
Femelle	228948	73099	31,93	26,52
Mâle	46644	19722	42,28	7,16
Total	275592	92821	35,46	33,68

VMP : individus vivants morts et parasités, P : individus parasités,
% : pourcentage d'individus parasités.

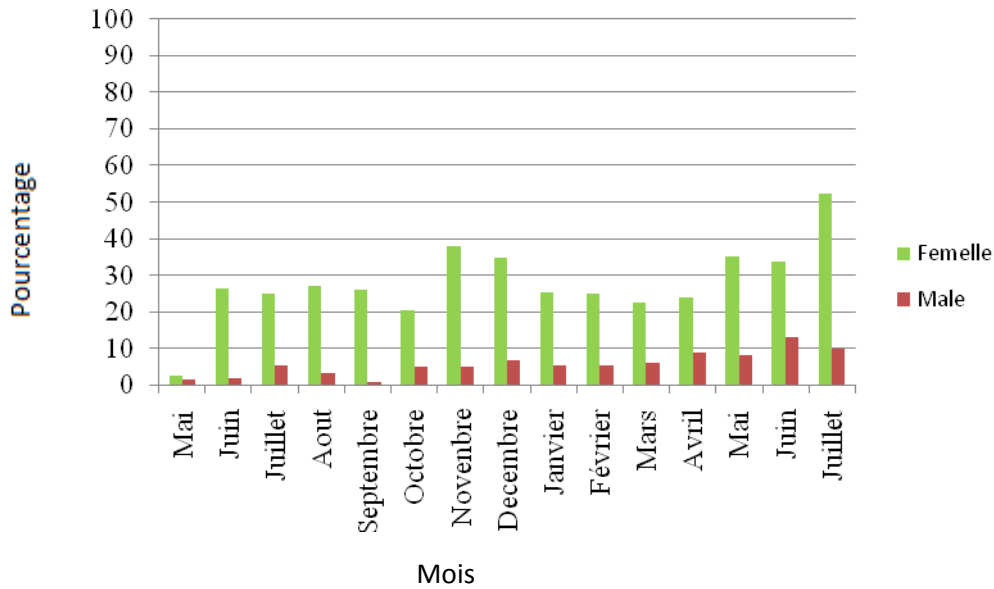


Figure 58 : Incidence parasitaire de *C. bifasciata* dans les populations femelles et mâle de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

- sur la lignée mâle

Le taux de parasitisme chez la lignée mâle reste faible par rapport à celui des femelles avec 7,16% (Fig.57 et 58). Vraisemblablement les stades mâles n’offrent pas les conditions nutritionnelles optimales pour un meilleur développement du parasitoïde car ces derniers ne s’alimentent plus lors de la nymphose pour devenir adultes.

Conclusion

En conclusion, on peut déduire que le stade réceptif de *A. aurantii* est la femelle, qui offre les conditions nutritionnelles favorables au développement du parasite. Le taux du parasitisme est faible chez le mâle. Ces résultats concordent avec ceux de (Richardson 1978, Forster et al. 1995) sur citronnier en Californie. (Sorribas, 2011) sur citronnier en Espagne Le parasitisme de *C. bifasciata* est particulièrement important sur les femelles adultes de *A. aurantii*, un stade non parasité par *Aphytis*.

2.3 - Le nombre des pupariums et boucliers troués

Les boucliers troués de l'hôte correspondent à la sortie des adultes de *C.bifasciata* et qui révèlent la présence du parasitoïde. Pendant la période d'étude, nous avons constaté la présence d'un très grand nombre de boucliers et pupariums troués. Toutefois, nous avons enregistré trois sommets : 521 boucliers et pupariums troués en juillet 2014, 785 le mois de juillet 2014 et 990 boucliers et pupariums troués le mois d'avril 2015.

2.4 – Incidence saisonnière

Nous avons reporté dans le (Tab.12) et la (Fig.59), les résultats du taux parasitaire de *C.bifasciata* selon les saisons. A la lumière de ces résultats, on remarque que le taux de parasitisme est plus ou moins égal pendant les quatre saisons.

Tableau 12 : Incidence saisonnière de *C. bifasciata* sur *A. aurantii* sur citronnier dans la région de Rouiba.

Total	VMP	P	%
Printemps	97849	29260	29,90
Eté	85453	31142	36,44
Automne	42791	14948	34,93
Hiver	49499	17471	35,30
Total	275592	92821	33,68

Cet endoparasite s'adapte bien dans des fortes conditions de températures et du froid (Forester et *al.* 1995).

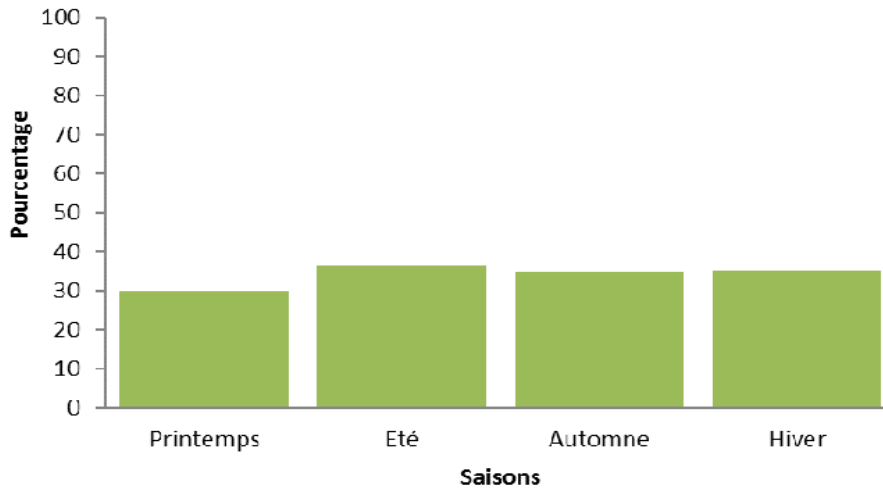


Figure 59 : Incidence saisonnière de *C. bifasciata* dans les populations adultes de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

2.5 - Incidence suivant l'organe végétal

D'après les résultats obtenus (Tab.13 et Fig.60), il ressort que l'incidence parasitaire est plus importante sur les rameaux que sur les fruits et les feuilles. Le parasitisme de *C. bifasciata* vis-à-vis *A. aurantii* reste en fonction de la densité de cette diaspine. En effet, La préférence de *C. bifasciata* d'attaquer la cochenille sur les rameaux est pour plusieurs raisons la plantes hôte influent indirectement sur la taille, la longévité, le sex-ratio, et la mortalité des *Comperiella bifasciata* (Smith 1957).

Tableau 13 : Taux de parasitisme chez les mâles et les femelles de *A. aurantii* en fonction de l'organe végétal.

Organes	VMP	P	%
Feuille	32770	12564	38,34
Rameau	192160	94888	49,38
Fruit	50662	13379	26,41
Total	275592	92821	33,68

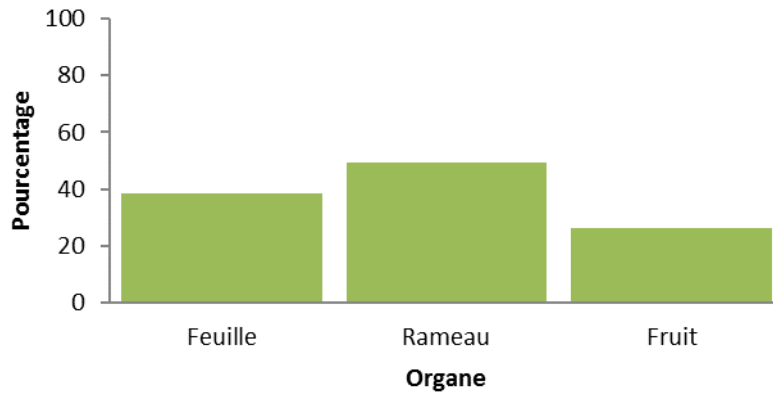


Figure 60 : Taux de parasitisme en fonction de l'organe végétal chez les mâles et les femelles de *A. aurantii* sur le citronnier dans la région de Rouiba.

2.6 – Incidence spatiale

Les résultats obtenus voir (Tab.14 et Fig.61), montre que *C.bifasciata* recherche les individus fixés au centre de l'arbre avec un taux de parasitisme de 39,76 %. Ce taux de parasitisme est en relation directe avec la densité de la cochenille Tableau n°14. Sur les autres orientations, le taux de parasitisme est plus ou moins égal et qui varie entre 31,45% et 36,91 %.

Tableau 14 : Taux de parasitisme global de *C. bifasciata* dans les populations de *A. aurantii* suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015.

Orientations	VMP	P	%
Nord	50204	12070	24,04
Sud	52051	16369	31,45
Est	55347	20429	36,91
Ouest	50374	17070	33,89
Centre	67616	26883	39,76
Total	275592	92821	33,68

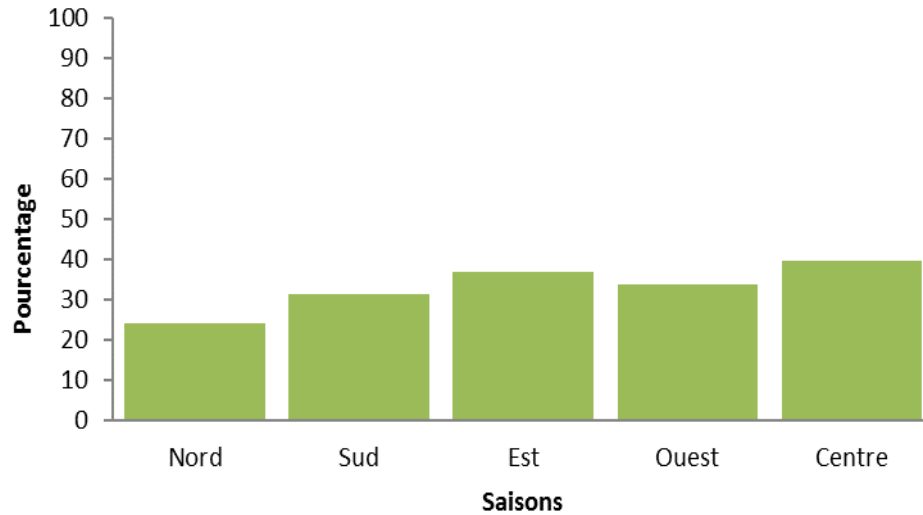


Figure 61 : Taux de parasitisme global de *C. bifasciata* dans les populations de *A. aurantii* suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015.

Conclusion

C. bifasciata semble préférer le centre de l'arbre, là où la cochenille hôte est abondante vu les conditions idéales qui influent sur la distribution. Bien que sur les autres orientations le taux de parasitisme est également acceptable.

3 - Relation parasitisme - Mortalité naturelle du Pou de Californie

Le tableau ci-dessous (Tab.15) reporte les pourcentages de la mortalité de *A. aurantii* durant toute notre période d'étude et l'effet du parasitoïde sur la cochenille.

Tableau 15 : Evaluation : Effet du parasitoïde-Mortalité naturelle du Pou de Californie.

2014		2015	
Individus	%	Individus	%
Vivant	47,52	Vivant	44,87
Mort	20,15	Mort	21,55
Parasités	32,46	Parasités	33,56

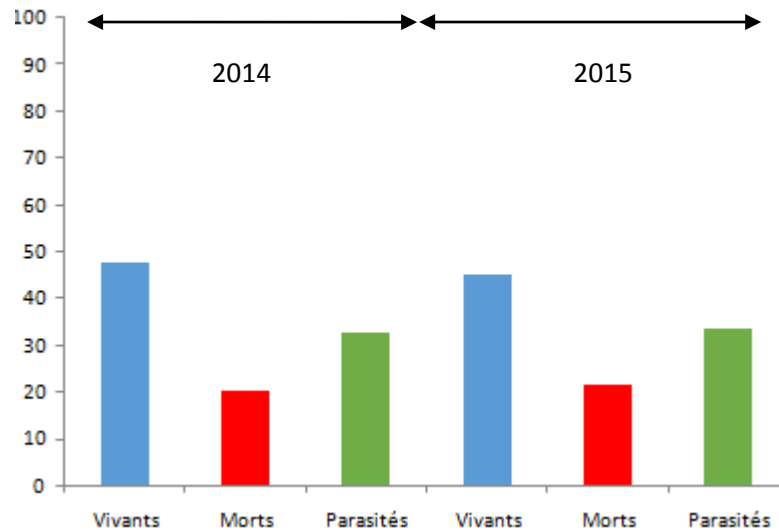


Figure 62 : Variation de la mortalité naturelle et effet du parasitisme du Pou de Californie sur le citronnier dans la région de Rouïba.

La moyenne annuelle de la mortalité du Pou de Californie est environ 20,15% pour l'année 2014 et de 21,55 % pour l'année 2015. Par contre, Le parasitisme global atteint un maximum un taux de 32,46 % pour l'année 2014 (Tab.15; Fig.62), en revanche le taux de parasitisme en 2015 est de 33,56%.

Après avoir découvert de l'hôte, la femelle de *C.bifasciata* l'examine soigneusement en explorant par des vibrations d'antennes à la fois la partie centrale du bouclier et la bordure de celui-ci (Abbassi, 1980). Selon Yu *et al* (1990) et Forester *et al.*, (1995), *C.bifasciata* peut parasiter les différents stades du Pou rouge de Californie mais il préfère le stade adulte de la cochenille qui lui procure les conditions nutritionnelles favorables pour son développement optimal. En effet, selon Sorribas (2011) le parasitisme de *C. bifasciata* est particulièrement important sur les -femelles matures de *A. aurantii*.

Le graphe ci-dessus montre que *C. bifasciata*. a réduit plus du tiers de la population de de *A. aurantii* qui a raté *A .melinus* dans notre région d'étude alors qu'il obtient de bons résultats en Italie, au Maroc et en France (Chance *et al.* 1992). Selon Prinsloo (1996) confirme que *C.bifasciata* est l'ennemi naturel important de *A. aurantii* dans le monde entier. Ce parasite est responsable du contrôle biologique réussi observé Sorribas (2011).

4 - La combinaison biologique entre le *C. bifasciata* et *Aphytis melinus*

Le contrôle biologique d'*Aonidiella aurantii* dans notre verger d'étude, sur citronnier et assuré par un complexe endo-ecto parasitaire représenté respectivement par *C. bifasciata* et *A. melinus*. Ces deux parasitoïdes ont une action complémentaire, presque la moitié de la population de *A. aurantii* avec une dominance du *C. bifasciata* (33,68%) (Tab.11). Voir graphe ci-dessous (Fig.63).

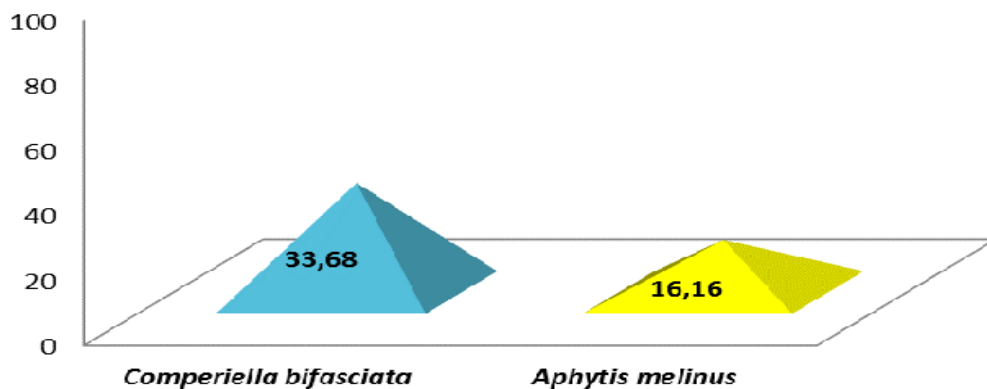


Figure 63 : Pourcentage d'abondance des parasitoïdes du Pou de Californie sur le citronnier dans la région de Rouiba.

La stratégie de gestion du Pou rouge en Californie en 2004 avait évolué en un programme périodique de libération de ces parasitoïdes dans les vergers où ces derniers fournissent un contrôle biologique satisfaisant des populations de *A. aurantii* (<http://www.faculty.ucr.edu/~legnerref/biotact/ch-16.htm>). La contribution du *C. bifasciata* à la lutte biologique présente un succès contre *A. aurantii* a été rapporté dans les zones d'agrumes de la Californie, de France, d'Afrique du Sud, de Palestine, de Syrie, de Turquie, du Maroc et d'Italie (DeBach, 1948; Bénassy et Bianchi, 1974 ; Bedford et Grobler, 1981; Viggiani, 1988; Sengonca *et al.* 1998; Guirrou *et al.*, 2003; Siscaro *et al.*, 2008 in Sorribas, 2011).

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Notre ébauche de recherche est un apport complémentaire aux études faites préalablement sur les ravageurs des agrumes. En effet, l'agrumiculture fait face à une attaque d'un nombre très important de ravageurs, les insectes en générale et les cochenilles diaspines en particulier contribuent d'une façon non négligeable à la dépréciation du fruit et la baisse du rendement.

Le Pou de Californie *A. aurantii*, constitue actuellement pour les *Citrus*, le ravageur le plus redouté et le plus difficile à combattre par les moyens de lutte dont on dispose. Les résultats actuellement obtenus, par la lutte biologique contre les cochenilles sont très encourageants et satisfaisants. Ils répondent aux attentes des agriculteurs et à l'environnement. Un cortège parasitaire, était trouvé associé à cette diaspine notamment *Comperiella bifasciata* l'endo-parasitoïde qui fait l'objet de notre étude.

Compte tenu de l'importance économique due a la présence de *A.aurantii* dans les verger citricole de la Mitidja, on voie l'incidence directe des caractères biologiques de cette espèce a la base de toute organisation rationnelle de méthodes de lutte. A partir de la nous avons cherché à découvrir le mode de vie, la répartition et les organes attaqués par cette diaspine.

Sous les conditions naturelles de notre région d'étude, *A.aurantii* développe trois générations annuelles : une printanière, une estivale et une autre automnale. La période hivernale impose un ralentissement d'émission larvaire suite à des bases températures et à l'humidité qui entravent la fécondité chez la femelle.

Le Pou de Californie recherche les endroits protégés à l'abri des fortes températures en évitant les directions les plus défavorables, en s'abritant au centre de l'arbre. Il apparaît aussi

que cette diaspine se développe préférentiellement sur le rameau qui constitue un réservoir de fixation pour cette cochenille.

La ponte de *A. aurantii* présente trois périodes : une ponte en printemps, une estivale et une automnale. La plus forte fécondité est enregistrée durant le printemps. Les conditions climatiques saisonnières constituent également un facteur régulateur de l'évolution de la fécondité de cette diaspine, de plus le taux de fécondité de *A. aurantii* est important au niveau du Centre de l'arbre et sur les fruits. Ces endroits offrent les conditions optimales pour le développement et ainsi à la reproduction de cette diaspine.

La mortalité atteint tous les stades de développement du Pou de Californie, les causes sont d'ordres climatiques pour les stades larvaires qui sont dû à L'absence et de la finesse de leurs boucliers protecteurs et physiologiques liées aux femelles adultes qui se dessèchent et meurent après avoir effectuée leur ponte. Les prédateurs et parasitoïdes induisent également la mortalité de cette diaspine.

L'étude menée sur *C.bifasciata*, nous a permis de préciser l'action parasitaire sur les populations du Pou de Californie, qui tient une place prépondérante, en raison du rôle régulateur qui peut jouer vis-à-vis des populations de la cochenille au sein du verger.

L'étude de la dynamique des populations de *C.bifasciata* dans la région de Rouiba durant les 15 mois d'étude, montre l'existence de trois générations en synchronisation avec le nombre de génération de la cochenille hôte. L'hivernation de *C. bifasciata* s'effectue au stade nymphal. On constate la présence du parasite durant toutes les saisons de l'année. Cet endoparasite s'adapte bien dans les conditions fortes de températures et du froid. Le stade réceptif de *A. aurantii* est la femelle, qui offre les conditions nutritionnelles favorables au parasite.

Cette étude est établie dans le but d'apporter un complément d'information aux problèmes de la pullulation du ravageur pour une éventuelle prise en charge raisonnée de méthodes de lutte intégrée dans de bonnes conditions et chercher à développer l'efficacité des auxiliaires, mais ces résultats ne peuvent être définitifs. Ils ont été déduits d'expérimentations dans un laps de temps très court. Le but recherché était d'avoir une idée sur le développement de *C. bifasciata* avant d'entamer une étude plus poussée sur les relations biotiques et abiotiques avec le maximum de répétitions donnant une plus grande précision sur l'évolution du parasitoïde en relation avec son hôte.

C. bifasciata contribue considérablement dans la limitation des populations de *A. aurantii* et joue un rôle majeur dans la régulation de la population du Pou de Californie.

Enfin cette présente étude, nous a permis d'envisager des possibilités futures pour l'approfondissement de nos connaissances sur le contrôle biologique naturel de *A. aurantii* par la combinaison de ces micro-hyménoptères présents dans nos vergers agrumicoles algériens.

*Références
Bibliographiques*

Références bibliographiques

Abbassi M., 1973 - Etudes préliminaires sur *Comperiella bifasciata* how : (hymenoptera : encyrtidae) parasite endophage du Pou de Californie (*Aonidiella aurantii*). Ed Al- awamia, Royaume du Maroc, n°46, 31p.

Abbassi M., 1980 - Recherche sur deux homoptères fixes des Citrus, *Aonidiella aurantii* Mask. (Homoptera :Diaspididae) et *Aleurothrixus floccosus* Maskell. (Homoptera : Aleurodidae). Thèse de docteur de spécialité, présentée à l'Unité d'enseignement et de Recherche de Sciences Naturelles de l'Université de Provence, Pp 16-73.

Abbassi M., 1996 - Rapport de mission : symposium sur la gestion du problème de la mineuse des agrumes. Orlando, Floride, USA, Pp 22-25.

Abdelrahman I., 1974 - The effect of extreme temperatures on California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hemiptera: Diaspididae), and its natural enemies. Australia Journal of Zoology, n° 22, Pp 203-212.

Adda R., 2006 - Rôle d'*Aphytis Lepidosaphes* (Hymenoptera – Aphelinidae) dans population de cochenilles diaspines (Homoptera : Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El-Harrach, 125 p.

Agagna Y. 2016 - Rôle d' *Aphytis melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du Pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier à Rouiba, Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. *Agro., El-Harrach, 91p

Akhannouch, A. « Situation de l'agriculture marocaine », N°9. (2011).P : 46-47.

Allaya M. 1995 - Le cadre macroéconomique des politiques de développement agricole au Maghreb Ed. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000 Montpellier : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n° 14, Pp. 61-73

Allaya M, L. Pradeilles, M.N. Debabi, L. Arfa; L .1995- “ Medagri, annuaire des économies agricoles”, C.I.H.E.A.M, I.A.M.M: (). , Pp 341-346.

Amizet L , 1950 –Les agrumes en Californie ,par un ingénieur à l'institut agricole d'Algérie et Arboriculteur à Boufarik . Pp 8-60

Annecke D.P., 1962.- The occurrence of *Comperiella bifasciata* How. In south Africa (Hymenoptera : Encyrtidae). - S. Afr. J. Agric. Sci. Vol.5 n°2, Pp. 281-282.

Aroun M.E., 1988 - Les aphides et leurs ennemis naturels en verger d'agrumes de la Mitidja (Alger). Mém. Magist., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 165 p.

Asplanato G. et Garcia-Marí F. ,2000 - Ciclo Estacional de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) en naranjos del sur de Uruguay. *Agrociencia*, Vol. n°5, Pp 54-67.

Aubert B., 1975 - La lutte aménagée contre les ravageurs des agrumes en Afrique du sud et ses applications possibles pour les Mascareignes .Fruits ,Vol. 30, n°3, Pp. 149-159.

Aubert B, et Vullin, G., 1997 - Pépinières et plantations d'agrumes. Ed Cirad. 184p.

Baillay R., Aguitar J., Faiure-Amiot A., Mimaudj et Patriek G., 1980-Guide pratique de la défense des cultures. Ed. Le Carousel, A.C.T.A, Paris, 419 p.

Balachowsky A. S., 1942 – Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin Méditerranéen. Ed. Herman et Cie, Paris, Coll. « Act. Sci et ind. », n°526, T. I, 67p.

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

Balachowsky A. S. et Mesnil L., 1935 – Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leur Mœurs et leur destruction. Ed. Etablissement Buisson, Paris, T. n° 1, 627 p.

Bellabas A., 2010 - Rapport de mission : Etude de base sur les Agrumes en Algérie. Projet GTFS/REM/070/ITA, 45p.

Bellabas A., 2011 - Etude de base sur les agrumes en Algérie. Rapport de mission, 6p.

Belmiloud M., 1995 - Bioécologie d'*Aonidiella aurantii* (Homoptera ; Diaspididae) dans un verger de clémentinier en Mitidja. Mém. In. Agro. Univer.Blida, 73p.

Belguendouz R. et Biche M. 2005 - Biosystématique de cochenilles diaspines en Algérie: (Diaspididae). Mém.Mag.Ecol. Nat. Sup. Agro., El-Harrach, 96p.

Belguendouz R., 2014 - Relations plantes hôtes cochenilles diaspines sur les agrumes (*Citrus* spp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Mém. Doc.Ecol. Nat. Sup. Agro. Pp 265.

Bellabas.A., 2011 «Etude de base sur les agrumes en Algérie ».Rapport de mission,, pp 6.

Benassy C. et Soria F., 1964. Observations écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie. Ann. I.N.R.A., Tunisie, Pp193-222.

Benassy C., et Bianchi H., 1974 - Observations sur *Aonidiella aurantii* Mask. et son parasite indigène *Comperiella bifasciata* How. (Hymenoptera:Encyrtidae).Bull. SROP.n°3.Pp.39-50.

Bensaid A.,2010 - Effet de quelques extraits végétaux sur une populatuin de cochenilles dispines dans un verger d'agrumes à Rouiba Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. Agro. El-Har, 105p.

Benzahra A., 1982 - Importance économique et dégâts de *Milax nigricans* (Gastéropodes Pulmonés) terrestres. Bull. Zoo!. agro., Inst., nati. agro., El Harrach, (5) : 33-36.

Berkani A., 1989.possibilités de régulation d'*Aleurothrixus flocosus* MASK (Hom. *Aleurodidae*) en Algérie. Thèse .Doc. Sci. 3ème cycle, Univ.Marseille, 140p.

Biche M., 2012 - Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Institut national de la protection des végétaux, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et FAO, 36 p.

Biche M., Siafa A., Adda R. et Gherbi R., 2012. - Biologie d'*Aonidiella aurantii* (homoptera, diaspididae) sur citronnier dans la région de Rouiba. Libanese Science journal, Special issue, Pp 59-64.

Blondel J., 1959 - La culture des agrumes en Algérie. Rapport, station expérimentale d'arboriculture de Boufarik, Algérie, 11p.

Blondel L., 1986 - Etat des travaux sur les portes greffes des agrumes à la station de recherche agronomique de Corse. Revue Fruit, Vol.41, n°2, pp 99-111.

Bono R., Fernandez de Cordova L., Soler J., 1982. Arrufatina. Esbal and Guillermina. three Clémentine mandarin mutation recently appearing in Spain. Proc. Int. Soc. Citric. n°1. 94-96.

Boukhalfa H. et Bonafonte P., 1979 - Observation des populations de l'aleurode de *citrus*, *Dialeurode citri* Ashmed (*homoptera- aleurodae*) dans la plaine de Mitidja pendant la période hivernale et post hivernale. Rev. Fruit. n°1. Vol. 34, pp 231-235.

Bouziyani, M., 2007 - journal le républicain, du 26 juin 2007, L'usage immodéré des pesticides De gr andes conséquences sanitaires.

Brewer R. H. 1971 - The influence of the parasite *Comperiella bifasciata* How., on the populations of two species of armoured scale insects, *Aonidiella aurantii* (Mask.) and *A.citrina* (Coq.), in South Australia. *Australian Journal of Zoology*, Vol. n° 19, Pp53-63.

Cahusac D., 1986 – Les cochenilles des ligneux d'ornement. Revue Phytoma, n°383, Pp 37-38.

Cassin j.C., 1984 – Comportement des variétés dans des différentes régions de la production. Rev. Fruits, Vol., Vol. n°4, pp 263-276.

Carroll D.P., 1979 - Within-tree distribution and host substrate influences on California red scale *Aonidiella aurantii* (Mask.), density, survival, reproduction and parasitization. PhD thesis. University of California, 125p.

Carroll, D.P., and R.F. Luck. 1984 - Bionomics of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) on orange fruits, leaves and wood in California's San Joaquin Valley. *Environmental Entomology*, n° 13, Pp 847-853.

Carles L., 1984 - La teigne des agrumes, Rev. Fruits, n°361, Pp42-43.

Chumakova B.M., 1957 - Parasites of the coccids in the maritime territory. - *Zool. Zh.*, 36, Pp. 533-547.

- CIBA., 1976** - La protection phytosanitaire des agrumes en Algérie. Ed. Ciba Geigy, Alger, 159p.
- Colombo A., 2004** - La culture des agrumes, Ed. Devenchi S.A., Paris, pp 5-70.
- Compere H, Smith HS. 1927** - Notes on the life-history of two oriental chalcidoid parasites of *Chrysomphalus*. University of California Publications in Entomology, Vol. n°4, Pp 63–73.
- Cornuet P., 1987** – la transmission des virus, élément de virologie. Ed. Hachette, Paris, 206p.
- Dajoz R., 1971** – Précis d'écologie. Ed. dunod, Paris, 434p.
- Dajoz R., 1985** - Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
- Dellassus M., Lepigre A et Pasquier R., 1933-** Les ennemis de la vigne en Algérie et les moyens pratiques de les combattre. Ed. Insectarium du jardin D'Essai du Hamma , Alger ,T.I, 234p.
- Dellucchi, V., 1965** - Notes sur le pou de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell) au Maroc (Hom. Coccoidea). Ann. Soc. Ent. Fr. (N. S.), n°1, Pp 739-78.
- Dao Thi Hang., 2012** - Ecology of red scale (*Aonidiella auranti* (Maskell) (Hemiptera : Sternorrhyncha: Diaspididae]) in citrus orchards on the Central Coast of New South Wales diaspine coccids. Annals Entomological Society of America, Vol. n°37, Pp365–371.
- De Bach. P., 1962-** Integrated Pest Control in Citrus Groves. Rural research in CSIRO 65, p. 6-15. Commercial mass culture of the California red scale parasite *Aphytis lignanensis* Compère. Calif. Agric. Exp. Sta., Bull. n° 770, 58 p.
- Dixon A. F. G., 1970** - Factors limiting the effectiveness of the coccinellid beetle, *Adalia bipunctata* (L.) as a predator of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides* (Schr.). Animal Ecology 39: 739-751.
- Doutt I .Drieshe R V.Hoddlke and M Center T. 1999-**Control of pests and weeds by natural enemies .An introduction to biological control. Blackwell publishing. 1st Ed.488 p.
- Dridi B., 1995** - La mouche méditerranéen des fruits, *Ceratitis capitata*. Cycle biologique, originaire de répartition et importance économique. Journées techniques sur la lutte contre la mineuse et la cératite des agrumes I.N.P.V., 10p.
- D S A., 2015** - Données statistiques du service de la direction des services agricoles ; Alger. 1p.
- El Kaoutaria I., Guirrou Z., Chemseddine M. et Boumezzough A., 2004** - Rôle d'*A phytis melinus* (Debach) dans le contrôle naturel d'*Aonidiella aurantii* (Maeskell) en verger d'agrumes au Maroc. Fruit, vol.59 (3), Pp.169-179.

Esclapon D. R., 1975 - Les agrumes. Ed. La Somivac, Corse, n° 68, 12 p.

Food and Agriculture Organization of United Nations, 2006 - Agrumes Frais et Transformés. Données statistiques, 45p.

Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015 - Agrumes Frais et Transformés. Statistiques Annuelles de la FAO., 60 p.

Flanders E., 1944 - Observations on *Comperiella bifasciata* How. Amer. n° 3, Pp. 365-371.

Foldi I., 2003 – Les cochenilles, première partie, revue insectes n°129, 2003, Paris, 7p.

Forster L.D. et Luck R.F., 1996. The role of natural enemies of California red scale in a IPM program in California *Citrus*, Proceedings of the International Society of Citriculture, n° 1, Pp 505-507.

Frazer B. D. Gill B. 1981- Hunger movement, and predation of *Coccinella californica* on pea aphids in the laboratory and in the field. Canadian Entomologist 113: 1025 -1033.

Gahan, 1927- On some chalcidoid scale parasites from Java. - Bull. Ent. Res., Vol.18, n°2, Pp. 149-153.

Gautier M., 1987 - La culture fruitière. L'arbre fruitier, Technique et Documentation Lavoisier, Paris, Vol.1, 492 p.

Gherbi R., 2010 - Impact du complexe coccinelles-coccidiphages - parasites hyménoptères dans des peuplements de cochenilles diaspinés (Homoptera ; Diaspididae) sur agrumes Rouiba. Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. Agron. El Harrach, 88 p.

Glover P.M., 1935 - An account of the occurrence of *Chrysomphalus aurantii* Mesr. and *Lacifer tacea* Ksnl.. On grapefruit in Ranchi District, Chota, Nagour, with a note on the Chalcidoid parasites of *Aspidiotus orientalis* Nrwsr. -Bombay. Nat. Hist. Soc. Jour. n° 38, Pp. 15-53.

Guirrou Z., ElKaoutari I., Chemseddine M. et Boumezzough A., 2003 - Contrôle des populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskell) en verger d'agrumes au Maroc. Fruit, vol.1 n°58, Pp 3-11.

Habib A., Salama H.S. et Amin AH., 1972 - Population of *Aonidiella aurantii* on citrus varieties in relation to their physical and chemical characteristics. Entomologica Experimentalis et Applicata. n°15, Pp.324-328.

Hare J.D., Yu D.S. et Luck R.F., 1990 - Variation in life-history parameters of California red scale on different citrus cultivars. Ecology, n° 71, Pp 1451-1460.

Hare J.D., Yu D.S. et Luck R.F., 1991 - Indirect effects of citrus cultivars on life history parameters of parasitic wasp. Ecology, n° 72, Pp 1576-1585.

- Imbert E., 2004** - Panorama du marché mondial des agrumes frais et transformés. Observatoire des marchés. Ed. Cirad, -flhor, Revue. FruiTrop ,16p.
- Iperti G. 1983** - Les coccinelles de France, p. 89-96 in: Faune et flore auxiliaires en agriculture. Actes des journées d'études et d'informations, ACTA, Paris, 368 p.
- I.T.A.F.V, 2013** – La culture des agrumes ,21 p.
- I.T.A.F.V, 2015** - Djenane Mitidja, Bulletin d'information mensuel, Édité par la ferme de démonstration de Boufarik,n°22., 6 p.
- Jacquemond C.,Curk F.,Heuzet.,et Coord, 2013** - les clémentiniers et autres petits agrumes. Ed. Quae. 368p.
- Kabassina B., 1990-** Comparaison faunistique des Caelifères de la station de Caïd Gacem et de divers étages bioclimatiques du Togo. Thèse .Ing, Inst. Nat. Agro, El Harrach : 32-82.
- Kihal N., 1992** - Etude bioécologique d'*Aonidiella aurantii* Mask (Hom. Diaspididae) sur Clémentinier à l'I.T.F.V. de Boufarik et sa relation avec son parasite externe *Aphytis chrysomphali* M. (Hym., Aphelinidae). Mém. Ing. Agro. Inst. Nat. Ens. Sup. Univ. Blida (Algérie), 60p.
- Klotzl.J.et Fawcett H.S., 1952** Les maladies des citrus traduit de l'anglais par Comelli, A et Le maître J., en coul. Soc, Ed. Techn. Col, 152p.
- Loussert R., 1985-**Les agrumes, Arboriculture. Ed. J.B. Baillère, Paris, 136p.
- Loussert R., 1987-**Les agrumes. Arboriculture. Technique agricole Méditerranéenne. Ed. Lavoisier, Paris, Vol.n°1,113p.
- Loussert R., 1989** – Les agrumes .Production. Ed.sci.Univ.Liban, Vol. 2, 280p.
- MADRP., 2014** - Données Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rurale, Alger, 3p.
- Merahi K., 2002-**Contribution à l'étude de la population du pou de Californie *Aonidiella aurantii* Mask (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier dans la région de Boufarik.Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. El - Harrach, Alger. 59 p.
- Mercet R.G., 1921-** Faune Iberica (Hymenoptera : Encyrtidos).Madrid, Pp. 668-671, fig. 279-280.
- Mercier A., 1999-**L'importance du fonctionnement morphodynamiques du cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montagne : l'Ariège (Pyrénées centrale françaises) », Ephemera , vol. 1, Pp111-117.
- Miiaire H.G., 1982**– Les pucerons des arbres fruitiers. Données générales. Ed. Association coor. tech. agri. (A.C.T.A.), Paris, pp. 233-235.

Moutia A., 1934- Entomological division. Report. Dep. Agric. Mauritius. 1933, Port Louis, Pp. 29-74.

Mouandza M.C., 1990- Inventaire des cochenilles et de leurs ennemis naturels sur agrumes. Fluctuation des populations de quatre diaspidines. *Lepidosaphes beckii* New, *Lepidosaphes gloverii* Pack, *Parlatoria bergandéi* Comt et *Parlatoria ziziphi* lucas dans la Mitidja. Th. Ing.Agr, I.N.E.S.Blida, 140 p.

Mutin G., 1969-L'Algérie et ses Agrumes. Extrait de la revue de geo., Lyon, Vol 441, 36p.

Mutin G., 1977-La Mitidja décolonisation et espèces géographiques. Ed. OPU, Alger, 607p.

Nel R.G., 1933-A comparison of *Aonidiella aurantii* and *Aonidiella citrina*, including a study of the internal anatomy of the latter. Hilgardia, n° 7, Pp 417-466.

Ozouf M. et Pinchemel P. H., 1961- Géographie Fernand. Ed. Nathan, France, 319 p.

O.N.M. 2014 - Relevés météorologiques de l'année 2014, Office nationale de météorologie, station de Dar El Beida, 2 p.

Pekas A., 2010 - Factors affecting the biological control of California red scale *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae) by *Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae) in eastern Spain citrus: host size, ant activity, and adult parasitoid food sources. Universidad Politécnica de Valencia. Doctoral Thesis., 168p.

Piguet P., 1960-Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du nord. Soc. Shell, Algérie, 117p.

Polese J.M ., 2008 -La culture des agrumes Ed. Artémis, Paris, 95p .

Polis G.A., Myers C.A., Holt R.D., 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. Annu. Rev. Ecol. Syst., 20, 297-330.

Praloran, J. C. 1971- Les agrumes. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. G.-P Maisonneuve et La rose, Paris, 485p.

Quayle, H. J. 1983 - Progress in red scale control. California Citrographe 18 (8).

Quilici S., Fran A., Vincenot D. et Montagneux B., 1995-Un nouveau ravageur des agrumes à la réunion. Phytoma, Def.Veg., n°474, pp.37- 40.

Quilici S., Vincenot D. et Frank A., 2003 - Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de la réunion .Ed. CIRAD, Paris, 168p

Ramade F., 1984 - Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

Rebour A., 1966 - Les agrumes Manuel de culture des Citrus pour le bassin Méditerranéen.

Richardson N. L., 1978 - Biological aspects of co-existence between *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) and *Aphytis* spp. Howard (Hymenoptera : Chalcidoidea: Aphelinidae). Proceedings of the International Society of Citriculture, Vol. n°1, Pp 150-153.

Ripollés J.L., 1990-Las cochinillas de los agrios. Symposium Nacional de Agroquímicos. Sevilla (España). Levante Agrícola, n°4 Pp 37-45.

Rodrigo E. et García-Marí F., 1990-Comparación del ciclo biológico de los diaspinos *Parlatoria pergandii*, *Aonidiella aurantii* y *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, diaspididae) en cítricos. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, n°16 ,Pp 25-35.

Rodrigo E. et Garcia-Marí F., 1992-Ciclo biológico de los diaspinos de cítricos *Aonidiella aurantii* (Mask.), *Lepidosaphes beckii* (Newm.) y *Parlatoria pergandei* (Comst.) en 1990. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, n°18, Pp31-44.

Rosenheim J.A., Kaya H.K, Ehler L.E, Marois J.J, Jaffee B.A (1995) - Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. Biological Control 5: 303-335.

Saharaoui N.et Hemptine J.L., 2009- Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccenellidea) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algerie. Ann.soc.entomol.Fr. ,45(2) :Pp .245-259.

Sekkat A .,2007 - Les pucerons des agrumes au Maroc Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. *ENA 18 décembre2007*.

Seltzer P., 1946 - Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phy. Glob., Univ. Alger, 219 p.

Sforza R., 2008 - Interactions insectes-plantes. Ed.Quae, Paris, Pp.86

Silvestri F., 1929 - Preliminary report on the Citrus scale insects of China. - 4th internat. Congr. Ent.,n° 2, Pp. 897-904.

Smith H.S., 1924 - Biological control work. - Calif. Dept. Agr. Monthly Bull.n° 12, Pp. 334 - 342.

Sorribas J. J. et Garcia M. F., 2010 - Comparative efficacy of different combinations of natural enemies for the biological control of California red scale in citrus groves.- *Biological Control*, n° 55, Pp 42-48.

Sorribas J., 2011 - Biological control of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae): spatial and temporal distribution of natural enemies, parasitism levels and climate effects. Doctoral Thesis, Universitat Politècnica de València, 175 p.

Stofberg F.J., 1937 - The citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.). Union of South Africa, Department of Agriculture and Forestry, Science Bulletin n° 31, Pp. 167-224.

Suty L., 2010 - La lutte biologique. Ed. Quae, Paris, 328 p.

Swingle W. T., et Reece, P. C., 1967-The botany of citrus and its wild relatives .In: (W. Reuther, L. D. Batchelor, H. J. Webber, eds.). *The Citrus Industry* University of California Berkeley. Vol. n° 1, pp.130-190.

Tanaka, T., 1961 - Citrologia: semi centennial commemorative papers on *citrus* studies. Osaka Japan. Technique et documentation, Paris, 492 p.

Vasseur A., et Schvester D. 1957 - Biologie et écologie du Pou de San Jose (*Quadraspidiotus perniciosus*) en France, Annales des Epiphyties et de Phylogénétique, Institut National de Recherche Agronomique, Paris, n°65, Pp. 5-161.

Walali Londyi Dou El macane, Skiredj Ahmed, Hassan Elattir, 2003 - Transfert de technologie en agriculture : Le bananier et les agrumes Inst .Agr. et Vété .Hassan II, Rabat .(MADER DERD) Bulletin d'information et de liaison du PNTTA.4p.

Willard J.R., 1972 - Studies on rates of development and reproduction of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Homoptera: Diaspididae) on *Citrus*, Australian Journal of Zoology, n° 20, Pp. 37-47.

Yu D.S., Luck R.F. et Murdoch W., 1990 - Competition, resource partitioning and coexistence of an endoparasitoid *Encarsia perniciosi* and an ectoparasitoid *Aphytis melinus* of the California red scale. Ecol. Entomol. n° 15. Pp. 469- 480.

Documents électroniques :

Algeria invest. (2012). Selon le ministère de l'Agriculture : *Prévisions en baisse de la production agrumicole en 2011/12*. Disponible sur : www.adnsolution.net/invest/index.php. Consulté le: 03/04/2016.

Ben-Dov, Y. (2010). *ScaleNet : Find a Valid Name and Catalogue Query for a species*. Disponible sur : <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/valid.htm>. Consulté le : 02/02/2015.

Ben-Dov, Y. and Miller, D.R. (2010). ScaleNet : a database of the scale insects (Hemiptera; Coccoidea) of the world. Disponible sur : <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/htm>. Consulté le : 12/02/2015.

Ben-Dov, Y., Miller, D.R. and Gibson G. (2010). *Keys to scale insects*. Disponible sur : <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=11385>. Consulté le : 15/05/2015.

CLAM. (2006). *Comité de Liaisons Méditerranéennes d'Agrumes, Rapport des prévisions de récolte agrumicole 2005-2006*. Disponible sur : <http://www.clamcitrus.org>. Consulté le: 12/11/2014.

Google earth. (s.d). *Rouiba 3D map in Google Earth*. Disponible sur : <http://www.maplandia.com/algeria/alger/rouiba/rouiba-google-earth.html>
Consulté le : 20/06/2014.

Journées Méditerranéennes sur l'Agrumiculture Situation actuelle et perspectives
<http://www.univ-bouira.dz/fr/images/uamob/fichiers/Manifs/jma2014.pdf>
Consulté le 20/03/2015

<http://greenmethods.gbhxonline.com/Crypts>. Consulté le : 10/04/2015. **Inra. (2007).**

Aonidiella auratii (Maskell). Disponible sur : <http://www7.inra.fr/hyppz/ravageur/3aonaur.htm>, Consulté le : 22/05/2015

(<http://www.faculty.ucr.edu/~legneref/biotact/ch-16.htm>), Consulté le : 21/05/2015

Raynaud N. (2008) *Dessins Clipart*. Disponible sur : <http://www.saveursdumonde.net>. Consulté le : 12/06/2014.

Riba G et Silvy C . (1987), <http://www7.inra.fr/dpenv/silvyc18.htm> Consulté le: 12/06/2015.

Spreen, T. H. (2010). *Projections of World Production and Consumption of Citrus to 2010*. Disponible sur : <http://www.fao.org/>. Consulté le 27 /10/2014.

Annexes

Annexe 1 :

Feuille de comptage du Pou de Californie

Individus	Feuilles		Rameaux	Fruits
	Face supérieure	Face inférieure		
Œufs				
Larve 1 mobile vivante				
Larve 1 mobile morte				
Larve 1 fixe vivante				
Larve 1 fixe morte				
Larve 2 femelle vivante				
Larve 2 femelle morte				
Larve 2 mâle vivante				
Larve 2 mâle morte				
Jeune femelle vivante				
Jeune femelle morte				
Pronymphe vivante				
Pronymphe morte				
Nymphe vivante				
Nymphe morte				
Femelle adulte vivante				
Mâle vivant				
Mâle mort				
Jeune femelle parasitée				
Femelle parasitée				
Mâle parasité				
Bouclier troué				
Puparium troué				
Femelle pondreuse				

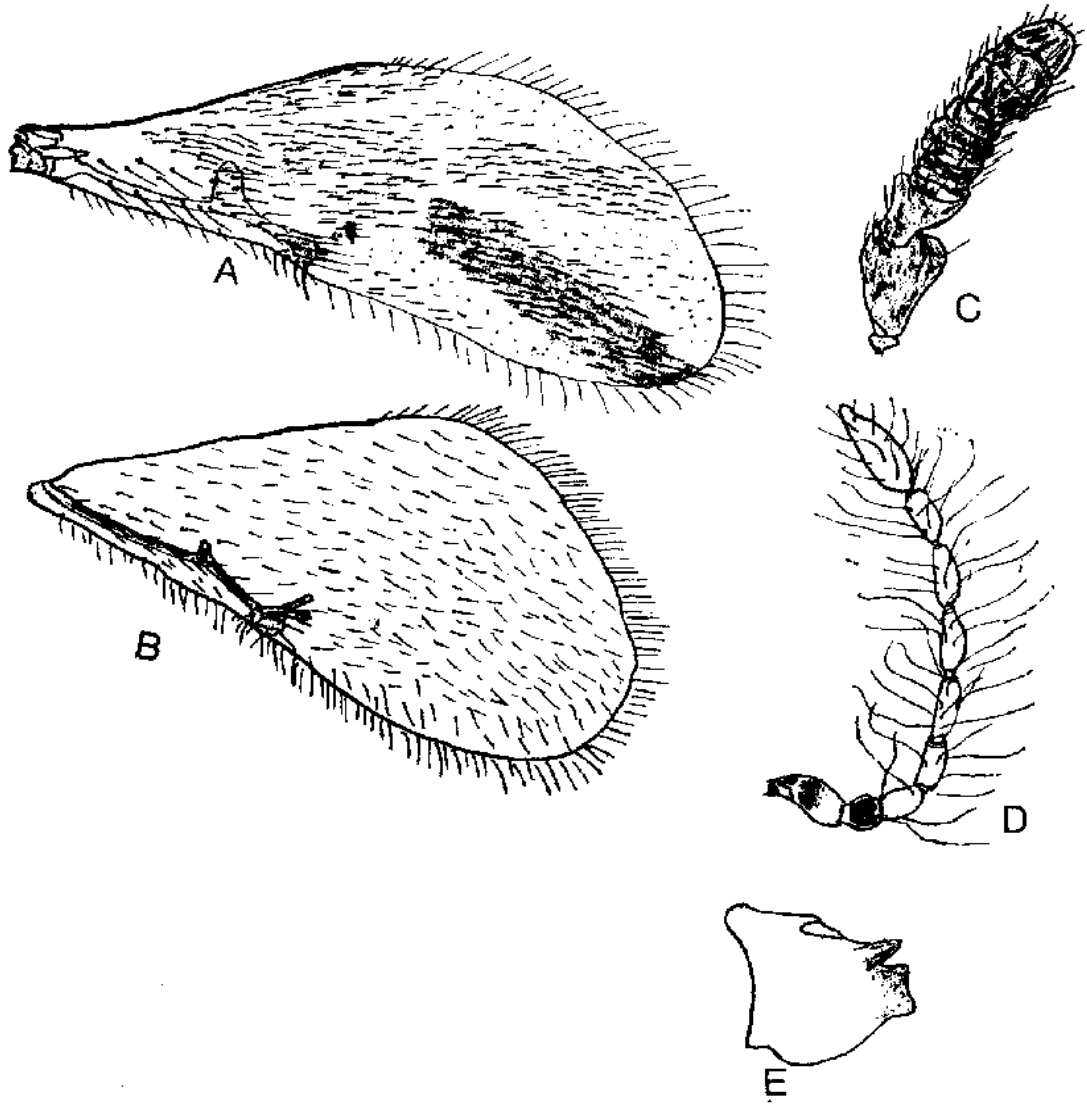
Annexe 2

Feuille de comptage de *Comperiella bifasiata*.

Individus	Feuilles		Rameaux	Fruits
	Face supérieure	Face inférieure		
Œufs				
Jeune larve vivante				
Jeune larves morte				
Larve agée vivante				
Larve agée morte				
Nymphe vivante				
Nymphe morte				
Adulte vivant				
Adulte mort				

Annexe 3 :

Comperiella bifasciata How (Abbassi, 1974).



A. aile antérieure (x 110)
B. aile postérieure (x 110)
C. antenne femelle (x 220)

D. antenne mâle (x 220)
E. mandibule (x 110)
F. targes de la patte médiane (x 110)

Annexe 4 :

Femelle de *Comperiella bifasciata* (Abbassi,1974).



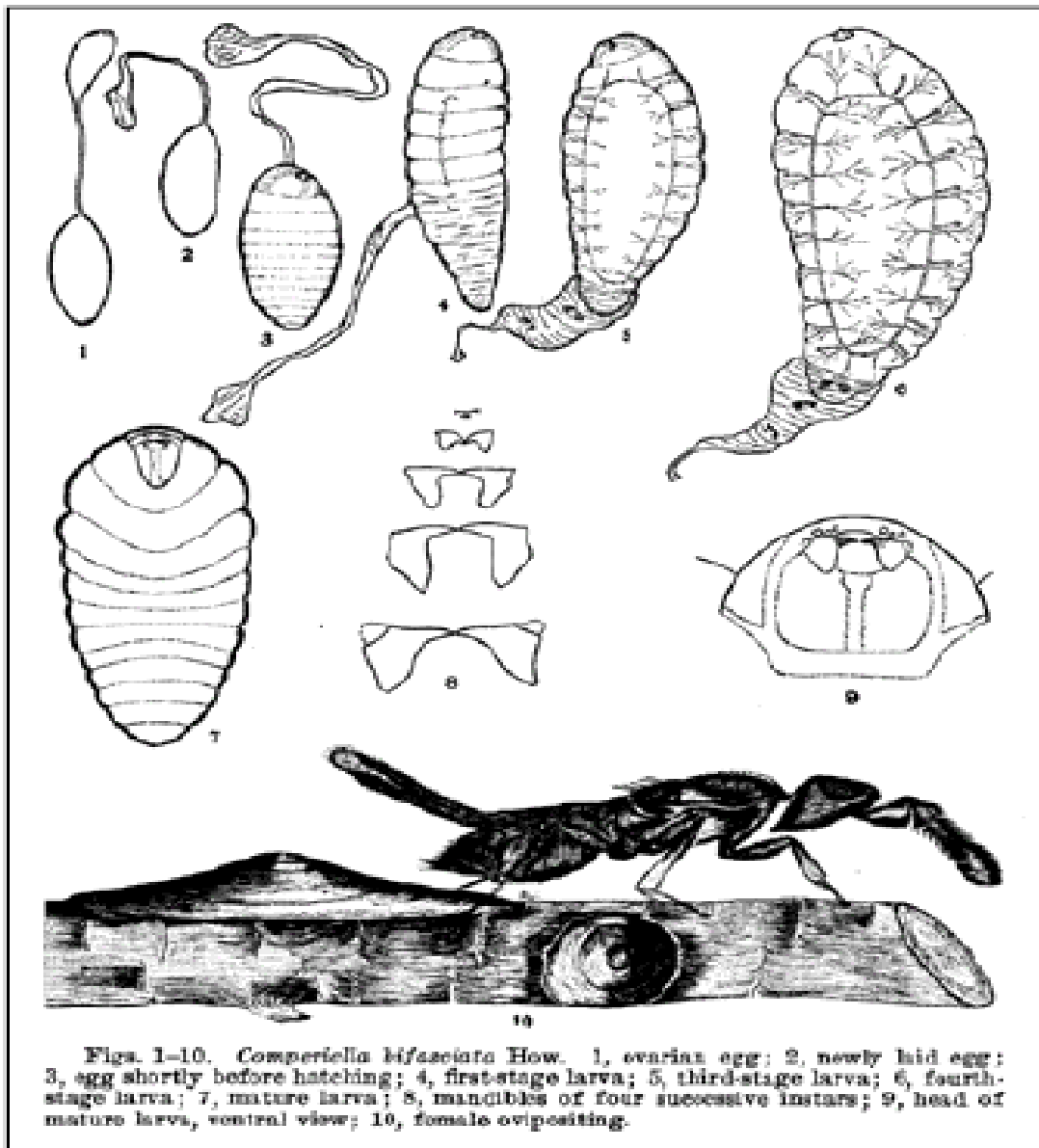
Annexe 5 :

Male du *Comperiella bifasciata* (Abbassi,1974).



Annexe 6 :

Eggs, larval stages, mandibles of instars, head of mature larva, and ovipositing female *Comperiella bifasciata* (DaoThi hang,2012).



Annexe 7 :

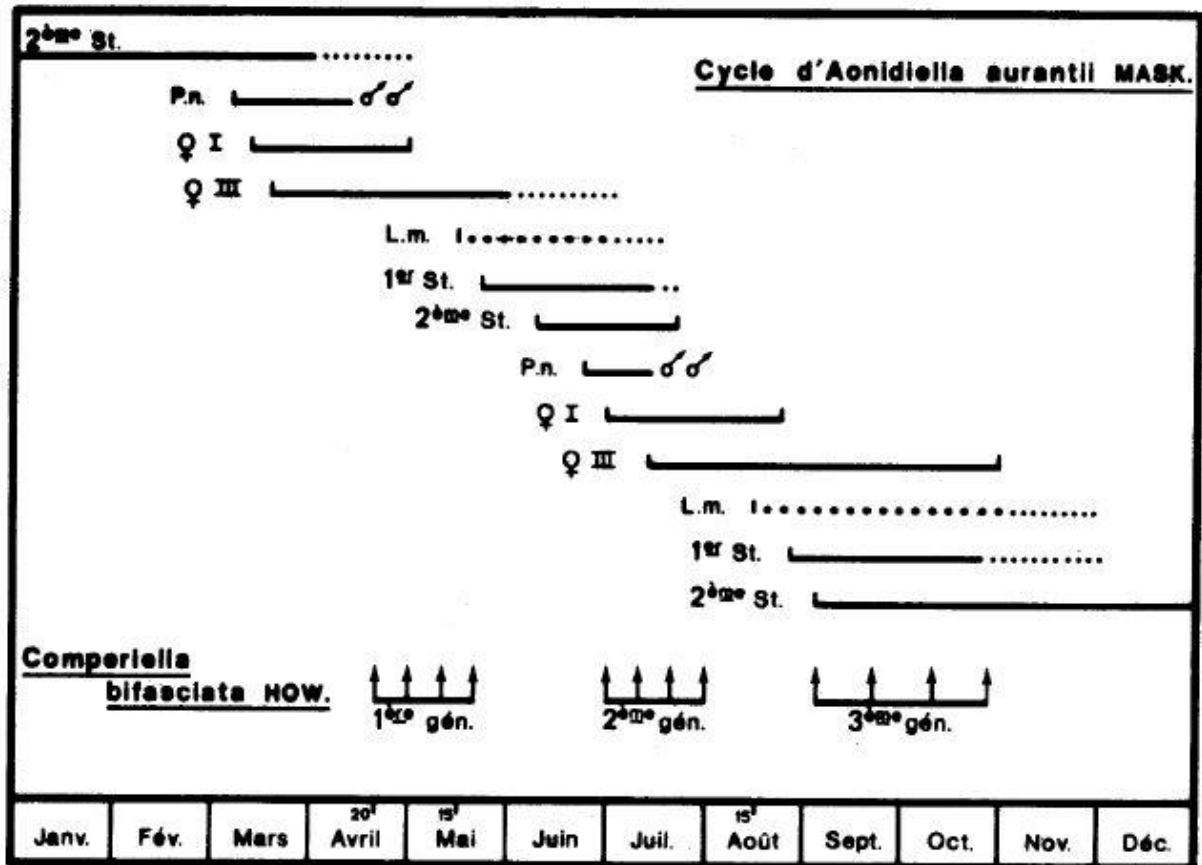


Fig. 2 - Evolution schématique comparée d'*Aonidiella aurantii* MASK. et de *Comperiella bifasciata* HOW. dans les Alpes-Maritimes.

العنوان : إيكولوجيا القشرية الحمراء الكاليفورنية (*Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) في شجر الليمون بمنطقة الرويبة.

ملخص : أجريت هذه الدراسة في بستان الليمون المتواجد بمنطقة روية خلال الفترة الممتدة من ماي 2014 إلى جويلية 2015. الدراسة الإيكولوجية للقشرية الحمراء الكاليفورنية *Aonidiella aurantii* أظهرت أن هذه الحشرة تتطور في ثلاثة أجيال خلال السنة. فيما يخص التطور الفصلي لهذه القشرية فهو يتبع التدفق الفصلي للنسغ حيث أن توزيعها كان كثيف في مركز الشجرة وعلى الأغصان، قدرت خصوبة هذه القشرية ب 6,2 بيضة/أنثى وهي معتبرة على مستوى الثمار ومركز الشجرة. قمنا كذلك بدراسة تأثير *Comperiella bifasciata* في تنظيم مستوى القشرية الحمراء الكاليفورنية، هذا الطفيلي طور ثلاثة أجيال موافقة لأجيال القشرية الحمراء الكاليفورنية وهو يصيب الأنثى البالغة بكثرة مقارنة بالذكور الذين لا يوفر الغذاء له. توزع هذا الطفيلي مرتبط بشكل وثيق بوفرة تواجد مضيفها على النبات، حصلنا على درجة تطفل مرتفعة على الأغصان. *Comperiella bifasciata* طفيلي داخلي مقاوم للشرط المناخية القصوى. معدله الطفيلي مهم يقدر بحوال 68%, 33. مرحلة السبات عند *C. bifasciata* تتم في مرحلة الشرقة. **الكلمات الرئيسية :** القشرية الحمراء الكاليفورنية، *Aonidiella aurantii*، الطفيلي، *Comperiella bifasciata*، شجر الليمون، الرويبة.

Titre : Ecologie du Pou de Californie, *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier à Rouiba

Résumé : Cette étude a été menée dans un verger de citronnier dans la région de Rouiba au cours de la période allant de mai 2014 jusqu'au juillet 2015. Le suivi de l'écologie du pou de Californie *Aonidiella aurantii* a montré que l'espèce évolue en trois générations annuelles. On ce qui concerne la phénologie saisonnière du Pou de Californie, elle coïncide avec les poussés de sève du citronnier. Cette cochenille présente une affinité très marquée pour le centre de l'arbre et pour le rameau, la fécondité moyenne est de 6,2 œufs/femelle, il semble que cette diaspine est plus féconde sur le fruit et au centre de l'arbre.

On a étudié aussi l'impact de *Comperiella bifasciata* dans la régulation des niveaux d'infestations du pou de Californie. Ce parasitoïde a développé trois générations en synchronisation avec le nombre de génération de la cochenille hôte et attaque beaucoup plus les stades adultes femelles que les mâles qui n'offrent pas des nutriments à son parasite. La distribution du parasitoïde est en étroite corrélation avec l'abondance de son hôte sur le végétal, on a obtenu un taux de parasitisme plus élevés sur les rameaux. *Comperiella bifasciata* est un endoparasite, qui résiste aux aléas climatiques extrêmes. L'indice parasitaire de ce micro-hyménoptère est important est de 33,68%. L'hivernation de *C. bifasciata* s'effectue au stade nymphal.

Mots clés : Pou de Californie, *Aonidiella aurantii*, parasitoïde, *Comperiella bifasciata*, Citronnier, Rouiba.

Title : Ecology of California red scale *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) on citrus in Rouiba.

Abstract : This study was conducted in a citrus orchard in the Rouiba area during the period from May 2014 to July 2015. The monitoring of the ecology of California red scale *Aonidiella aurantii* showed that the species evolves three annual generations. Regarding the seasonal phenology of California red Scale, it coincides with the pushed sap of lemon. This cochineal has a very strong affinity for the center of the tree and the twigs and a fertility average of 6.2 eggs / female, it seems that it is more fertile on the fruit and the center of the tree.

We also studied the impact of *Comperiella bifasciata* in regulating the levels of infestation of California red scale. This parasitoid has developed three generations in synchronization with the generation number of the host cochineal and attacks the mature females' stages more than males who do not provide nutrients to his parasite. The distribution of the parasitoid is closely correlated with the abundance of its host plant, we have obtained a higher rate of parasitism on twigs. *Comperiella bifasciata* is an endoparasite who can resist of the extreme climatic conditions. The parasite rate of the micro-wasp is important which are 33, 68%. Hibernation of *C. bifasciata* occurs in the pupal stage.

Key words : California red scale, *Aonidiella aurantii*, parasitoid, *Comperiella bifasciata*, lemon tree, Rouiba.