

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش- 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

THEME

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.

Présenté par : AGAGNA Yasmina

Devant le jury :

Président : M. BENZEHRA A.

Professeur (E.N.S.A. EL Harrach)

Promoteur : M. BICHE M.

Professeur (E.N.S.A. EL Harrach)

Examineurs : M. KHALFI O.

Professeur (E.N.S.A. EL Harrach)

M. MENZER N.

Maitre assistant A (E.N.S.A. EL Harrach)

M. BELGHENDOUZ R.

Maitre de conférence B (Université de Blida).

Promotion : 2013/2016

REMERCIEMENTS

Avant tout, je loue Dieu qui m'a donné le courage et la foi pour mener ce travail à terme.

Je tiens également à présenter mes remerciements les plus sincères à mon encadreur Monsieur BICHE M. , professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'el Harrach qui m'a aidé à progresser dans ma réflexion grâce à ses conseils, son esprit critique et son soutien tout au long de la réalisation de cette recherche.

Je suis également sensible à l'honneur que mon fait les membres du jury en acceptant d'évaluer mon travail :

Je remercie Monsieur BENZEHRA A. professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'el Harrach pour m'avoir honorée en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Je tiens à remercier Mme KHALFI O. et Mme BELGUENDOUZ R. maître de conférence B à l'université de Blida ainsi que Monsieur MENZER N. maître assistant A à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'el.

Je tiens d'autre part à remercier vivement les professeurs de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique qui m'ont permis d'acquérir de précieuses connaissances tout au long de mon cursus de mes études supérieures dans l'école.

Je remercie également:

Madame BOUALI Fatma consultante à ACI.

Madame GUEDDADA Fatma Ingénieur à l'INPV.

Mademoiselle AIT LHADI Aziza Ingénieur à ITELV

Mademoiselle OUSSALAH Narimene.

Mademoiselles : CHAFAA R. et DAHMANE T. mes collègues à l'Institut Technologique Moyen Agricole Spécialisé d'Alger.

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

Dédicace

Je dédie ce travail à :

- Mes très chers parents qui m'ont toujours encouragé et que dieu les protège.

- Mon mari.

- Mes enfants : Serine et Yanis et Mohamed

Mes beaux parents

- Mes chers frères, , ma sœur Imen, mes beaux frères et mes belles sœurs.

- Mes neveux et mes nièces :

Rafik, Sarah, Amine, Samy, Lym, Adem et Wasid.

- Toute ma famille paternelle et maternelle

Ma belle famille

- Toutes mes amies

Yasmine

Liste des figures

Liste des figures		Pages
Figure n°1 : Origine géographique et diffusion des agrumes dans le monde.....		3
Figure n° 2 : Production mondiale des agrumes.....		6
Figure n°3 : Production mondiale par type d'agrumes de l'année 2011.....		7
Figure n°4 : Evolution des superficies en rapport des agrumes depuis l'indépendance à 2013.....		8
Figure n° 5 : Production des agrumes en Algérie de l'année 2013.....		9
Figure n° 6 : Répartition des superficies agrumicoles par groupe de variétés		10
Figure n° 7 : Répartition des superficies agrumicoles par région		10
Figure n° 8 : Fruit et fleur du citronnier.....		14
Figure n° 9 : Schéma de la taille d'entretien des agrumes.....		17
Figure n° 10 : Aspect général des cochenilles diaspines.....		23
Figure n° 11 : Une colonie d' <i>Aonidiella aurantii</i> sur rameau de citronnier		24
Figure n°12 : Cycle biologique du Pou de Californie.....		26
Figure n°13 : Citron envahit par le Pou de Californie		27
Figure n°14 : <i>Comperiella bifasciata</i> (Adulte).....		30
Figure n°15 : Cycle biologique d' <i>Aphytis melinus</i>		32
Figure n°16 : Oviposition d' <i>Aphytis melinus</i>		32
Figure n°17 : Larve d' <i>Aphytis melinus</i>		33
Figure n°18 : Nymphes d' <i>A. melinus</i>		33
Figure n°19 : Adulte d' <i>Aphytis melinus</i>		34
Figure n°20 : Trou d'émergence d' <i>Aphytis melinus</i>		34
Figure n°21 : Cycle biologique du pou de Californie <i>Aonidiella aurantii</i> et de son parasitoïde <i>A. melinus</i>		34
Figure n°22 : Localisation de la région d'étude dans la plaine de la Mitidja orientale.....		35
Figure n°23 : La situation du verger de citronnier		38
Figure n°24 : Photo du verger d'étude.....		39
Figure n° 25 : Schéma détaillé du verger.....		40
Figure n°26 : Examen des échantillons.....		40
Figure n°27 : Schéma de reconnaissance des différents stades de la cochenille (<i>Aonidiella aurantii</i>).....		41
Figure n°28 : Schéma de reconnaissance du parasitisme.....		42
Figure n°29 : Fluctuation des larves 1 ^{er} stade du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		44
Figure n°30 : Fluctuation des larves du 2 ^{ème} stade du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		44
Figure n°31 : Fluctuation des stades nymphaux du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		45
Figure n°32 : Fluctuation des femelles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		46
Figure n°33 : Fluctuation des mâles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		47
Figure n°34 : Nombre de pupariums vides des mâles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		47
Figure n° 35 : Abondance saisonnière des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		49
Figure n°36 : Distribution cardinale des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour la période 2014.....		50
Figure n°37 : Distribution cardinale des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour la période 2015.....		50
Figure n°38 : Fécondité moyenne mensuelle du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		53
Figure n° 39 : Fécondité moyenne chez le Pou de Californie en fonction de l'organe sur citronnier à Rouiba..		53
Figure n°40 : Distribution cardinale de la fécondité du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour l'année 2014.....		54
Figure n°41 : Distribution cardinale de la fécondité du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour l'année 2015.....		55
Figure 42 : Fécondité moyenne saisonnière chez le Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		56
Figure n°43 : Mortalité globale du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....		57
Figure n°44 : Mortalité comparative du Pou de Californie en fonction des saisons sur citronnier à Rouiba pour l'année 2014 et 2015.....		59
Figure n°45 : La mortalité globale des populations du Pou de Californie selon les orientations sur citronnier à Rouiba pour l'année 2014.....		59
Figure n°46 : La mortalité globale des populations du Pou de Californie selon les orientations sur citronnier à Rouiba pour l'année 2015.....		60
Figure n°47 : Distribution spatiale de la mortalité du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba....		61
Figure n°48 : Fluctuation de la ponte d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à		63

Rouiba.....	
Figure n°49 : Fluctuation des jeunes larves d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	64
Figure n°50 : Fluctuation des larves âgées d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	65
Figure n°51 : Fluctuation des nymphes d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	66
Figure n°52 : Fluctuation des adultes d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations de <i>A.aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	67
Figure n°53 : Incidence globale d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations adultes de <i>A.aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	68
Figure n°54 : Incidence comparée d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations adultes de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	69
Figure n°55 : Incidence parasitaire d' <i>A.melinus</i> dans les populations femelles et mâle de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	70
Figure n°56 : Incidence saisonnière d' <i>Aphytis melinus</i> dans les populations adultes de <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	72
Figure n°57 : Taux de parasitisme en fonction de l'organe végétal chez les populations adultes de <i>A.aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	73
Figure n°58 : Taux de parasitisme en fonction des orientations cardinales dans les populations adultes de <i>A.aurantii</i> pour l'année 2014 et 2015.....	74
Figure n° 59 : Pourcentage d'abondance des parasitoïdes du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....	75
Figure 60 : Pourcentage d'abondance des parasitoïdes du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.....	78

Liste des tableaux

Liste des tableaux	Pages
Tableau n°1 : Les principales maladies fongiques d'agrumes.....	18
Tableau n°2 : Les principales maladies bactériennes d'agrumes	19
Tableau n°3 : Les principales maladies virales d'agrumes.....	19
Tableau n°4 : Les principaux ravageurs d'agrumes insectes et autres.....	20
Tableau n°5 : Inventaire qualitatif des parasites et prédateurs des cochenilles diaspines sur agrumes.....	29
Tableau n° 6 : Température moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Rouiba de l'année 2014).....	36
Tableau n°7 : Moyenne pluviométrique mensuelle de la région de Rouiba de l'année 2014.....	37
Tableau n°8 : Humidité moyenne dans la région de Rouiba de l'année 2014.....	37
Tableau n°9 : Moyenne des vents enregistrée pendant l'année 2014 dans la région de Rouiba.....	37
Tableau n°13 : Répartition spatiale des populations du Pou de Californie sur citronnier dans la région de Rouiba	51
Tableau n°15 : Fécondité moyenne mensuelle du Pou de Californie sur citronnier durant la période d'étude Rouiba.....	52
Tableau n°18 : Variation de la fécondité chez le Pou de Californie en fonction des saisons.....	56
Tableau n°20 : Mortalité saisonnière chez les larves et les adultes du Pou de Californie.....	57
Tableau n°21 : Mortalité comparative du Pou de Californie en fonction des saisons sur citronnier à Rouiba pour l'année 2014 et 2015.....	58
Tableau n° 23 : Incidence comparée d' <i>Aphytis melinus</i> sur les populations femelles et mâles de <i>Aonidiella aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	69
Tableau n°24 : Incidence saisonnière d' <i>A. melinus</i> sur <i>A. aurantii</i> sur citronnier à Rouiba.....	72
Tableau n°25 : Incidence spatiale d' <i>Aphytis melinus</i> sur <i>Aonidiella aurantii</i> suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015.....	74
Tableau n°26 : Evaluation : Effet du parasitoïde-Mortalité du Pou de Californie.....	76

Introduction générale

Chapitre I :

Présentation des

agrumes

Chapitre II : Etude du bio-agresseur et de son parasite

Chapitre III : Région d'étude matériel et méthodes

Chapitre III :

Résultats et discussions

Partie I: Ecologie de
Aonidiella aurantii

PARTIE II : Etude du
parasite *Aphytis*
melinus

Conclusion générale

Références bibliographiques

Sommaire

Annexe

Introduction

Selon Loussert (1989a), le nom Agrume est donné aux arbres appartenant à la famille des Rutacées et au genre botanique *Citrus*. Cette appellation d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent. A cette catégorie d'arbre appartiennent les orangers, les mandariniers, les citronniers, les cédratiers et les pamplemoussiers.

Les agrumes occupent la première place des productions fruitières dans le monde avec 96 millions de tonnes produites en 2000 (FAO, 2001). Biche (2012) souligne que la production totale en Algérie des agrumes pour l'année 2007 a atteint 689467 tonnes dont 539000 tonnes d'oranges, 100000 tonnes en clémentines et en mandarines et 50000 tonnes pour le citron et le pomelo. Ce même auteur signale que 97% de la production est destinée à la consommation en frais, la transformation est autour de 8000 tonnes par an.

La filière agrumicole présente un intérêt vital pour un grand nombre de pays de par leur importance économique notamment les revenus appréciables qu'elles génèrent, et leur transformation en divers dérivés tel que le jus, la confiture...et autres. L'Algérie, par sa situation géographique, son climat et la qualité de sa production peut à juste titre prétendre occuper sur les places mondiales, une position de choix. En effet, l'Algérie faisait partie des grands pays producteurs des agrumes du bassin méditerranéen.

L'agrumiculture Algérienne occupe une superficie de 65.000 ha dont 55.000 ha réservés à la production. (Algeriainvest, 2012). En plus des changements climatiques notamment la baisse de la pluviométrie, les insectes constituent une part non négligeable de cette baisse de rendement en l'occurrence les Diptères, les Lépidoptères et les Homoptères. C'est au sein de cet ordre que l'on rencontre les Diaspididae ou cochenilles diaspinés qui constituent certainement un souci majeur pour les agrumiculteurs.

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 menés sur l'impact des auxiliaires en verger agrumicole reste en phase expérimentale et dans le but d'enrichir les recherche concernant les agents biologiques nous avons abordé cette étude sur le 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.

Nous commençons notre étude par une présentation de la plante hôte suivi du deuxième chapitre dans lequel nous présenterons la cochenille et son parasitoïde. Nous avons ensuite consacré le troisième chapitre pour la présentation de la région d'étude et de la méthodologie de travail sur terrain et au laboratoire, les résultats et les discussions portant sur l'écologie de la cochenille et son parasitoïde et l'impact de celui-ci sont présentés dans le quatrième et le dernier chapitre.

1 - Historique :

L'histoire des agrumes est vieille de plusieurs millénaires et a croisé le destin des plus grandes civilisations, à toutes les époques. Il semble presque certain que toutes les espèces sont originaires des régions subtropicales et tropicales de l'Asie, en particulier de Chine et de l'Archipel Malais. Il semblerait que le cédrat était connu en Egypte et en Mésopotamie 4000 ans avant Jésus-Christ, mais c'est de Chine que parviennent les témoignages écrits les plus anciens remontant à 2200 avant Jésus-Christ (décrit les kumquats et les pomelos). Un autre témoignage plus récent, un texte chinois de 1178 avant Jésus-Christ décrit 27 variétés de bigaradiers, d'orangers et de mandariniers. Au cours des siècles, d'autres types d'agrumes furent décrits dans la littérature chinoise. Il a été retrouvé également des témoignages écrits au Japon sur la culture et l'utilisation des agrumes remontant à la période Nara (710-794 après Jésus-Christ). Des témoignages sur les citrons proviennent d'Indochine et de Malaisie, tandis que des descriptions de cédrats et de citrons remontant à 800 ans avant Jésus-Christ sont parvenues d'Inde (Colombo, 2004).

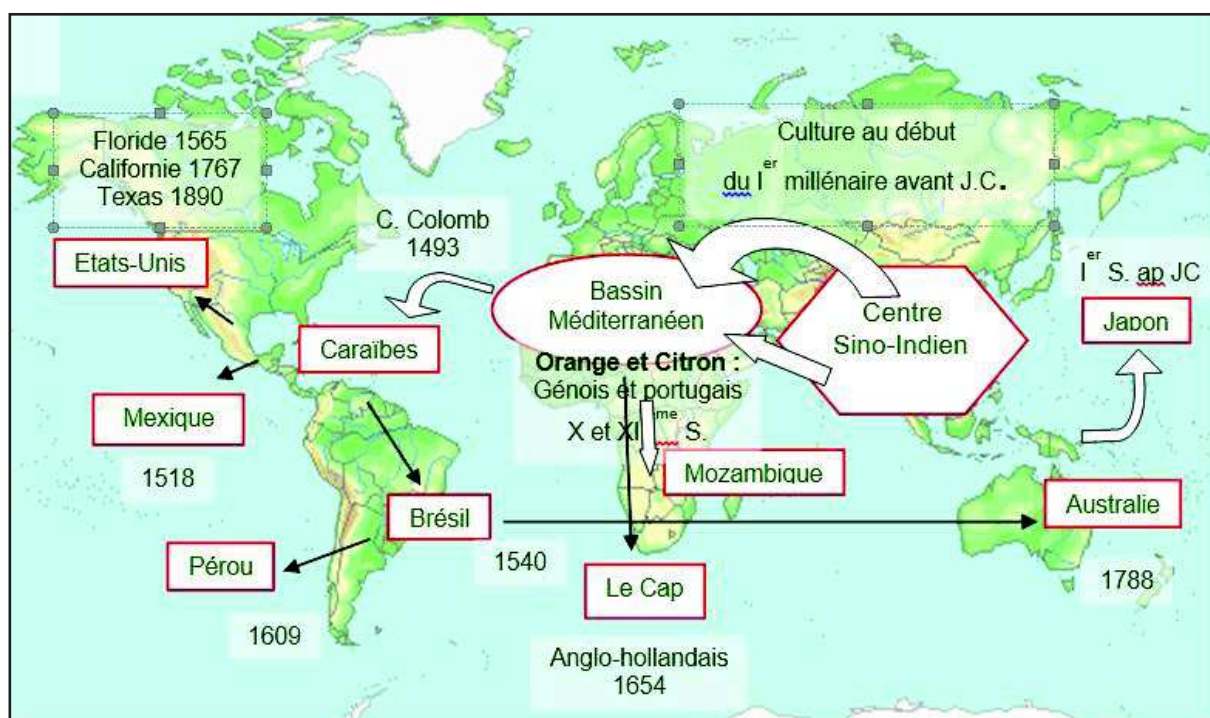


Figure n°1 : Origine géographique et diffusion des agrumes dans le monde
(Jacquemond *et al.*, 2013)

Les agrumes ont été disséminés au cours des siècles dans différentes régions du monde. Leur apparition dans le bassin méditerranéen est très ancienne et remonte aux échanges entre

l'Orient et l'Occident occasionnés par les négociants qui ont accompagné la route de la soie bien avant l'ère chrétienne.

Ultérieurement, les contacts établis par les navigateurs de XV^e siècle ont conduit à amplifier la dissémination de ces arbres qui ont souvent été, ensuite, redistribués vers les zones tropicales d'Afrique et d'Amérique, à partir de l'Europe (Aubert et Vullin, 1997).

2- Origine et diffusion

Le terme agrumes est d'origine Italienne, il dérive du latin *agrus* qui, autrefois, désignait les plantes dont les fruits ont une saveur aigre comme l'ail ou les oignons. Mais avec le temps, sa signification évolua et il fut utilisé pour décrire un groupe de plantes de la famille des *Rutaceae* qui comprend 3 genres : *Citrus*, *Poncirus* et *Fortunella*. Le mot agrume s'applique aussi bien aux arbres qu'à leurs fruits (Pesson et Louveaux, 1984). Le problème posé par la détermination exacte du centre d'origine des agrumes se complique encore du fait que l'hybridation est très fréquente. Quoiqu'il soit de cette incertitude relative, quant aux limites exactes du centre d'origine des agrumes, il se situe dans le Sud-est asiatique. Les agrumes apparaissent dans le bassin méditerranéen dès l'Antiquité. C'est à partir du bassin méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent largement diffusés. De là, ils ont été répandus selon trois voies principales citées par Jacquemond et Blondel (1986) :

- Vers l'Afrique de l'Est par les arabes.
- En Amérique centrale grâce à Christophe Colomb en 1493.
- Au Cap par les Anglo-hollandais en 1654.

3- L'aire agrumicole

Celle-ci est aujourd'hui très vaste : elle se situe approximativement sur une bande comprise entre 40° de latitude Nord. Mais de nombreuses maladies, pour certaines très graves et transmissibles par des insectes vecteurs, menacent sans cesse le verger mondial. Face à de tels risques, la plantation d'arbres sains est devenue une nécessité absolue à laquelle seule peut répondre la mise en place de programmes de production de plants d'agrumes à partir de matériel végétal certifié.

Depuis plus de 300 ans, le genre *Citrus* a donné lieu à de nombreuses classifications botaniques auxquelles s'ajoute une richesse importante de noms locaux, issus de la tradition

orale. Plus récemment, l'apparition d'appellation commerciale a encore augmenté le nombre des dénominations (Richard, 2004).

Selon Cassin (1984), l'aire agrumicole est répartie en trois zones climatiques principales :

- Zone intertropicale, 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 subtropicale, située entre 30° et 40° Nord et Sud.

4 - L'importance économique des agrumes :

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en termes 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 une source de fibres, d'acide ascorbique et folique, du potassium et du calcium ;
- Effet bénéfique sur la santé en contribuant dans la diminution des risques de maladies cardio-vasculaires et d'autres maladies (ITAFV, 2014).

4.1- Dans le monde :

Les agrumes présentent un intérêt économique pour de nombreux pays à travers le monde. La production mondiale des agrumes est environ de 115 millions de tonnes en 2011 (fig. 2). Les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec 71%. L'amélioration de la production est due principalement 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 (FAO, 2013).

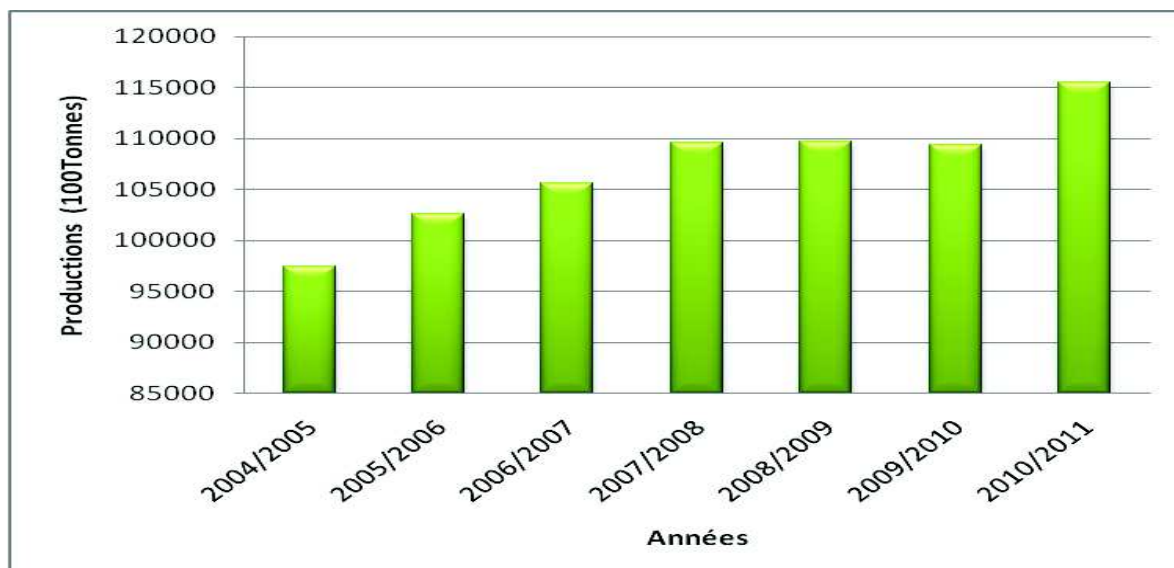


Figure n° 2 : Production mondiale des agrumes (FAO, 2013).

La principale destination de la production agrumicole mondiale est l'auto consommation. Ce segment a peu progressé en pourcentage de la production globale, avec une stabilité autour de 60 % sur ces quarante dernières années. En revanche, l'autoconsommation s'est forcément accrue en quantité, 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 (Jacquemond *et al.*, 2013).

4.1.1- Les zones géographiques majeures de production d'agrumes :

Bien que l'aire moderne de culture des agrumes soit très vaste, le Brésil, le Bassin 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 et de pamplemousses et pomelos, la part la plus importante de la production se concentre dans les pays de l'hémisphère Nord, où la récolte s'échelonne d'octobre à Mi-juin (Jacquemond *et al.*, 2013) :

- ❖ La Chine constitue le premier producteur mondial d'agrumes frais.

- ❖ Quant au jus d'orange, la production est concentrée dans deux principales zones:
 - ✓ Sao Paulo au Brésil, qui est, en effet, le plus important exportateur du jus d'orange au monde.
 - ✓ L'État de Floride aux États-Unis.

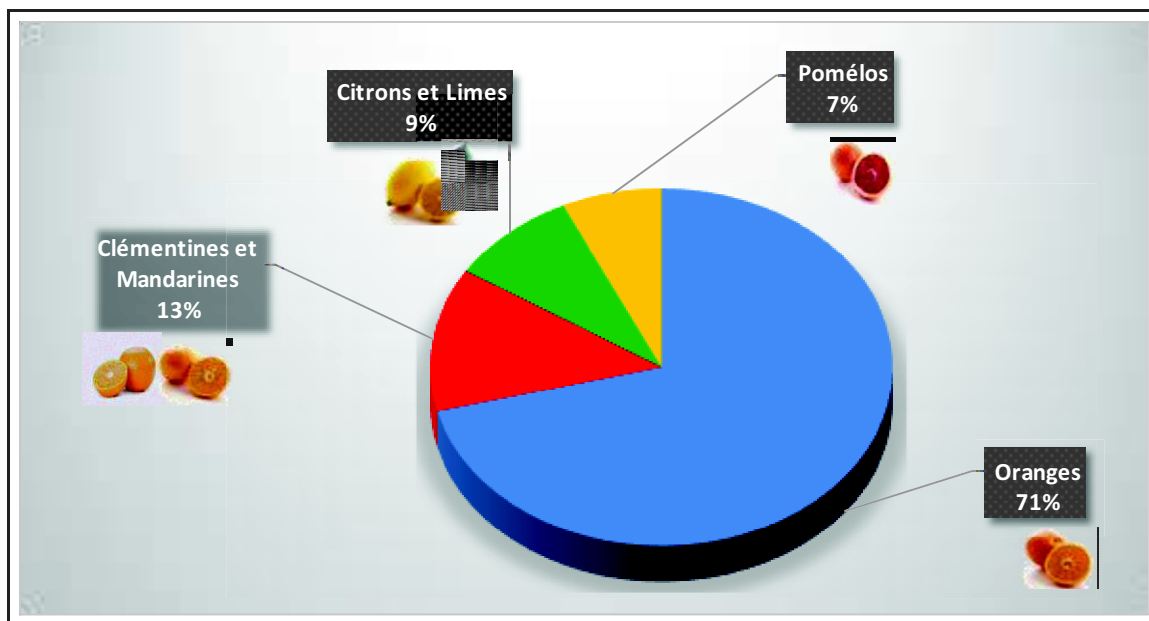


Figure n°3 : Production mondiale par type d'agrumes de l'année 2011 (FAO, 2011).

4.2 - En Méditerranée

Selon les statistiques de 2011 fournies par la FAO, la Méditerranée fait partie des principales zones de culture des agrumes dans le monde avec 22,4 millions de tonnes en 2011. Elle figure en troisième position après la Chine (22,9 millions de tonnes) et le Brésil qui produise 22,7 millions de tonnes.

La Méditerranée s'est spécialisée dans le commerce mondial des agrumes frais. D'une part la climatologie particulière de cette vaste région, aux hivers frais, permet de produire des oranges et petits agrumes d'une coloration typique et d'une saveur appréciée grâce à un bon équilibre entre sucre et acidité. D'autre part, cette zone est aussi exempte de certaines maladies de quarantaine qui sévissent dans d'autres régions du monde. Ainsi, en fruits frais, le Bassin méditerranéen contrôle pas moins de 60 % du commerce mondial des oranges et des citrons (hors limes) et plus de 70 % de celui des petits agrumes. La part du pomelo est relativement faible car cet agrume a une physiologie particulière et nécessite des températures élevées et

régulières pour exprimer pleinement son potentiel gustatif (coloration externe et interne pour les variétés rouges et rosées, baisse de l'amertume et de l'acidité et augmentation du taux de sucre).

Cependant, le débouché industriel, même s'il n'est généralement pas dominant, est un élément clé de l'équilibre économique des filières méditerranéennes. Il permet de réguler les volumes proposés sur le marché du frais et de valoriser les sous-produits des chaînes de conditionnement (Jacquemond *et al.*, 2013).

4.3 - En Algérie

En 1964, le verger agrumicole Algérien représentait une superficie de 45000 ha pour une production de près de 450000 tonnes pour toutes variétés confondues (FAO, 2011). En 1970, beaucoup d'efforts ont été fournis pour améliorer d'avantage le niveau de production qui a atteint 530000 tonnes (MADRP, 2013). De la fin des années 80 jusqu'à 1999, l'agrumiculture a connu une régression caractérisée par de faibles productions dont les effets sont : un arrêt de développement, une érosion du savoir-faire due à un délaissement des vergers. En effet à partir de cette date aucune exportation n'a été enregistrée jusqu'à 1995 où une légère tentative d'exportation a été constatée avec 12000 tonnes.

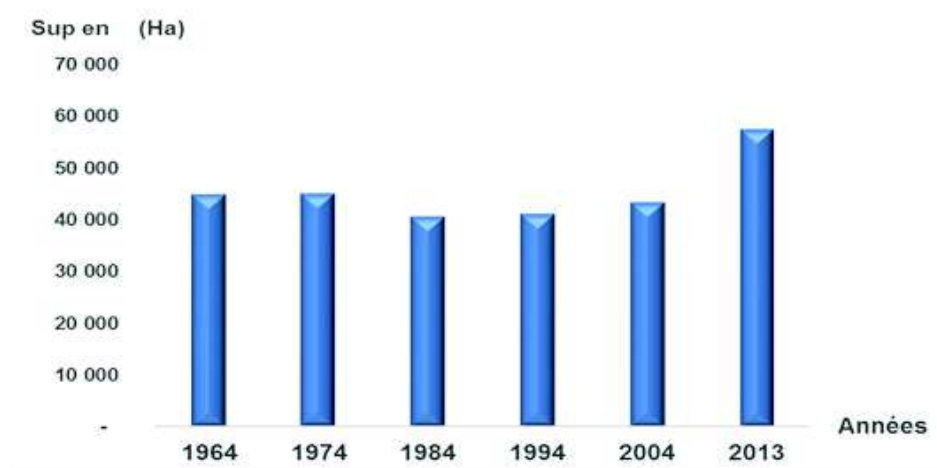


Figure n° 4 : Evolution des superficies en rapport des agrumes depuis l'indépendance à 2013 (MADRP, 2013).

Un regain d'intérêt vers l'agrumiculture a été enregistré ces dernières années. Les agrumiculteurs sont fortement encouragés par le programme national du développement agricole. Ainsi, 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. Ces accroissements en superficie sont accompagnés avec des augmentations sensibles dans la production agrumicole où la production totale en agrumes de l'année 2013 a atteint 1.204.801 tonnes de toutes variétés confondues (Fig. 5).

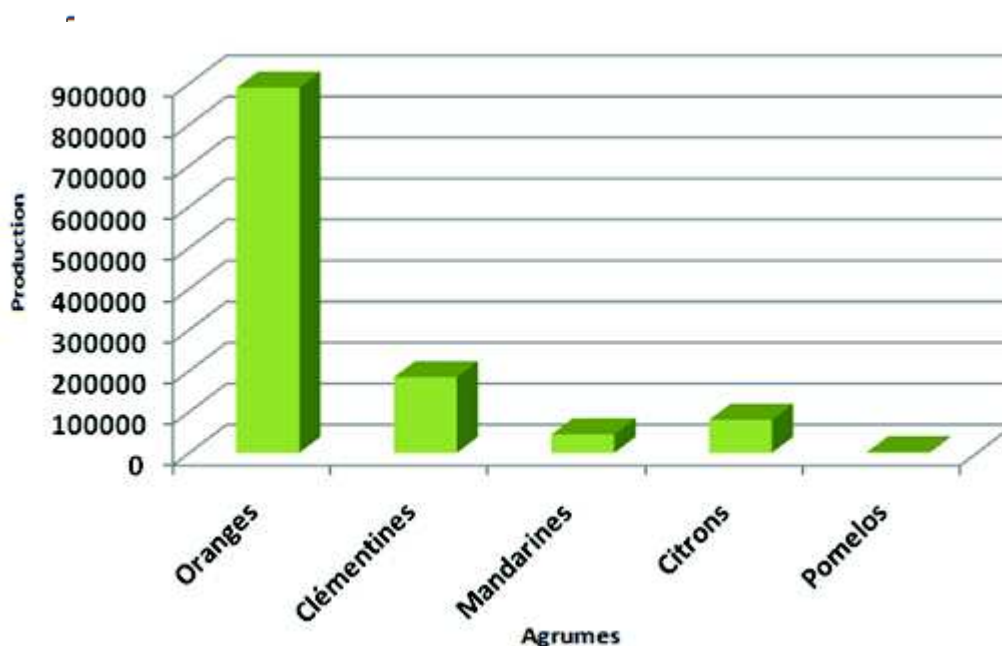


Figure 5 : Production des agrumes en Algérie de l'année 2013 (MADRP, 2013)

4.3.1 - La composition variétale :

En Algérie, Le verger agrumicole est constitué de tous les groupes *Citrus* avec une prédominance des oranges, qui occupe à lui seul, 73% de la surface agrumicole totale, suivies du groupe des clémentiniers avec 16% de la surface agrumicole puis du groupe citronniers avec 6,9% 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, et en dernière place, le groupe des pomelos avec 0,1% de la superficie totale (régression des superficies plantées annuellement) (Fig. 6).

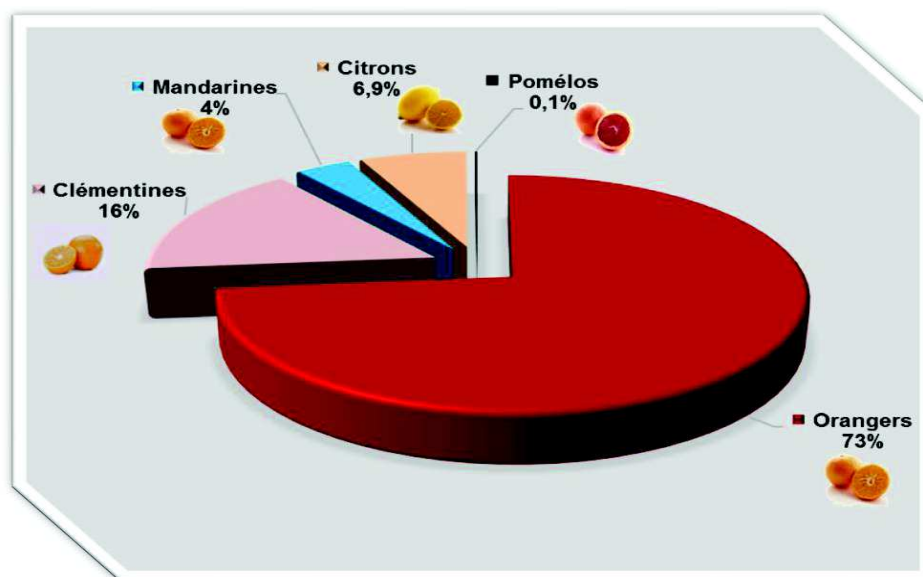


Figure 6 : Répartition des superficies agrumicoles par groupe de variétés (MADRP, 2013).

4.3.2 - Les zones de production :

La culture des *Citrus* est localisée essentiellement dans les zones irrigables de la partie Nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite. La plaine de la Mitidja de la région centre du pays est la zone potentielle en agrumiculture, elle couvre une surface de : 36 219 ha en 2013 ce qui représente environ 56,4% de la superficie agrumicole totale (fig. 7).

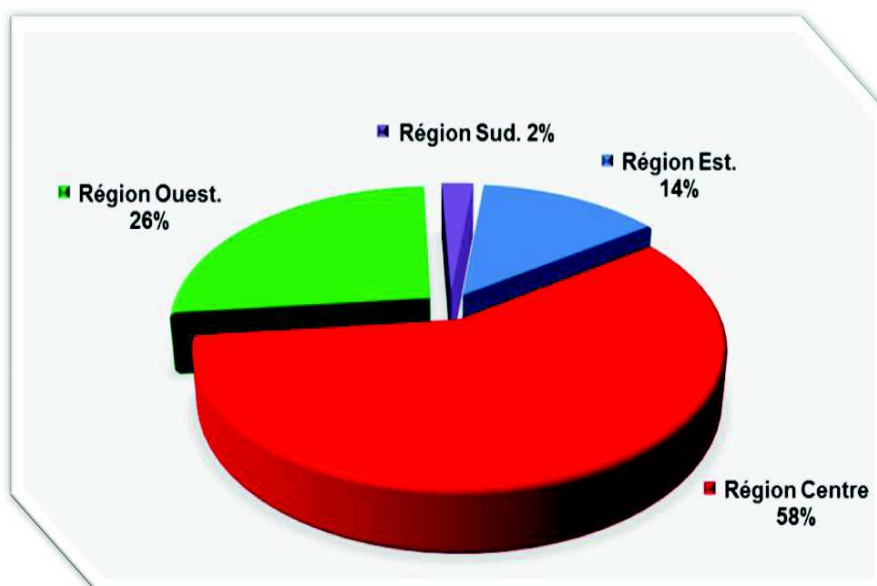


Figure n° 7 : Répartition des superficies agrumicoles par région (MADRP, 2013).

5- Caractéristiques générales

5.1 La classification botanique des agrumes :

L'oranger est un arbre épineux à feuilles persistantes, de la famille des **Rutacées**, cultivé comme arbre fruitier dont la majorité des espèces sont ornementales (Mazoyer *et al.*, 2002). Sous le nom d'agrumes sont regroupées plusieurs espèces du genre *Citrus* : quelques rares espèces du genre *Fortunella* et *Poncirus*. Les *Citrus* se croisent naturellement entre eux et sont sujets à des mutations. Les hybridations entre les trois genres cités sont également possibles (Mazoyer *et al.*, 2002).

On distingue cinq groupes d'agrumes : les oranges, les citrons, les limes, les pomelos et les petits agrumes (clémentines, mandarines, kumquats ...). A partir de principales espèces, plusieurs hybrides ont été obtenus à l'exemple de Rouse (1988) :

- Citrumelo (poncirus et citrus x paradisi).
- Calamondin (mandarine et kumquat).
- Tangelo (mandarine et citrus x paradisi).
- Citrandarin (mandarine et orange).
- Citrange (poncirus et orange).
- Clémentine (mandarine et orange).

5.2 - Présentation botanique

Selon Richard (2004), les agrumes sont composés de deux parties : la partie souterraine qui forme le porte-greffe et la partie aérienne (greffon) qui porte les fruits de la variété de l'espèce cultivée.

5.2.1 - La partie souterraine

- Les racines principales : les racines sont très solides et ont également pour fonction de maintenir au sol un arbre généreux dont la frondaison présente, par sa persistance et son abondance, une forte prise au vent.

- Les racines secondaires : elles absorbent les éléments minéraux indispensables à l'alimentation de l'arbre en éléments nutritifs.

5.2.2 - La partie aérienne

- **Le tronc** : on greffera sur ce dernier, à quelques dizaines de centimètres du sol, la variété choisie. Le tronc conduit, vers la frondaison, la sève riche en éléments minéraux.
- **Les branches charpentières** : elles prennent naissance sur le tronc et restent limitées par la taille au nombre de trois ou quatre et porteront les sous-mères, qui porteront à leur tour les rameaux végétatifs et les rameaux fructifères.
- **Les feuilles** : selon les espèces et les variétés, mais aussi selon l'âge et la taille, les feuilles présentent des formes et des tailles très diverses. Plus larges et plus grandes, celles du citronnier sont aussi plus claires que celles de l'oranger, ovales et d'un vert sombre.
- **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** : ils varient selon les espèces et les variétés et présentent des poids et des tailles variables. Ils sont oblongs ou sphériques. L'épiderme (on dit aussi l'écorce) est jaune ou vert et contient les glandes riches en huile essentielle largement utilisée en aromathérapie. La pulpe est la chair du fruit qui renferme plus ou moins de jus ; se divise par quartier 8 à 11 pour les citrons.

5.3 - Les climats

La culture des agrumes se localise dans une zone définie entre le 40° degré de latitude Nord et le 40° degré de latitude Sud (Richard, 2004).

5.3.1 - La température : les agrumes sont sensibles à toutes les températures inférieures à 0°C, par contre ils peuvent supporter des températures élevées supérieures à 30°C à condition qu'ils soient convenablement alimentés en eau (Loussert, 1985). Les températures

moyennes annuelles favorables sont de l'ordre de 14°C. La température moyenne hivernale est de 10°C et la température moyenne estivale est de 22°C

5.3.2 - La pluviométrie : Les citrus comptent parmi les arbres fruitiers les plus exigeants. Les besoins annuels varient entre 1000 à 1200 mm, dont 600 mm pendant l'été, qui ne peuvent être fournis que par l'irrigation surtout dans les zones méditerranéennes (Mutin, 1977).

5.3.3 - L'humidité : elle ne semble pas avoir une forte influence sur le comportement des agrumes aux mêmes latitudes. Elle a par contre des incidences sur le développement de certains parasites ainsi que la fumagine et les moisissures (Loussert, 1989b). Certains ravageurs comme les cochenilles peuvent proliférer en colonies importantes. Une humidité basse provoque une intense respiration du végétal et ainsi les besoins en eau augmentent.

5.3.4 - Le vent : Blondel (1959), qualifie le vent comme étant l'ennemi le plus important des agrumes. Les dégâts qu'il cause dans les jeunes plantations sont incalculables suite à la chute précoce des fruits. Les orangers doivent être protégés des vents par l'installation de brise vent de Casuarina, Cyprès, d'Acacia et de Pins (Loussert, 1985).

5.4 - les sols

Selon Richard (2004), les orangers et les citronniers aiment les sols riches et bien aérés, sableux ou sablonneux où le système racinaire se développe facilement en profondeur. Les sols argileux sont peu favorables à la production de fruits, les orangers et citronniers tolèrent peu l'eau stagnante. La précaution élémentaire veut qu'avant toute plantation, la terre choisie puisse être analysée sur deux niveaux : sol et sous-sol. On peut améliorer les caractéristiques d'un sol en installant des drains pour évacuer les eaux stagnantes ou en excès lorsque la terre est trop limoneuse ou argileuse. On veillera également à procurer un amendement organique pour les sols trop légers. Nous comprenons donc que les agrumes sont des arbres plutôt exigeants : terre fertile et équilibrée nécessitant amendements organiques ou calciques et fumure de fond.

6 - Description du citronnier (*Citrus limon L*)

Les citronniers sont généralement des arbres vigoureux, épineux qui atteignent une grande taille lorsque les conditions de culture sont favorables.

- **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 fruits** sont de forme ovale avec un mamelon plus ou moins apparent à leur extrémité.



Figure 8 : Fruit et fleur du citronnier

7 - Les techniques de culture

7.1 - La multiplication des Agrumes :

Les agrumes se multiplient par semis et greffage. Seuls le calamondin et le cédrat peuvent être également multipliés par bouturage (Richard, 2004).

7.1.1 - les semis

Ce type de propagation présente l'inconvénient de donner très souvent des plantes différentes de la plante d'origine. Elles ne produisent de fruits que très tardivement et beaucoup plus tard que les plantes obtenues par greffage. Ce type de multiplication est utilisé surtout pour la production de porte-greffe puisqu'il offre l'avantage de permettre un enracinement puissant (Colombo, 2004 ; Richard, 2004).

7.1.2 - Le greffage

C'est le mode de multiplication le plus utilisé. Il a pour avantage de reproduire en de multiples exemplaires une variété dont les qualités ont été retenues. En effet, par greffage, on obtient des plantes identiques aux plantes d'origine, plus uniformes, commençant à produire beaucoup plus rapidement. Le greffage permet, également de surmonter certains problèmes de pathologie et aide les plantes à s'adapter aux différents substrats et conditions climatiques. Les opérations de greffage s'effectuent de préférence par temps doux et humide. L'entretien des jeunes plants greffés consistera à désherber et à biner régulièrement, à procurer sans excès l'engrais azoté et à arroser régulièrement (Colombo, 2004 ; Richard, 2004).

Parmi les techniques de greffe, les agrumes préfèrent la greffe en écusson, la greffe anglaise et la greffe en couronne (Colombo, 2004).

7.1.3 - Le bouturage

Cette technique est utilisée surtout pour les espèces ornementales. L'avantage est sa simplicité et le fait d'obtenir des plantes identiques à l'originale. Mais, cette technique de multiplication, tout comme le marcottage, n'est guère employée (Colombo, 2004 ; Richard, 2004).

7.2 - La plantation

La préparation du sol avant la plantation a pour objectif d'approfondir le réservoir sol et d'améliorer sa structure. La première phase suppose le défoncement sur une profondeur de 0,7 à 0,9m. Ces opérations doivent s'effectuer au moins 6 mois avant l'installation du verger. La seconde phase consiste en une reprise sous forme d'un labour (plus profond sur sous-solage que sur défoncement), ce qui permet d'enfouir la végétation. C'est avant cette seconde phase que sera fait l'apport éventuel de la fumure de fond (Richard, 2004 ; ITAFV, 2007).

Le meilleur moment pour mettre en place des jeunes plants d'agrumes est le printemps, de la fin Mars au mois de Mai, selon les régions, lorsque le risque de gel est passé et lorsque les plantes peuvent avoir une reprise végétative rapide. Pendant cette période, les conditions sont

réunies pour que les plantes prennent bien et se développent rapidement, ce qui leur permettra d'arriver en période de repos avec une réserve de substances nutritives adéquate (Colombo, 2004).

Le choix d'une densité d'arbres à l'hectare est complexe et tient compte de divers facteurs tel que le climat, la qualité du sol, l'association porte-greffe-variété, ainsi que de techniques culturales mises en œuvre ainsi que la taille (Aubert et Vullin, 1997).

7.3 - L'irrigation

L'irrigation est essentielle pour garantir une bonne production, notamment en cas de sécheresse prolongée. Certaines phases sont particulièrement délicates, notamment celles suivant la nouaison, où l'on constate souvent que des petits fruits se mettent à tomber (Colombo, 2004).

7.4 - La taille

D'après Colombo (2004) et Richard (2004), les principes de la taille des agrumes sont les suivants :

- 1/ le jeune plant ne demande pas à être taillé avant la troisième année, le temps généralement nécessaire pour que le système racinaire s'ancre bien dans la terre. Il faudra simplement éliminer les gourmands.
- 2/ donner à la frondaison une forme de sphère surbaissée (proche du port naturel des agrumes), afin d'éviter un trop grand gaspillage de sève et de faciliter la cueillette.
- 3/ pour assurer une taille de fructification correcte, il est nécessaire de tenir compte que la fructification se fasse sur les branches de l'année précédente et que le développement des rameaux se fait au printemps, au début de l'été et à l'automne. Donc, la taille peut être pratiquée dès la fin de l'hiver (après les dernières gelées) et jusqu'au début du printemps (avant la floraison). La taille ne devrait jamais être effectuée en Février-Mars, au moment où l'accumulation des substances de réserves, nécessaire pour la nouaison, est élevée.
- 4/ un arbre vigoureux et en bonne santé n'aura besoin que d'une taille légère, l'arbre chétif sera taillé plus sévèrement.
- 5/ pour une bonne floraison, l'arbre doit posséder une quantité de feuilles appropriée.

- 6/ les branches doivent pouvoir soutenir le poids des fruits sans se briser ou affaiblies après avoir fleuri, ou bien les branches recourbées vers le bas.
- 7/ dans certaines espèces, telles que le mandarinier ou le clémentinier, elles ont une certaine profusion des pousses : il faut donc les éclaircir pour que les petits rameaux soient correctement espacés. Pour ces espèces, la taille doit être effectuée tous les ans, pour éviter l'alternance de production. Pour d'autres espèces, comme les orangers, la taille peut être moins fréquente.

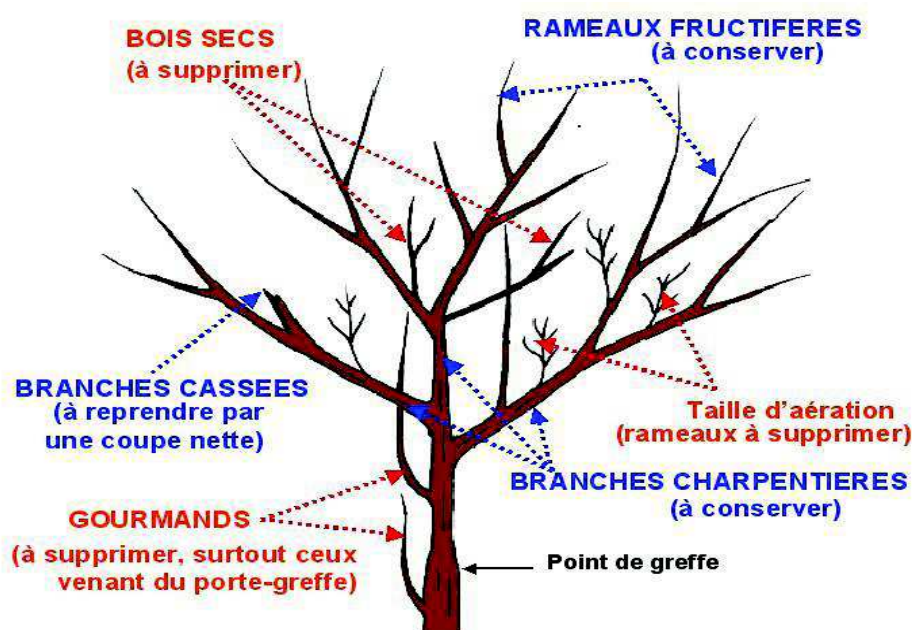


Figure n° 9 : Schéma de la taille d'entretien des agrumes (ITAFV, 2009).

7.5 - La cueillette et la conservation des fruits

La cueillette des agrumes peut s'étaler sur une longue période, en particulier pour le citronnier. Pendant la cueillette, il faut veiller à ne pas abîmer les fruits afin de ne pas ouvrir la voie aux parasites. Pour cueillir le fruit, il faut le tirer tout en tordant, de sorte que le pétiole et les résidus du calice restent attachés à la branche (Colombo, 2004 ; Richard, 2004).

Pour leur bonne conservation, il est indispensable de nettoyer les fruits pour éliminer les résidus de terre et de produits phytosanitaires, il faut les traiter avec un produit fongicide afin de les protéger des champignons, en association avec une cire qui les protégera de la dessiccation qui, après brossage, leur donnera un bel aspect brillant (Richard, 2004).

8 - Les ennemis des agrumes

L'insuffisance de surveillance et la négligence des agrumiculteurs rendent les vergers agrumicoles susceptibles à de nombreuses affections et de nombreux ravageurs.

8.1 - Les maladies

Les agrumes, avec leur diversité, sont assujettis à plusieurs types de maladies physiologiques et parasitaires. A travers les régions agrumicoles mondiales, il a été rapporté plusieurs cas de ces maladies graves dont les dégâts ont pris un aspect désastreux.

8.1.1 - Maladies fongiques

Les agrumes font face à plusieurs maladies fongiques, les dégâts causés par ces maladies peuvent être considérés comme importants par leurs influences sur la durée de vie des arbres ou par les pertes qu'elles entraînent sur la production.

Tableau n°1 : Les principales maladies fongiques d'agrumes (ACTA ,2008).

Maladies	Pathogène	Symptômes
Gommose (pourriture Des racines).	<i>Phytophthora</i>	Dépérissement de l'arbre Jaunissement des feuilles Mise à fruit anarchique chancre gommeux à la base du tronc
Pourridiés	<i>Armillaria mellea</i>	Dépérissement brutal de l'arbre, sous l'écorce des racines et dans le sol présence d'un réseau de filaments d'aspect cotonneux d'abord blanchâtres puis bruns.
Greasy spot	<i>Mycosphaerella citri</i>	Taches d'aspect graisseux brun foncé surtout visibles sur la face inférieure du limbe.
Trachéomycose	<i>Deuterophoma</i>	Dessèchement des extrémités des branches et défoliation partielles.

8.1.2 - Maladies bactériennes

Parmi les maladies bactériennes les plus importante qui affectent les agrumes on peut citer le greening transmis par certains ravageurs tels que les psylles qu'on doit contrôler pour limiter la propagation de cette bactérie intra-phloémique.

Tableau n°2 : Les principales maladies bactériennes d'agrumes (ACTA ,2008).

Maladies	Bactérie	Symptômes	Lutte préventive	Curative
Chance citrique	<i>Xanthomonas compestris</i> <i>Pv citri</i>	Petites taches jaunes se transforment en pustules liégeuses visibles sur les deux faces du limbe puis évoluent en petits cratères entourés d'un halo jaune.	Protéger les vergers par des brises vent (l'impotence de la maladie est aggravée par l'abrasion due aux poussières transportées par un vent violent).	Les traitements cupriques ont une efficacité limitée.
Greening	Réduction des feuilles prenant un aspect marbré, les nervures exposent parfois un aspect liégeux sur leurs faces supérieures. Jaunissement et dessèchement de rameaux entiers.	Cette bactériose intra-phloémique est transmise par certains psylles (homoptères) et lors de greffage. En début d'attaque, ces symptômes se limitent à une fraction de la couronne de l'arbre, en cela ils se distinguent de ceux produits par une carence alimentaire qui touche l'ensemble de la frondaison.	Supprimer les vieux arbres malades. Planter de matériel végétal sain. Désinfecter le matériel de travail.	Lutte biologique contre les vecteurs est possible.

8.1.3 - Maladies virales :

Les dégâts occasionnés par les maladies virales comme la psorose, la tristeza sont prédominantes dans les vieilles plantations.

Tableau n°3: Les principales maladies virales d'agrumes (ACTA ,2008).

Maladies	Virus	Symptômes	Lutte
Psorose écailleuse Psorose olvéolaire Psorose en poche Exocortis Cachexie Xyloporose Tristéza	<i>Citriovirus viatoris</i>	Desquamation de l'écorce sur une partie du tronc et des branches. Apparition d'échancrures et d'invagination plus ou moins profondes. Réaction d'incompatibilité au niveau de la greffe plus ou moins important de l'arbre Tous ces symptômes ne sont pas visibles en même temps et sont en général longs à se maintenir	La maîtrise de ces maladies passe par l'obtention de matériel sain et par l'utilisation d'association porte greffe /greffon compatible et de variétés résistantes, pas de lutte chimique.

8.1.4 - Maladies physiologiques :

Selon Anonyme (1968) on distingue:

- Maladies de carence et de nutrition.
- 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.

8.1.5 - Les ravageurs

En Algérie, les principaux ravageurs des agrumes sont les cochenilles, la mouche des fruits, les aleurodes et les pucerons il causent divers dégâts, certains se nourrissent au dépend de la plante entraînent des déformations des feuilles et des fruits d'autre secrètent des substances toxiques pour la plante ou peuvent attirer des fourmis et provoquer la formation du fumagine ; ce sont également vecteur de maladies à virus comme la Trizteza transmis par les pucerons. Le Greening véhiculé par les psylles.

Tableau n°4 : Les principaux ravageurs d'agrumes insectes et autres (ACTA ,2008).

Nom Scientifique	Commun	Description et dégâts	Lutte
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> <i>Lepidosaphes gloverii</i> <i>Icerya purshasi</i> <i>Pseudococcus citri</i>	Pou rouge Cochenille serpette Cochenille australienne Cochenille blanche	Présence de petits boucliers de forme et de coloration variables, de 1 à 4 mm, Dégâts sur feuilles, rameaux et fruits après piqûres dues à différentes espèces de cochenilles.	Pulvériser des insecticides.
<i>Toxoptera aurantii</i> <i>Aphis spiraecola</i>	Pucerons	Avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles..	Lutte chimique.
<i>Phyllocnistis citrella</i>	Mineuse des feuilles	Feuilles minées entre les deux épidermes par une chenille de micro-lépidoptère.	un parasitisme naturel contrôle cet insecte.

<i>Ceratitis capitata</i>	Mouche méditerranéenne des fruits	La femelle adulte de ces mouches Pond ses œufs dans les fruits. Les asticots se nourrissent de la chair des fruits et provoquent des pourritures. Lorsque les fruits commencent à jaunir, ils deviennent très attrayants pour les mouches. Cicatrice de ponte et galerie de larve dans les fruits, développement des pourritures secondaires.	Surveillance par pièges attractifs. Traitement chimique par tache. Lutte biologique possible en utilisant des parasitoïdes
<i>Scirtothrips aurantii</i>	Thrips	Déformation des feuilles dues aux piqûres d'insectes.	Lutte chimique
<i>Trioza erythrae</i> <i>Diaphorina citri</i>	Psylles	Petites galles sur les limbes et déformation des feuilles.	Les traitements insecticides sont peu efficaces.
<i>Tylenchulus Semipenetrans</i> <i>Radophilus similis</i>	Nématodes	Croissance ralentie des arbres ; pas de symptômes spécifiques.	Traiter les sols avec un nématicide.
<i>Panonychus citri</i> <i>Tetranychus urticae</i>	Acariens	Les Tetranychus apparaissent en saison chaude et sèche, à l'approche de la récolte, parfois aussi en période chaude et humide. Décoloration des jeunes pousses et feuilles.	Contrôle naturel possible par acariens prédateurs. Lutte chimique.

1 - Etude du bio-agresseur : *Aonidiella aurantii*

Les cochenilles, des ravageurs aussi envahissants et nuisibles que les pucerons et les Aleurodes s'installent sur de très nombreuses espèces végétales en arboriculture ornementale et fruitière, viticulture et oléiculture, dans les cultures ornementales et florales (Anonyme ; sd.). Ces homoptères, du même ordre que les pucerons et les aleurodes, sont parmi les plus spécialisées et implantées dans tous les biotopes. On peut les trouver sur toutes les parties de la plante-hôte, feuilles, fruit, branches, tronc et racines.

Les femelles adultes sont totalement dépourvues d'ailes et presque immobiles. Elles peuvent avoir ou non des pattes et ont l'allure de sac sans distinction entre la tête, le thorax et l'abdomen. La plupart produisent des sécrétions cireuses qui recouvrent leur corps, et vont d'une mince feuille translucide à une masse épaisse. Elles peuvent présenter des aspects poudreux, farineux. Les populations sont groupées en colonies.

Les mâles adultes ressemblent à des insectes que l'on peut qualifier de « classiques », car ils possèdent une paire d'ailes, de pattes bien développées et une nette segmentation tête-thorax-abdomen. Les mâles sont rarement capturés parce qu'ils sont très petits. Dépourvus de d'appareil buccal, ils sont incapables de se nourrir et ne vivent que quelques jours.

1.1 - Classification

Plus de 6 000 espèces ont été décrites par la plupart des « coccidologues » qui les ont classées dans une vingtaine de familles. Historiquement la classification des cochenilles est basée sur la morphologie des femelles. Les caractères morphologiques internes des larves et la carte génétique sont des outils précieux pour l'identification des espèces. Ainsi trois grandes familles de cochenilles ont été constituées :

- les cochenilles à corps mou (farineuses) : les Pseudococcidés
- les cochenilles à carapace : les Coccidés
- les cochenilles à bouclier : les Diaspididés

1.1.1 - Les diaspines

Les cochenilles diaspines constituent l'un des groupes d'insectes qui commettent les ravages les plus importants sur de nombreuses espèces fruitières, forestières et ornementales (Cahuzac, 1986).

1.1.2 - Aspect général

Les cochenilles diaspines sont des petits insectes reconnus par la plupart des agriculteurs sous le nom « Poux » ou « Kermes » (Guillaume, 1938). Elles sont caractérisées par un bouclier protecteur facilement détachable pour la majorité des espèces. Elles se distinguent par un dimorphisme sexuel très prononcé.

Les adultes sont des insectes élancés, à tête, thorax et abdomen nettement différencié. Ils sont caractérisés par de longues antennes et par de fines pattes terminées par un torse uniarticulé armé d'un crochet simple. Ils sont pourvus d'une paire antérieure translucide et une paire de balancier. Leurs appareils buccaux sont nettement atrophiés. Les femelles ont un corps large et aplati à céphalothorax et abdomen fusionné. Ce dernier se transforme en un véritable sac à œufs peu avant la ponte.

Les cochenilles diaspines présentent un appareil buccal de type piqueur-suceur extrêmement développé. Elles se caractérisent par leur vie fixée, mais les larves sont mobiles à l'éclosion ainsi que les mâles adultes lors de leur apparition (Anonyme, 1978).

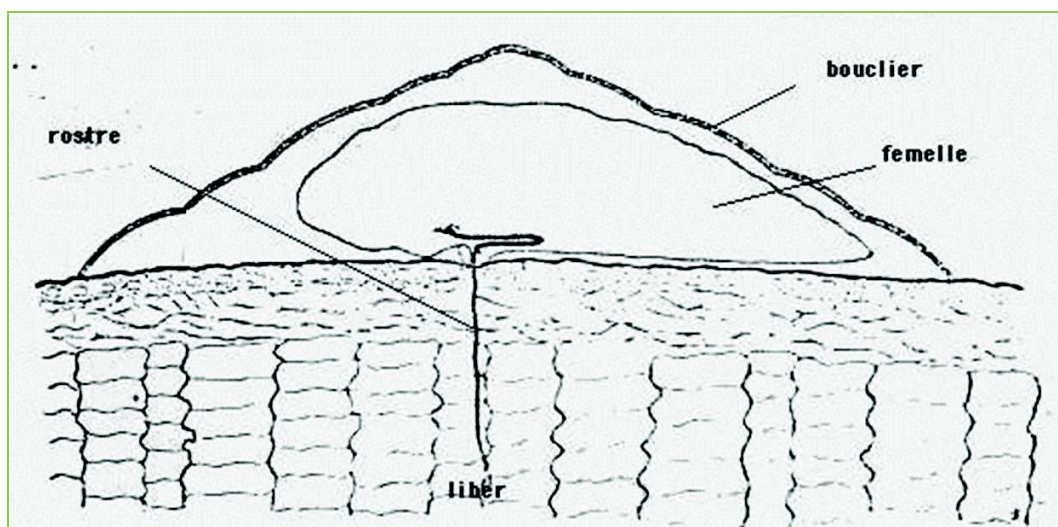


Figure n° 10 : Aspect général des cochenilles diaspines (Cors' Aphy, 2013).

1.1.3- Pou de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell)

Les Agrumes sont affectés par de nombreuses espèces de cochenilles diaspines, plusieurs espèces ont été inventoriées dans le monde et même en Algérie parmi lesquelles *Aonidiella aurantii* Maskell (Pou rouge de Californie), cochenille très polyphage. Elle est la plus importante et peut être considérée, mondialement, comme le principal ravageur des agrumes (Quilici, 1993).

a-Origine

Il est supposé originaire du sud-est asiatique, signalé pour la première fois en Corce dans les années 70. Le pou de Californie se rencontre aujourd'hui dans quasiment toutes les zones agrumicoles : Amérique du Nord, du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande, Afrique du sud, bassin méditerranéen, .etc.

b -Description

Le bouclier protecteur de la femelle est pratiquement subcirculaire à circulaire, d'un diamètre de 1.8 et environ 2 mm de long et de couleur rouge-orangé et elle possède un voile ventral très mince. Les boucliers des males mesurent entre 0.8 à 1.2 mm, sont nettement ovales et plus claires que ceux des femelles qui tirent vers le gris.



Figure n° 11 : Une colonie d'*Aonidiella aurantii* sur rameau de citronnier (Originale, 2015).

c - Cycle biologique

A. aurantii offre, en fonction des conditions du milieu, une évolution différente qui se traduit par l'appariation de générations supplémentaires selon les pays .C'est ainsi qu'entre les rives orientales et occidentales du bassin méditerranéen.

Le cycle évolutif de *A. aurantii* est semblable à celui des autres diaspines. Les femelles en réalité sont vivipares car l'éclosion des œufs à lieu juste avant la ponte, elles donnent naissance aux larves de premier stade L₁ jaunes, mobiles qui parcourent l'arbre à la recherche d'un site de fixation s'installent par ordre de préférence sur les rameaux, les feuilles et le fruit.

Les L₁ peuvent se fixer directement sous le bouclier de leur mère et engendrer une superposition de boucliers ou encroutements. Certaines larves de premier stade vont donner : **La lignée male** constituée de deux stades larvaires, Deux stades nymphaux et un stade adulte. D'autres L₁ vont donner la **lignée femelle** qui compte deux stades larvaires et un stade adulte. (Fig. 12)

Page du cycle biologique

d-Dégâts

Le pou de Californie passe l'hiver sur le tronc, les branches et les rameaux, en saison printanière les individus migrent vers les feuilles puis les fruits. En fortes densités provoquent :

- Sur branches et rameaux : des encroutements plus ou moins importants, les branches souffrent de dessèchement et de crevasses corticales.
- Sur feuilles : suite a des ponctions de sève, les feuilles jaunissent et tombent provoquent aussi des déformations par l'action toxique de la salive se qui va entrainer forcement l'affaiblissement de l'arbre.
- Sur fruit : les boucliers et les prises alimentaires entrainent des déformations du zeste, les fruits ainsi atteints sont écartés du tri et sont invendables. Les conséquences économiques vont être graves lorsque les niveaux de population sont élevés.



Figure n°13 : Citron envahit par le Pou de Californie (originale, 2015).

1.1.4 - Moyen de lutte

La lutte contre les ennemis des cultures animaux ou végétaux, est devenue une nécessité. Cette nécessité est particulièrement ressentie en agrumicultures où la production de fruits sains, indemnes et attirants est maintenant un impératif économique.

1.1.4.1- 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 (Anonyme, 2015).

Apport d'une fumure équilibrée : fertilisation du sol par dosage judicieux des amendements et de fumure et apporter des fumures en eau d'irrigation c'est ce qu'on appelle la fertigation. Toute fertilisation azotée excessive avec des produits organiques à minéralisation rapide doit être évitée sous peine d'accentuer la sensibilité aux ravageurs notamment aux cochenilles (ITAFV,2015).

1.1.4.2- Lutte chimique

La lutte chimique en agrumiculture est devenue une nécessité et si les vergers ne sont pas traités avec des insecticides, on estime à 40 % les dommages causés à la fois par les Diaspines et sur tout par le pou de Californie (Tuncyiurek, 1970). L'appariation, après la seconde guerre mondiale, des premiers insecticides de synthèse a représenté pour l'agriculture un progrès considérable. Les premiers insecticides avaient cependant des défauts : forte rémanence et large spectre d'activité, en particulier. Ils ont de plus été souvent mal utilisés et les conséquences néfastes ne se sont fait attendre. Depuis les trente dernières années les chercheurs en beaucoup travailler pour proposer une utilisation raisonnée de tous ces produits cela suppose une connaissance approfondie du ravageur qu'on veut combattre afin de choisir le moment propice pour intervenir. Le traitement d'hiver, effectuées au moment du gonflement des bourgeons sur des végétaux à feuille caduques, tel que le citronnier reste la base de la protection contre les cochenilles en arboriculture fruitières.

Pour bien réguler ces populations, il est très important de réaliser les traitements à base d'huiles d'hiver (d'anthracène, les oléomalathions, les oléoparathions et les huiles de pétrole) appliquée à haut volume, ces huiles ont une action asphyxiante sur les larves néonates de cette cochenille ainsi des autres cochenilles diaspines. En effet, il est préférable de détruire les jeunes larves avant la période où leurs ennemis naturels sont susceptibles d'intervenir (Coutin, s.d.). Lors des traitements il faut bruler les branches issues de la taille.

1.1.4.3- Bio contrôle

Les cochenilles d'une manière générale et *A.aurantii* en particulier causent d'importants dégâts sur les agrumes. Il existe pourtant une foule d'ennemis naturels, prédateurs et parasites susceptibles d'endiguer les pullulations des ravageurs. Cependant, en cas de forte infestation par le pou rouge de Californie, le taux de fruits commercialisables ne dépasse pas 75% à 80%. La lutte biologique à l'aide du parasitoïde constitue donc une solution intéressante mais doit être complétée l'utilisation d'une coccinelle prédatrice : *Rhizobius lophantae*. Cette coccinelle a une action de prédation sur les cochenilles diaspinés qui pourrait présenter un intérêt dans le nettoyage des encroutements (Leboulanger, 2014).

1.1.3.4 - Ennemis naturelles

Le tableau n°5 représente un inventaire des prédateurs et parasites de cochenilles diaspinés fait ressortir deux classes d'arthropodes. Les Arachnides représentés par une seule espèce, inventoriés en 2009 sur oranger (Biche, 2012).

Tableau n°5 : Inventaire qualitatif des parasites et prédateurs des cochenilles diaspinés sur agrumes.

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	Scymnini	<i>Pullus mediterraneus</i>
					<i>Pullus subvillosus</i>
					<i>Nephus peyerimhoffi</i>
		Sticholotidinae	Sticholotidini	<i>Pharoscymnus sp</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 - Présentation du parasitoïde : *Aphytis melinus*

Les mécanismes régulateurs de l'abondance des populations des diaspines font intervenir de nombreux organismes : les entomopathogènes, les prédateurs, les parasites et les parasitoïdes.

Selon Angelier (2002), un parasite est un organisme capable de vivre et de prospérer à la surface ou à l'intérieur du corps d'un autre organisme qui est l'hôte. Il ya un parasitisme lorsque s'établit entre deux organismes associés de façon plus au moins permanente un état d'équilibre instable dans lequel l'un des partenaires, le parasite, vit aux dépens de l'autre.

Un parasitoïde hyménoptère ou diptère le plus souvent qui vit constamment en contact étroit avec l'insecte qui lui sert de nourriture-hôte en soit à la surface (ectoparasite), soit à l'intérieur de son corps (endoparasite) entraînent sa mort. Ils s'attaquent, selon les espèces, à tel ou tel stade particulier du bio-agresseur : œuf, larve ou adulte, de taille inférieure à celle de leur hôte difficile à observer sur le terrain. En revanche, ils laissent toujours des traces.

Aphytis melinus est un parasite important de plusieurs espèces de cochenilles dont *A.aurantii* qui fait l'objet de notre étude. Cet ennemi naturel joue un rôle important dans la limitation des populations du pou de Californie en produisant une génération pour chaque génération de son hôte.

Notons la présence d'un autre parasitoïde dans notre verger d'étude et qui agit en parallèle avec l'*Aphytis melinus* sur le Pou de Californie, c'est l'endoparasitoïde *Comperiella bifasciata*.



Figure n°14 : *Comperiella bifasciata* (Adulte).

2.1 - Répartition géographique et variétale

C'est une espèce polyphage, répandue dans tout le bassin méditerranéen. Elle a été introduite en Californie pour atteindre le sud africain en 1962. Elle est très répandue sur *A.aurantii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *C. ficus*, et de *O. nerii*. Elle cohabite sur l'olivier avec *Aphytis chilensis*. (Benassy, 1986).

2.2 - Description

A. melinus est une petite guêpe de couleur jaune clair mesurant environ 2 mm de long ; la taille du male est plus faible que celle de la femelle. Ce micro hyménoptère présente des antennes courtes noueuses, deux paires d'ailes membraneuses plus longues que le corps. Les trois paires de patte sont de couleur jaunâtre, l'abdomen présente une bande sombre et porte à son extrémité des cerques avec trois soies. Lors de l'examination des organes de citronnier infestés par le pou de Californie, on a observé d'importantes colonies de cochenilles avec des boucliers troués, c'est le signe de présence d'un parasitoïde « *Aphytis melinus* ». Identifié par Monsieur Biche Mohamed professeur au département de Zoologie Agricole et Forestière à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach (ex. INA).

2.3 - Position systématique

Embranchement :	Arthropoda.
Classe :	Insecta.
Ordre :	Hymenoptera.
Super famille :	Chalcidoidea.
Famille :	Aphelinidae.
Sous famille :	Aphelininae.
Genre :	<i>Aphytis</i> .
Espèce :	<i>Aphytis melinus</i> (DeBach, 1959)

2.4 - Cycle biologique :

Selon Rosen et Debach (1979), la durée de développement des *Aphytis* est généralement courte à moins qu'elle soit interrompue par une diapause. Ces micro hyménoptères par leurs pièces génitales organisées en tarière, percent le bouclier de la cochenille et déposent leurs

pontes directement au contact du corps de l'hôte. L'éclosion de l'œuf donne la larve qui se nourrit de la cochenille ce qui la tue, la nymphose aura lieu juste après un adulte qui se libère en perçant un trou de sortie circulaire.

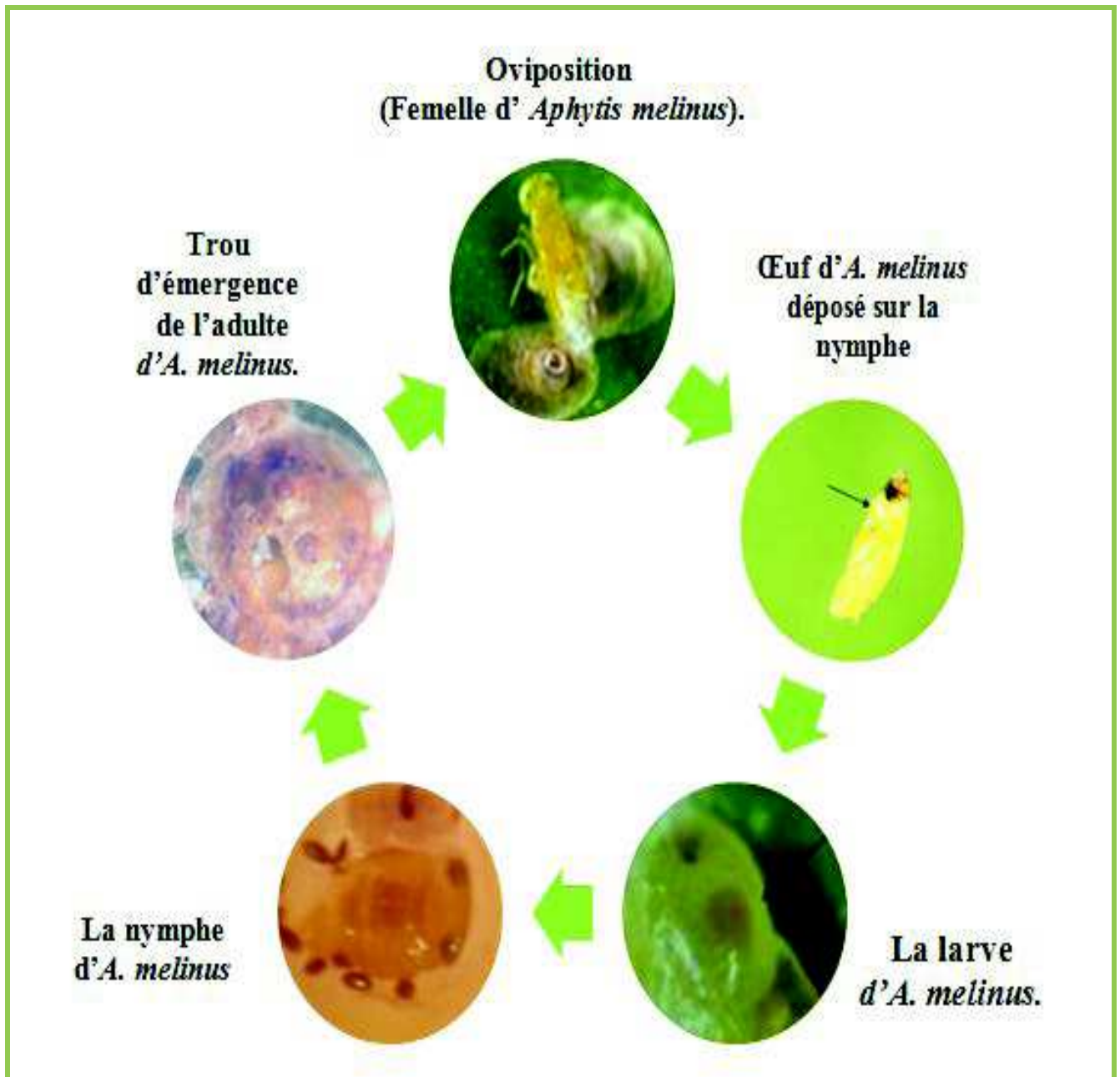


Figure n°15 : Cycle biologique d'*Ahytis melinus* (Originale, 2015).

2.5 - Biologie d'*Aphytis melinus*

2.5.1-Ponte

La femelle d'*A. melinus* détecte leurs hôtes à l'aide de ces antennes. Préfère les femelles immatures et dépose un œuf sous chaque bouclier. Elle peut pondre 1 ou plusieurs œufs dans la cochenille, selon la taille de son hôte. L'*Aphytis* peut pondre jusqu'à 25 œufs pendant toute sa vie.



Figure n°16 : Oviposition d'*Aphytis melinus* (cors'Aphyt, 2013)

3.5.2-Phase larvaire

Les larves issues de l'éclosion, sont peu mobiles se nourrissent du corps de la cochenille qui sera transformé finalement, en cadavre plat et déshydraté.

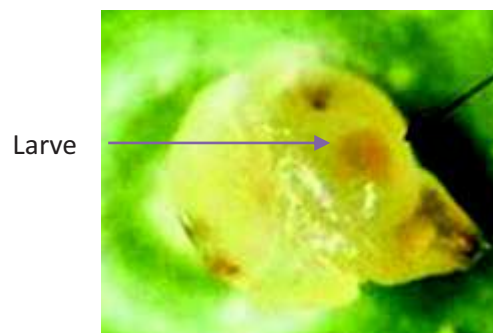


Figure n°17 : Larve d' *Aphytis melinus*.

2.5.3- Phase nymphale

Les nymphes sont de couleur jaune citron. Aucune pigmentation Caractéristique ne vient marquer les téguments. Le méconium émis au moment de la nymphose est déposé de part et d'autre en boulettes ovoïdes.



Figure n°18 : Nympe de *A. melinus*.

2.5.4 - Emergence de l'adulte

Aphytis Melinus achève son développement (2-3 semaines) jusqu'à l'âge adulte. Enfin, le parasite adulte émerge du corps de la cochenille. Un seul trou de sortie lui permet de s'échapper pour continuer la recherche de nouvelles proies.



Figure n°19 : Adulte d' *Aphytis melinus*



Figure n°20 : Trou d'émergence d' *Aphytis melinus* (Originale, 2015)

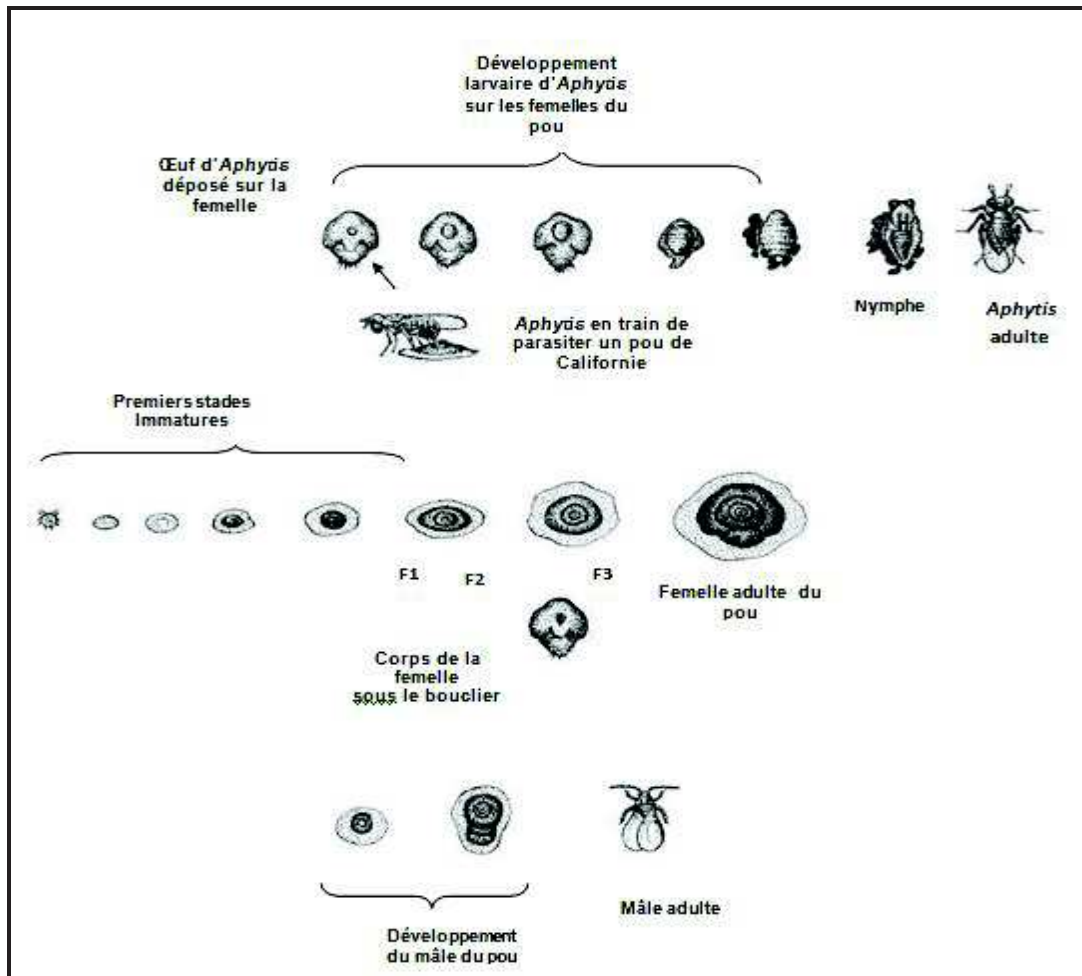


Figure n°21 : Cycle biologique du pou de Californie *Aonidiella aurantii* et de son parasitoïde *Aphytis melinus* (Chouibani M., sd)

1 -Présentation de la région d'étude

1.1 - Situation géographique

Notre étude s'est déroulée dans une exploitation privée dans la région de Rouiba qui fait 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 méditerranée, 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.

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.



Figure n°22 : Localisation de la région d'étude dans la plaine de la Mitidja orientale (Google earth, 2015).

1.2 -Etude climatique

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 et 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 n° 6 : Température 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.	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

L'examen des données mentionnées dans le tableau n° 6, nous montre que les 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. Par contre, 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

D'après le tableau n° 7 qui représente la moyenne pluviométrique mensuelle de l'année d'étude, nous remarquons que c'est durant le mois de Décembre que la pluviométrie la plus importante est enregistrée atteignant 166,2 mm. Le mois de Juillet n'a connu presque aucune précipitation et le mois d'Avril a été le plus sec (0,9 mm).

Tableau n°7 : 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
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

1.2.3-Humidité

Selon le tableau ci-dessus les moyennes mensuelles d'humidité de l'air fluctuent entre 64% et 77%, la moyenne la plus élevée d'humidité a été enregistrée le mois de janvier et mars (77%) alors que la moyenne la plus basse a été en juillet avec 64%.

Tableau n°8 : Humidité moyenne dans 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
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 n°9 : Moyenne des vents enregistrée pendant l'année 2014 dans la région de Rouiba (O.N.M., 2014).

Mois	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 Chiedent (*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, une panoplie de recensement est réalisé par plusieurs chercheurs tels que, Guessoum (1981) sur les Acariens, Benzahra (1982) sur les Gasteropodes, Molinari (1989) sur les Myriapodes et les Crustacées, 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 des orangers, des poiriers et la vigne.



Figure n°23 : La situation du verger de citronnier (Google earth, 2015).

Le verger expérimental est constitué de citronniers de même âge, répartis régulièrement sur une parcelle de 2 hectares 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 n°24 : Photo du verger d'étude.

2.2 -Méthodes d'échantillonnages

Nous avons entamé notre expérimentation le mois de mai 2014 pour l'achever vers la fin du mois de Juin 2014, soit 13 mois. Nous avons divisé notre verger en 9 parcelles d'échantillonnages égales. Chaque parcelle contient 25 arbres. Nous prenons au hasard dans chaque parcelle un arbre sur lequel on prélève à l'aide d'un sécateur 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.

Nous avons volontairement échantillonné les feuilles, les rameaux et les fruits les plus infestés de façon à travailler sur une population numériquement importante. Nous avons

récolté tous les dix jours, pendant toute la durée de l'étude, un total de 90 feuilles prélevées à raison de 10 feuilles par arbre 90 rameaux et 45 fruits pour les 9 parcelles.



Figure n° 25 : Schéma détaillé du verger.

2.3 -Travaux de laboratoire

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. Les échantillons sont soigneusement examinés sous loupe binoculaire, puis pour chaque stade de *Aonidiella aurantii* nous quantifions le total des individus vivants, morts et parasités afin d'apprécier l'état des infestations de la cochenille au cours du temps.



Figure n°26 : Examen des échantillons.

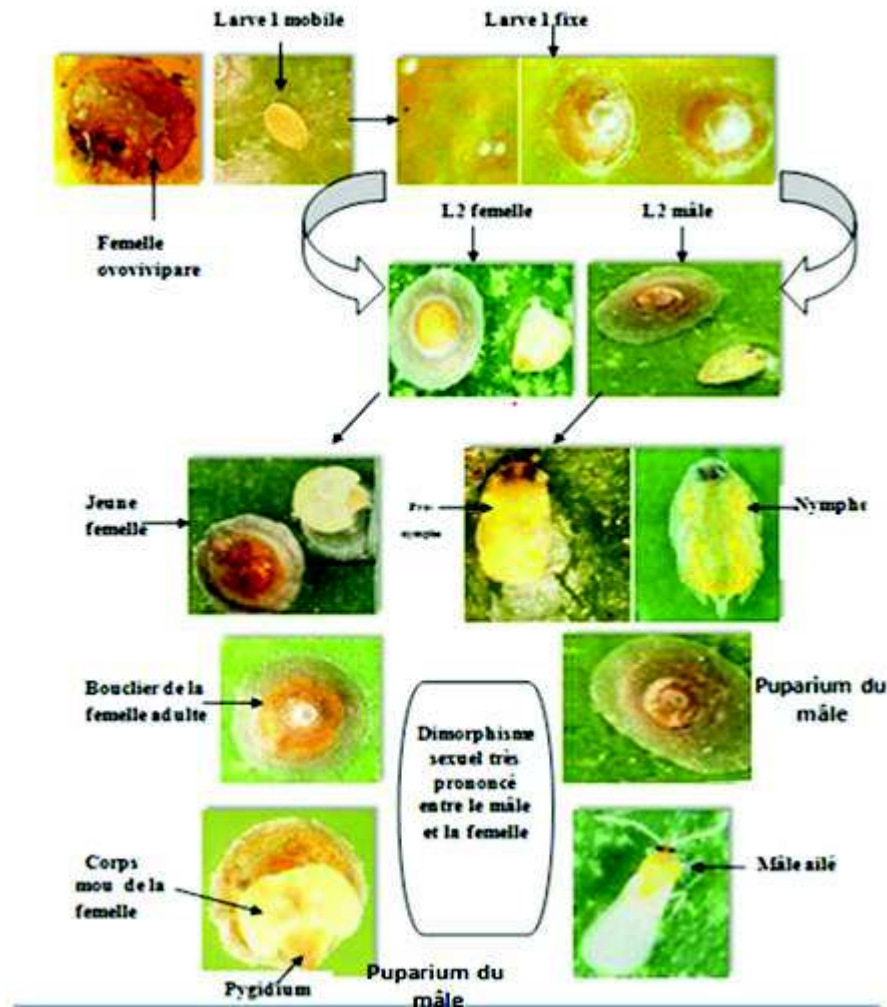


Figure n°27 : Schéma de reconnaissance des différents stades de la cochenille (*Aonidiella aurantii*).

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.

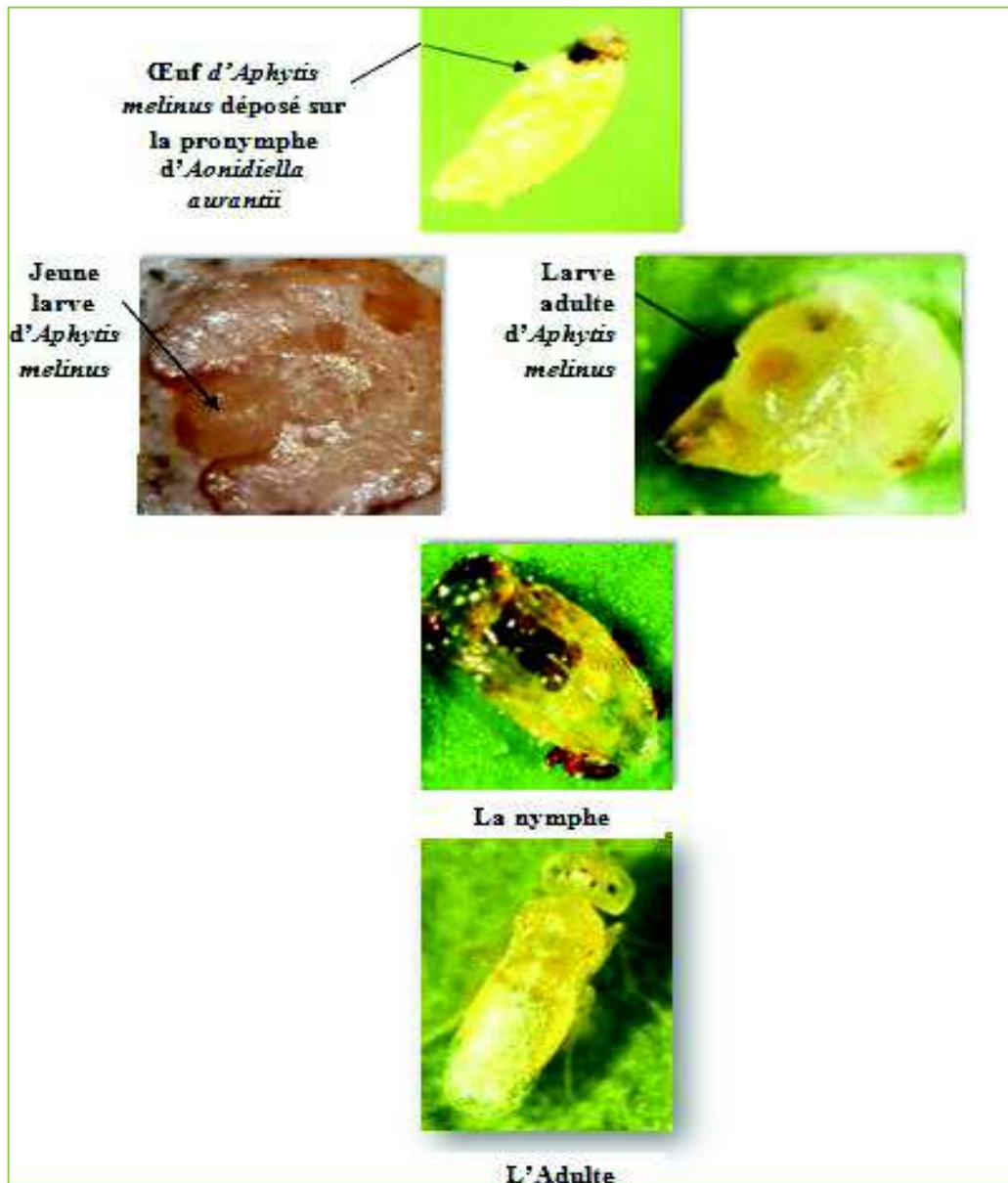


Figure n°28 : Schéma de reconnaissance du parasitisme.

Partie I : Ecologie de *Aonidiella aurantii***1 - Biologie de *Aonidiella aurantii*****1.1 - Dynamique des populations****➤ Fluctuations 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 figure n°29, fait ressortir la présence de trois sommets de populations de ces larves : le premier est enregistré le 18/05/2014 avec un pourcentage de 49,64% du total des individus vivants. Celles-ci proviennent probablement des femelles adultes de la fin de la saison printanière. Un deuxième sommet est enregistré ensuite vers le mi-août (48,75%). Ces larves proviennent des femelles adultes de la saison estivale. De cette date, on assiste à une régression de la population qui atteint son plus bas niveau le 10/10/2014 avec 16,71%. Un dernier pic est enregistré le 02/11/2014 (28,4%) de la population globale. Par la suite et tout au long de la saison hivernale, ces larves vont se maintenir à un niveau très bas dans les populations de la cochenille. Sous l'effet des températures hivernales, l'ovogénèse des femelles adultes s'annule presque complètement. Nos résultats confirment ceux de Willard (1972) (sur citronnier au sud australien) et de Merah (2002) (sur citronnier à Rouiba), qui montrent l'effet négatif des basses températures et de l'humidité sur la fécondité. 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 mars. Les effectifs de cette population vont progresser graduellement pour atteindre leur plus haut sommet le 17 mai 2015 avec un pourcentage de 48,30% comme pour l'année précédente (2014), ceci correspond à l'évolution printanière de ces larves (Fig. n°29).

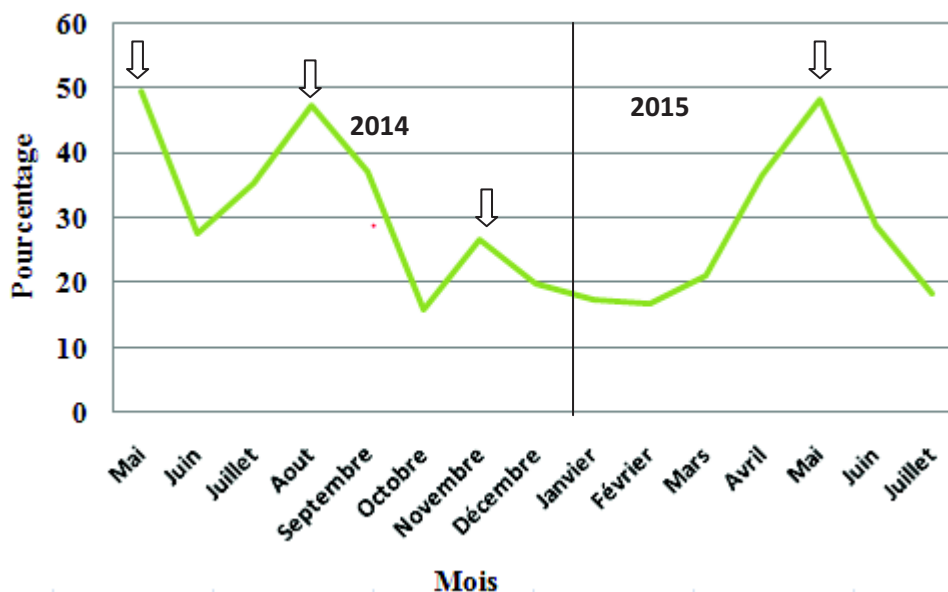


Figure n°29 : Fluctuation des larves du premier stade du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

➤ Fluctuation des larves du deuxième stade

L'évolution temporelle des larves du 2^{ème} stade coïncide avec l'allure des fluctuations des larves néonates. En effet, pour l'année 2014, on enregistre 3 sommets de populations. Le premier (40,35%) est enregistré le 29/06/2014, le second en octobre et le troisième sommet (32,43%) le 02/12/2015. Pour 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%) (Fig.30).

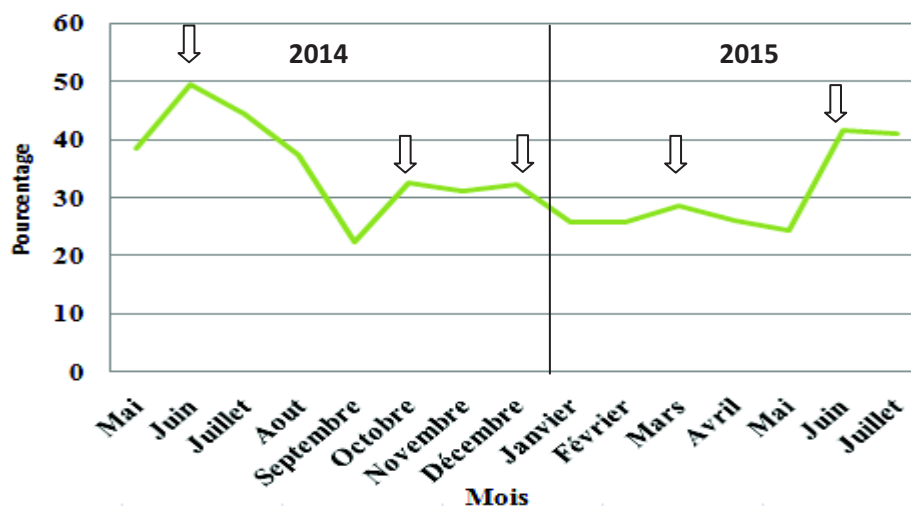


Figure n°30 : Fluctuation des larves du deuxième stade du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

➤ Fluctuation des stades nymphaux

Les résultats reportés sous forme de graphe par la figure ci-dessous, montrent que les nymphes et les pronymphes sont présentes durant toute la période de nos échantillonnages. Toutefois, on enregistre des sommets de populations plus faibles comparativement aux autres stades. Le premier pic est enregistré le 27/07/2015 avec 4,52% provenant des larves du deuxième stade larvaire mâle de la saison printanière. Un deuxième pic est enregistré le 02/11/2014 suite à la mue des larves du deuxième stade mâle de la saison estivale, pour l'année 2015. Ce taux décroît pour afficher 0,52% au mois de janvier (02/01/2015) suite à la sensibilité des nymphes et pronymphes aux basses températures hivernales. Ce cas a été observé par Abdelrahman (1974a) sur citronnier. La population nymphale reprend sa progression pour afficher à un sommet de la deuxième saison printanière avec 13,34% le 28/04/2015, le dernier pic est enregistré le 06/07/2015 avec 18,13% (Fig. 31).

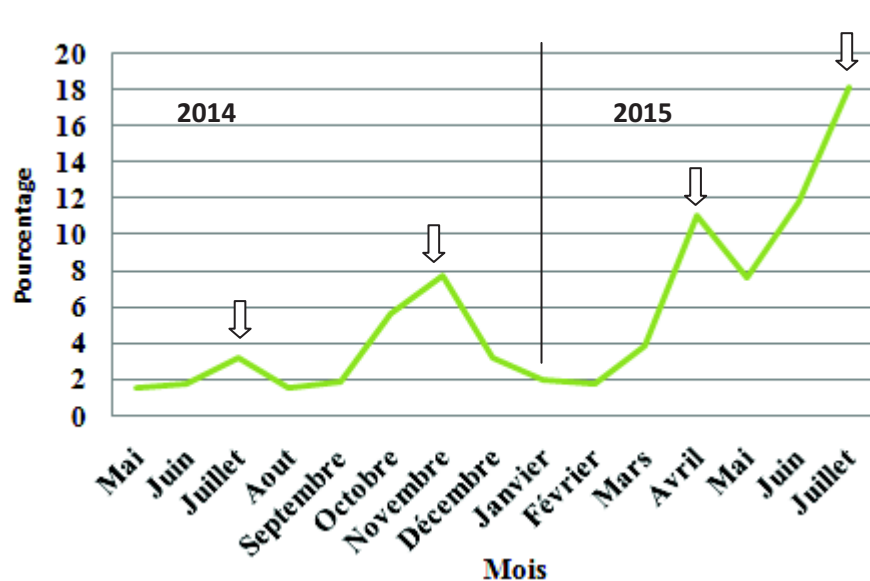


Figure n°31 : Fluctuation des stades nymphaux du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

➤ Fluctuation des femelles

Durant l'année 2014, les jeunes femelles et femelles adultes fluctuent en présentant deux pics. Le premier est enregistré le 29/06/2014 avec 23,91 % issue des larves de la saison printanière et le deuxième et le 02/11/2014 avec 32,43 %. Pour l'année 2015, un sommet

coïncide avec la saison hivernale (02/02/2015) avec 58,12% issue des larves de la même saison (Fig. 32).

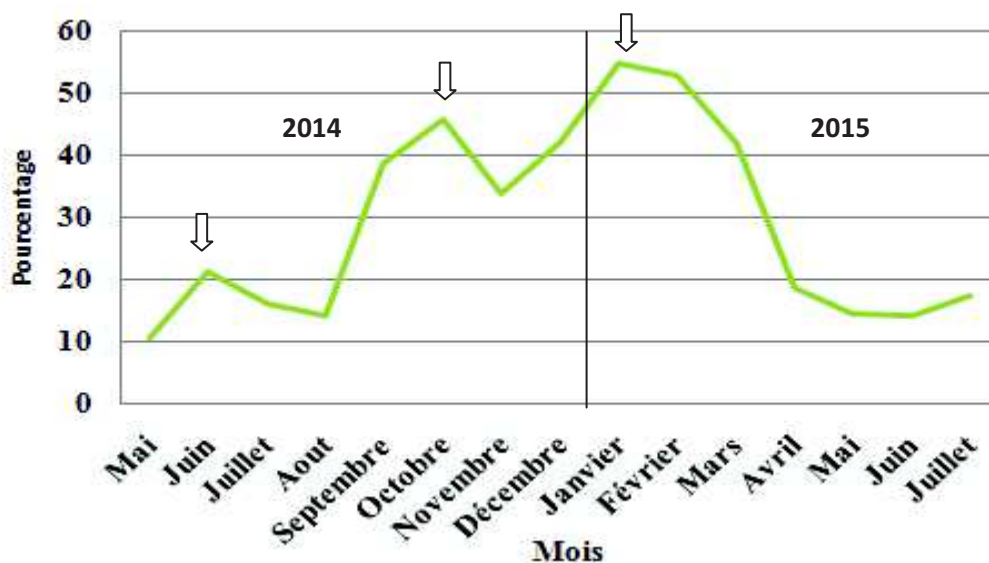


Figure n°32 : Fluctuation des femelles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

➤ Fluctuation des mâles

La proportion des mâles adultes au sein des populations de cette cochenille demeure assez faible par rapport aux autres écophases, car ils sont rarement retrouvés sous le puparium. Ils ne sont pas dotés d'appareil buccal. A leur sortie, ils recherchent une femelle pour s'accoupler et ne vivent qu'un à trois jours. On les retrouve au début de notre échantillonnage avec une valeur de 0,19% le 23/06/2014 pour atteindre un sommet de 1,97% le 27/07/2014. Un second sommet est noté le 02/12/2014 avec 4,86% de la population totale de la cochenille. Pour l'année 2015, on enregistre un autre sommet le 15/04/2015 avec 9,59% (Fig. 33).

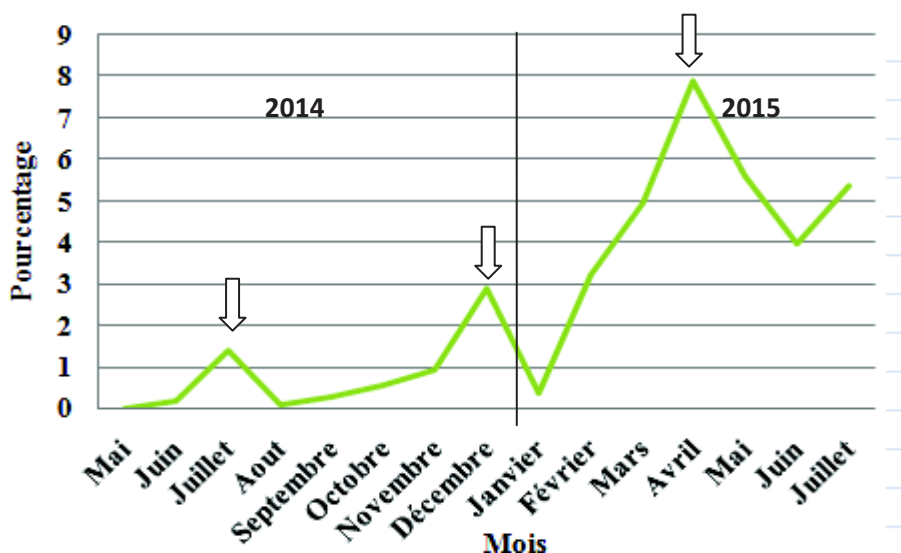


Figure n°33 : Fluctuation des mâles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

➤ Vols des mâles :

Les vols des mâles coïncide plus ou moins avec l’allure des fluctuations des femelles car en enregistre trois sommets d’éclosion des mâles : Le premier le 18/05/2014 avec 1183 puparium vides, le second noté le 07/08/2014 avec 3373 puparium vides et le troisième le 16/11/2014 avec 100 puparium vides. Durant l’année 2015, on a enregistré un sommet de 1988 puparium vides le 05/04/2015, représentant les mâles de la saison printanière (Fig. 34). Selon Belguendouz (2014) 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.

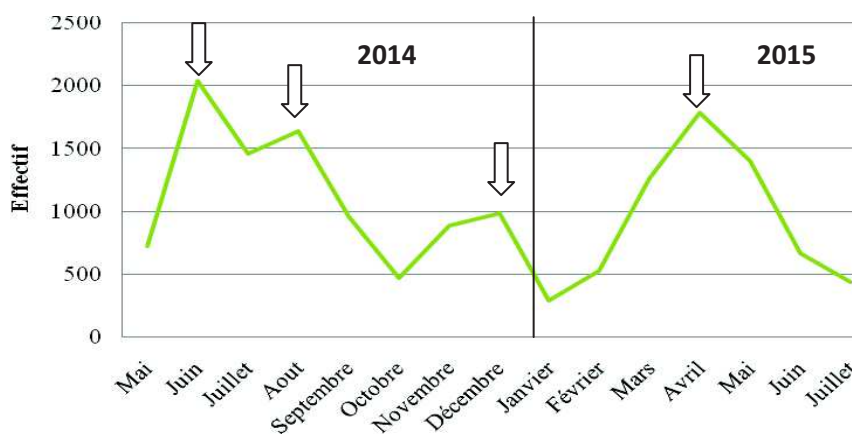


Figure n°34 : Nombre de pupariums vides des mâles du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

Conclusion

D'après nos résultats obtenus durant 14 mois dans un verger de citronnier à Rouiba, nous pouvons déduire que *A. aurantii* présente 3 générations annuelles : printanière, estivale et automnale. La majorité des auteurs s'accordent pour dénombrer 3 à 5 générations annuelles de *Aonidiella aurantii* selon plante hôte. Cette cochenille manifeste des variations notables en fonction des conditions climatiques. Les mêmes données sont rapportées par Merahi (2002) sur citronnier et par Kihal (1992), Chorfa (1993) sur clémentinier dans la région de Boufarik et par Biche *et al.* (2012) sur citronnier à Rouiba. Comparativement, le Pou de Californie manifeste 3 générations successives au Maroc pour 5 en Palestine (Dellucchi, 1965). Les résultats de Tumminelli *et al.* (1996) en Italie montrent que le Pou de Californie évolue entre 3 et 4 générations par an de même qu'en Egypte (Habib *et al.*, 1972) qu'au Maroc (El kaoutari *et al.*, 2004) où 4 générations sont rapportées de même 4 générations dont deux qui se chevauchent en période automnale.

1.2 - Phénologie saisonnière

Les résultats illustrés dans la figure n°35, montrent que le Pou de Californie sur citronnier semble être sous la dépendance des conditions climatiques qu'offrent les saisons. Le premier taux enregistré coïncide avec la première poussée de sève printanière (24,40%), pour la deuxième poussée de sève estivale le taux est de 31,81%, suivi par deux poussées de sève : automnale et hivernale avec respectivement les taux suivants : 30,83 et 6,7%

Notons que la population vivante estivale de l'année 2015 du Pou de Californie est moins importante par rapport à celle de l'année 2014 à cause de la présence d'un autre parasitoïde, c'est le *Comperiella bifasciata* qui a été dominant pendant cette période (Fig.35).

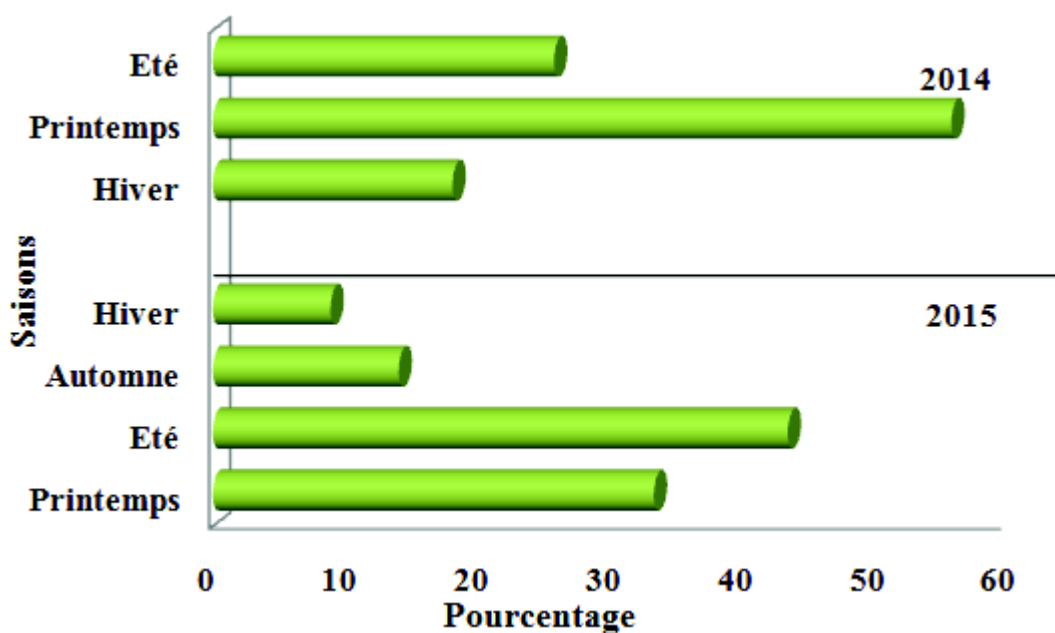


Figure n° 35 : Abondance saisonnière des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

1.3 -Répartition cardinale :

A la lumière des résultats illustrés dans les figures 36 et 37, nous pouvons dire que pour l'année 2014, l'orientation Centre est la plus affectée par cette cochenille avec un pourcentage de 24,33%, l'Est vient en seconde position avec 22,01% suivie de l'orientation Ouest et Sud avec un pourcentage de 18,72% et 19,07%.

Pour l'année 2015 le taux de la cochenille augmente pour l'orientation Sud (25%) et reste constant pour le Centre et l'Ouest de l'arbre 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.

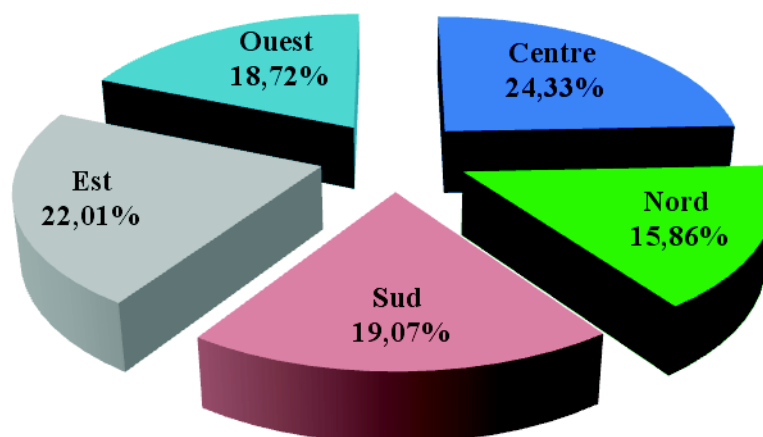


Figure n°36 : Distribution cardinale des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour la période 2014.

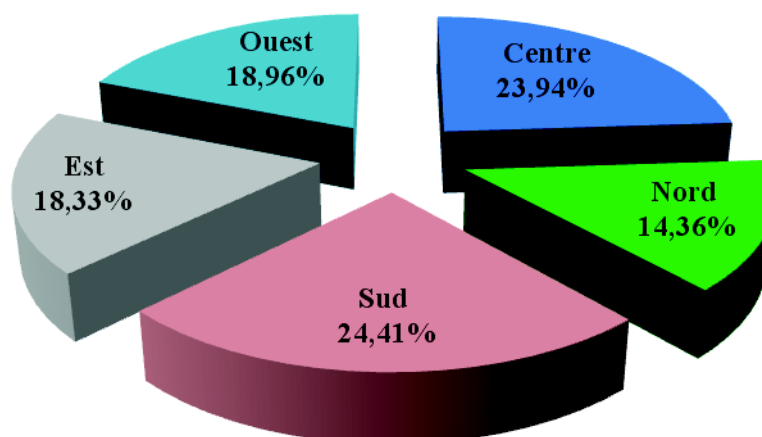


Figure n°37 : Distribution cardinale des populations du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour la période 2015.

L'étude menée par Biche et al (2012) 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.

1.4 - Répartition en fonction de l'organe végétal

Les résultats portant sur la dynamique de cette diaspine par organe végétal sur citronnier sont consignés dans le tableau n° 10 illustré par la figure n°38.

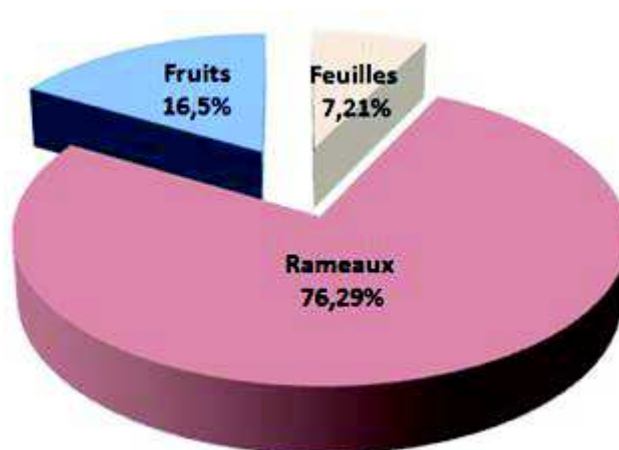


Figure n° 38 : Répartition spatiale des populations du Pou de Californie sur citronnier dans la région de Rouiba.

Tableau n°10: Répartition spatiale des populations du Pou de Californie sur citronnier dans la région de Rouiba

Organe	Nombre individus vivants	%
Feuilles	30332	7,21
Rameaux	321057	76,29
Fruits	69440	16,5
Total	420829	100

Au vu des résultats reportés dans le tableau ci-dessous, il apparaît bel et bien que la majorité de cette cochenille se localisent sur les rameaux avec 76,29%, la cochenille se fixe également sur le fruit avec un taux de 17%, ainsi que sur les feuilles mais avec un taux très faible (7%).

Nos résultats concordent avec ceux trouvés par El kaoutari *et al.* (2004) qui notent que le taux les plus importants des populations vivantes a été enregistré sur rameaux. En effet, ce type d'organe maintient mieux les stades femelles adultes productrices et constitue un lieu privilégié pour la fixation des larves mobiles. Les rameaux assureraient donc un rôle de réservoir des populations de la cochenille au cours du temps (Fig. 38).

Selon Carroll (1979), l'abondance de *A. aurantii* dépend des éléments nutritifs contenues dans la plante hôte. Cet auteur avec ces travaux sur citronnier en Californie, a montré que la densité de cette diaspine est importante sur les fruits alors qu'elle est faible sur rameaux et feuilles. Des travaux antérieurs menés par Bliss *et al.*, (1931) montrent également que cette espèce se multiplie davantage sur les fruits que sur les feuilles et les rameaux.

2 -Etude de la fécondité :

2.1 -Fécondité globale :

Afin de mieux comprendre la biologie de *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 le tableau n°11.

Tableau n°11 : Fécondité moyenne mensuelle du Pou de Californie sur citronnier durant la période d'étude à Rouiba.

	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	1197	464	2,58
	Novembre	4346	775	5,61
	Décembre	2384	844	2,82
	Moyenne	11085,5	1400	7,91
2015	Janvier	1486	391	3,8
	Février	2927	686	4,27
	Mars	7985	1152	4,05
	Avril	15568	2018	7,71
	Mai	16195	2711	5,97
	Juin	7815	1855	4,21
	Juillet	607	209	2,90
	Moyenne	7511,86	1289	6,71

D'après le tableau ci-dessus ; on constate que la fécondité moyenne globale durant la période d'étude est de 7,91 larves par femelle pendant l'année 2014. (Fig.39). Par ailleurs, pendant l'année 2015 la fécondité est faible en moyenne 6,71 larves par femelle, on enregistre qu'un seul sommet en moi d'Avril avec une moyenne de 7,71 larves par femelle.

Selon Dao Thi Hang (2012), dans les conditions normales la femelle adulte du Pou de Californie peut pondre entre (10-35) œufs. Willard (1972) à obtenue un maximum de jeunes larves (267 larve/femelle) à une température de 30°C et un minimum de larves (46 larve/femelle) à 15°C, de même Wentel (1979) a prouvé que cet espèce produit environ 123 larve/ femelle à 20°C alors qu'à une température plus élevée le taux de fécondité est en double (266 larves/femelle).

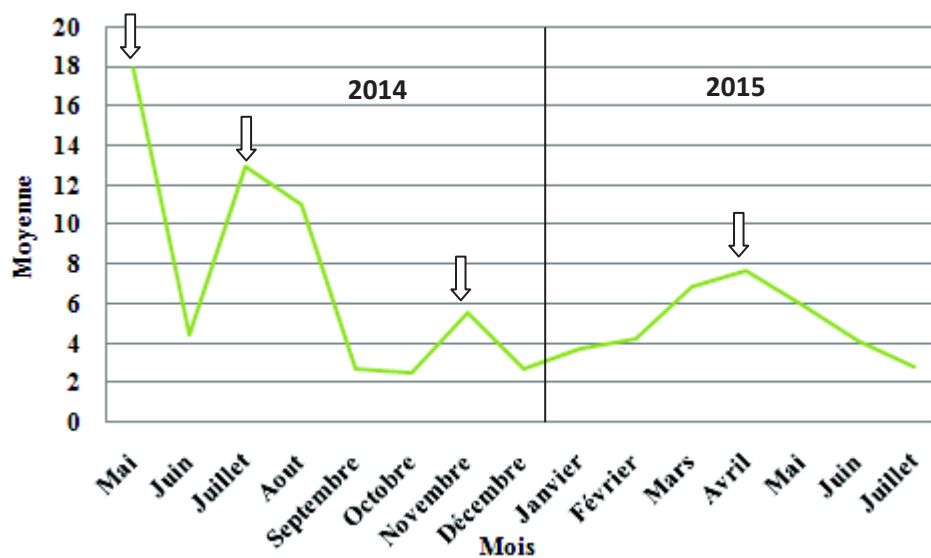


Figure n°39 : Fécondité moyenne mensuelle du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

2.2 -Fécondité spatiale :

La figure ci-dessous (fig.40) montre que la fécondité moyenne chez *A. aurantii* est plus importante sur les fruits avec une moyenne de (10,22). D'autre part, elle est moins importante sur les rameaux avec une moyenne de (6,73) ainsi que sur les feuilles (4,85).

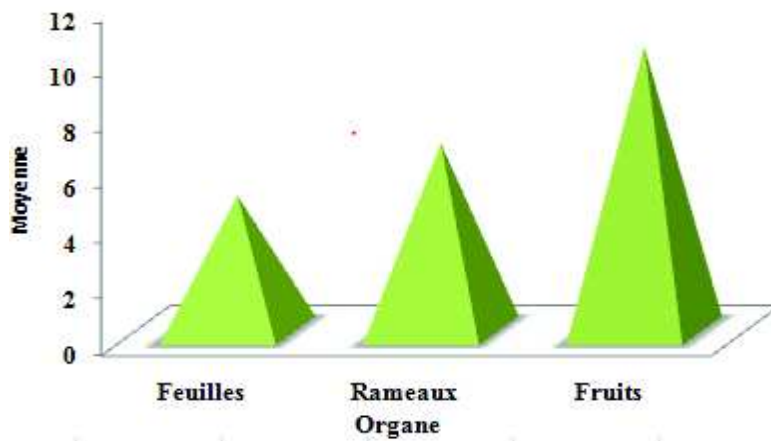


Figure n° 40 : Fécondité moyenne chez le Pou de Californie en fonction de l'organe sur citronnier à Rouiba.

Nos résultats confirment ceux de Bodenheimer (1951) qui a trouvé que la fécondité du Pou de Californie sur citronnier est élevée sur les fruits que sur les feuilles au Moyen-Orient. Similairement, Carroll et Luck (1984) signalent que le fruit est le meilleur substrat pour le développement de *A. aurantii*, suivi par les feuilles. Pour ces auteurs les rameaux constituent un substrat défavorable au développement de cette espèce. Carroll (1979) en Californie à observer que *A.aurantii* prolifère beaucoup plus sur le fruit que sur les feuilles et les rameaux d'oranger.

Pour plusieurs espèces de cochenilles et parmi le Pou de Californie, la fécondité est supérieur lorsque elles se localisent sur les fruits et elle est moindre sur feuilles et rameaux (Bodenheimer, 1951; Willard, 1972; Atkinson, 1977; Carroll et Luck, 1984; Hare *et al.*, 1990; Hare et Luck, 1991).

2.3 -Fécondité cardinale

D'après les résultats illustrés dans les figures ci-dessus (Fig.41 et 42) nous remarquons que pour l'année 2014, le taux de fécondité de *A.aurantii* est important au niveau du Centre de l'arbre, avec une moyenne de 10,41 et au Sud pour l'année 2015 avec une moyenne de 12,11. Ces endroits offrent les conditions optimales pour le développment et ainsi a la reproduction de cette diaspine.

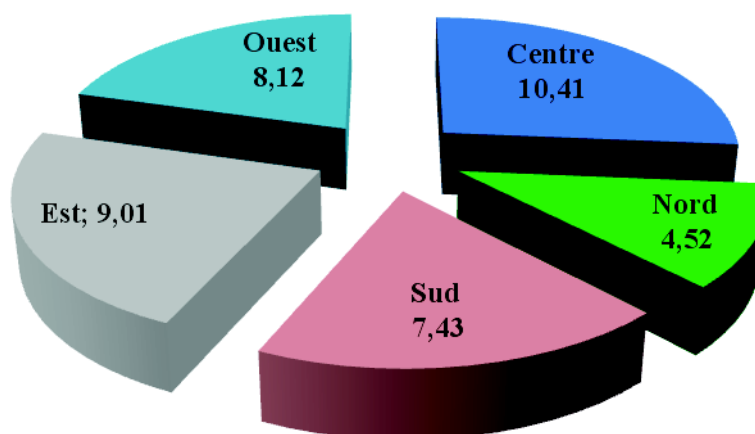


Figure n°41 : Distribution cardinale de la fécondité du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour l’année 2014

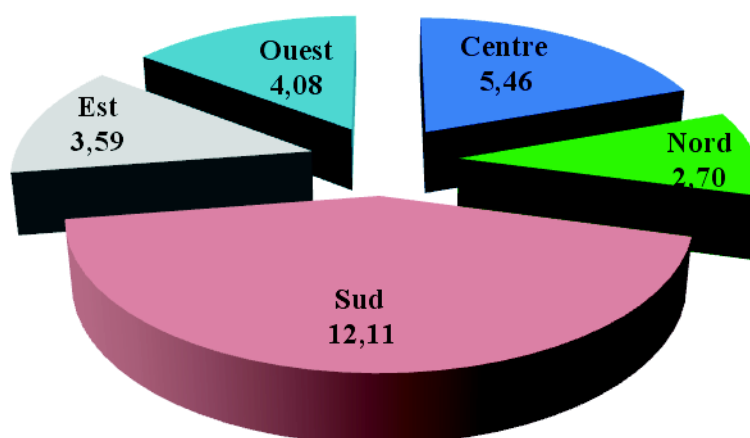


Figure n°42 : Distribution cardinale de la fécondité du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba pour l’année 2015.

2.4 -Fécondité saisoniere

La figure n°43, montre que la fécondité de *A. aurantii* atteint son maximum en printemps lorsque les températures sont idéales pour la ponte avec une moyenne de 17,91 œufs/femelle pour la saison printanière de l’année 2014 et de 5,93 Œufs/ femelle pour la

saison printanière 2015. Puis elle régresse pendant la saison estivale pour atteindre 8,15 œufs/femelle en 2014 et 4,08 œufs/femelle en 2015. La fécondité reste très faible pendant l'automne et l'hiver. Pour comparer nos résultats, des études de quelques auteurs ont été rapportés dans le tableau ci-dessous.

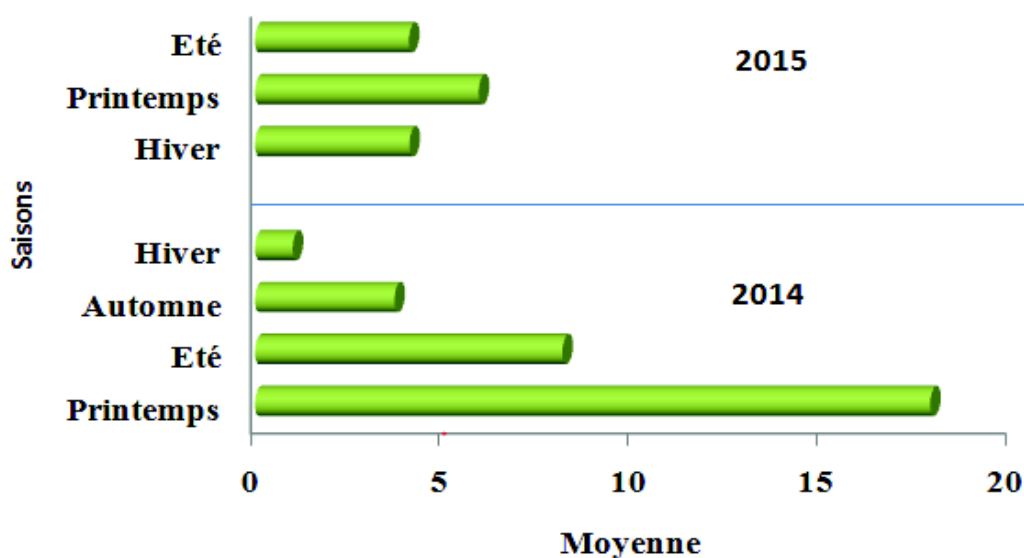


Figure 43: Fécondité moyenne saisonnière chez le Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

Tableau n°12 : Variation de la fécondité chez le Pou de Californie en fonction des saisons.

Auteurs	Localisation	Saisons	Plante hôte	Fécondité
Stofberg (1937)	Nelspruit (Sud d'Afrique)	Eté	Oranger	143
Quayle (1911a)	Whittier (Californie)	Automne	Citronnier Feuilles)	55 (34-143)
Bliss et al (1931)	Whittier (Californie)	Printemps	Citronnier (Fruit)	72,6 (18-176)
Yust (1943)	Corona (Californie)	Eté	Citronnier (Fruit)	85,3 (7-245)
Perez (1972)	Philippine	Printemps	Pomelo (<i>Citrus maxima</i>)	195 (101-312)

Le climat, notamment la température et l'hygrométrie, sont d'une grande importance dans l'évolution des populations du Pou de Californie. Le tableau ci-dessus montre que pendant la saison printanière, la fécondité est importante dans les différentes localisations. Il semble que cette saison offre les meilleures conditions pour la multiplication de cette

diaspine. Ces données se concordent avec nos résultats car On a enregistré la fécondité moyenne la plus élevée le mois de mai avec 18 larves par femelle.

3 - Etude de la mortalité :

3.1 - Mortalité globale

D’après les résultats obtenus dans le tableau n°17 (en annexe), on remarque que la mortalité touche tous les stades de développement adulte et larvaire de la cochenille, mais avec des degrés plus ou moins importants suivant les périodes de développement (Fig.43).

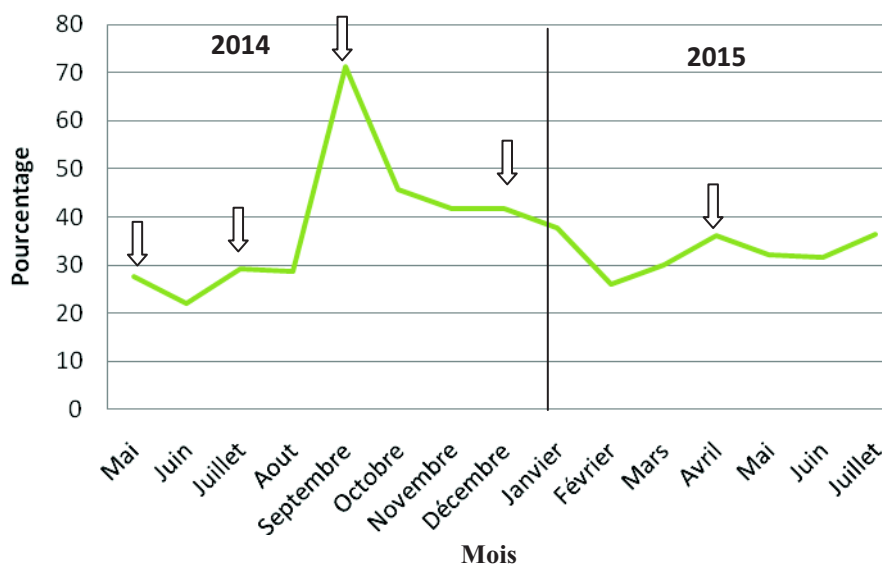


Figure n°43 : Mortalité globale du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

3.2 -Mortalité saisonnière

Tableau n°13 : Mortalité saisonnière chez les larves et les adultes du Pou de Californie.

Année	Saisons	Stade larvaire	Stade adulte
2014	Printemps	17,9	37,14

	Eté	21,27	31,79
	Automne	54,58	51,06
	Hiver	41,23	41,91
2015	Hiver	32,40	31,12
	Printemps	31,39	34,02
	Eté	37,72	30,24

3.2.1 -Mortalité chez les larves

Le taux de mortalité enregistré chez les larves au début de notre étude (fin du printemps) est de 27,17% le 04 mai 2014, le 07 aout 2014 on a enregistrée 29,78%. Le pourcentage de mortalité devient plus important pendant l'automne, au début de cette période (09/09/2014), on a enregistré 70,24%, par la suite le taux de mortalité croit progressivement pour marquer un niveau maximal le 10/10/2014 avec 74,69%. Ces résultats sont sans doute l'effet des hautes températures qui persistent Pendant la saison automnale. La mortalité décroît de nouveau, le second sommet est atteint en saison hivernale le 21 décembre 2014 avec 56,86%, après cette date la mortalité reste plus au moins importante et atteint 44,18% en fin d'échantillonnage.

3.2.2 - Mortalité chez les adultes

Au début de notre échantillonnage, La mortalité enregistre un taux important (76,38% le 04/05/2014). On note un taux maximal avec 84,49% au début d'automne (19/09/2014), après la mortalité décroît, on note 28,76% à la fin de notre échantillonnage. La mortalité la plus faible était notée dans les populations mâles.

3.3 -Mortalité saisonnière

Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans les variations du taux de mortalité. Durant la période automnale la mortalité est élevée (38%) pour les différentes écophases de *A.aurantii*. Les conditions climatiques de cette période semblent défavorables à leurs développements.

Tableau n°14 : Mortalité comparative du Pou de Californie en fonction des saisons sur citronnier à Rouiba pour l'année 2014 et 2015.

Année	Saisons	M	VM	%
-------	---------	---	----	---

2014	Printemps	9028	55172	16,36
	Eté	49512	205365	24,11
	Automne	38694	70619	54,79
	Hiver	9457	15095	62,65
2015	Hiver	11087	26818	41,34
	Printemps	56109	175037	32,06
	Eté	14060	44015	31,94

VM : individus vivants et morts, M : individus morts

3.4 -Mortalité cardinale

Dans ce cas, nous considérons le taux de mortalité de la population globale de *A. aurantii* pour chaque orientation.

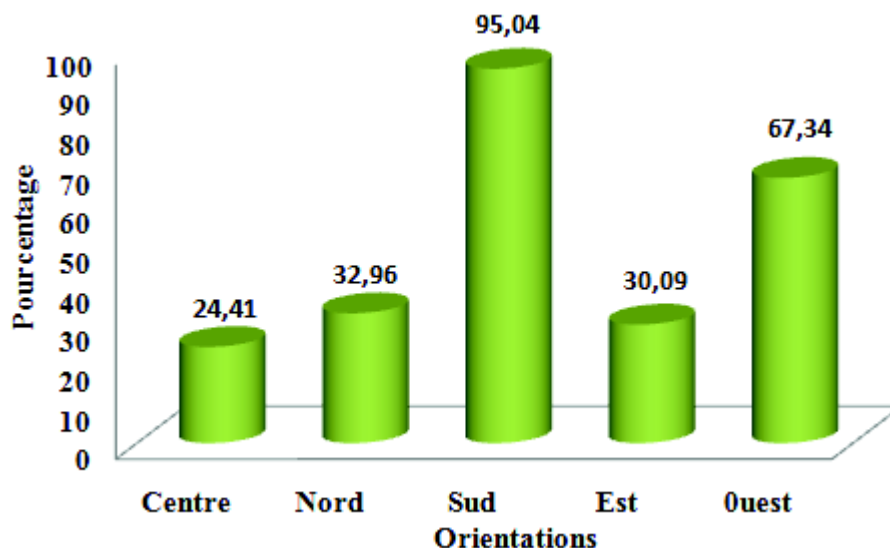


Figure n°45 : La mortalité globale des populations du Pou de Californie selon les orientations sur citronnier à Rouiba pour l’année 2014.

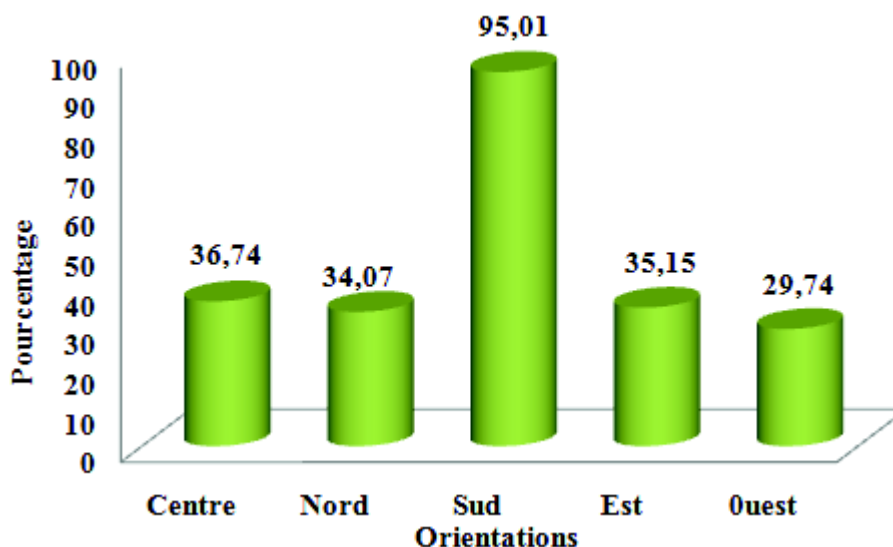


Figure n°46: La mortalité globale des populations du Pou de Californie selon les orientations sur citronnier à Rouiba pour l'année 2015.

D'après les résultats reportés dans les graphes ci-dessus (Fig.45 et 46) nous remarquons que les plus forts taux de mortalité de la population de *A. aurantii* sont élevés au niveau du Sud avec environ 95% pour les deux années d'études, 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 ainsi que les variations de températures et d'humidité relative de l'air qui 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*.

3.5 -Mortalité spatiale

D'après le graphique, on remarque une différence très nette du taux de mortalité d'*A.aurantii* entre les différents organes du citronnier avec un pourcentage élevé au niveau des feuilles 48,26% suivi d'un pourcentage voisin au niveau des fruits (39,38%). Les feuilles avec ses faces supérieures demeurent les plus exposées aux différentes agressions climatiques (vents, soleil et précipitations).ces même résultats sont notés par Gherbi (2009) par contre Merahi (2002) à montrer que le taux de mortalité est important sur les fruits.

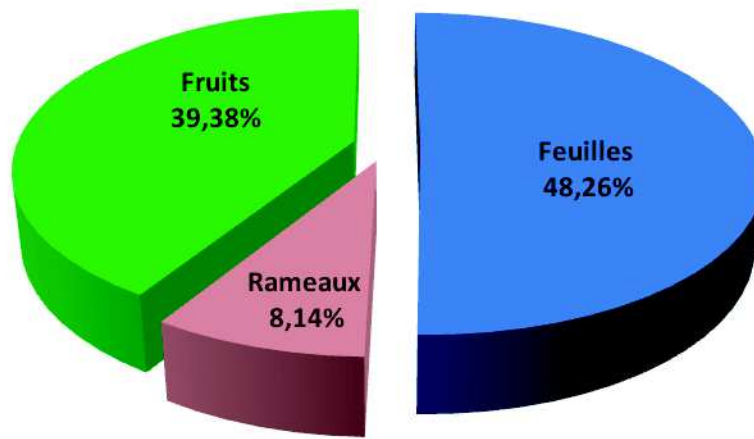


Figure n°47: Distribution spatiale de la mortalité de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

PARTIE II : Etude du parasitoïde *Aphytis melinus*1 - Dynamique des populations d'*A. melinus*

1.1 – Fluctuation de la ponte

Concernant la fluctuation des œufs pour l'année 2014 ; on remarque qu'au début de nos échantillonnages, le taux de ces dernières avoisine 93,33% de la population totale du parasite. Juste après cette date, on enregistre une chute brusque de la ponte pour s'annuler complètement vers la fin du mois de mai. Elle reprend ensuite, dès la mi-juillet pour afficher 0,41%. Avec la hausse des températures estivales, l'oviposition du parasitoïde va s'accélérer et va durer juste 1 mois pour s'annuler ensuite vers la fin août. Durant toute cette période, les œufs du parasitoïde vont disparaître complètement dans les populations de la cochenille pour reprendre vers le début de l'automne. En effet, on enregistre une nouvelle période de ponte dès la mi-septembre où les œufs affichent 18,81% le 19 septembre. Le sommet de la ponte est enregistré vers la dernière décade du mois de novembre pour disparaître durant toute la saison hivernale. Ce n'est qu'à partir du mois de mars 2015, que la ponte reprend. En effet, on enregistre 1 seul œuf dès le début du mois de mars. Le plus fort taux est atteint vers la mi-mars avec 36,43% et le plus faible vers la mi-mai avec 17,24% de la population totale. Une nouvelle ponte réapparaît dès le début du mois de juin pour s'annuler vers la fin de nos échantillonnages soit le 7 juillet 2015 (Fig. 49).

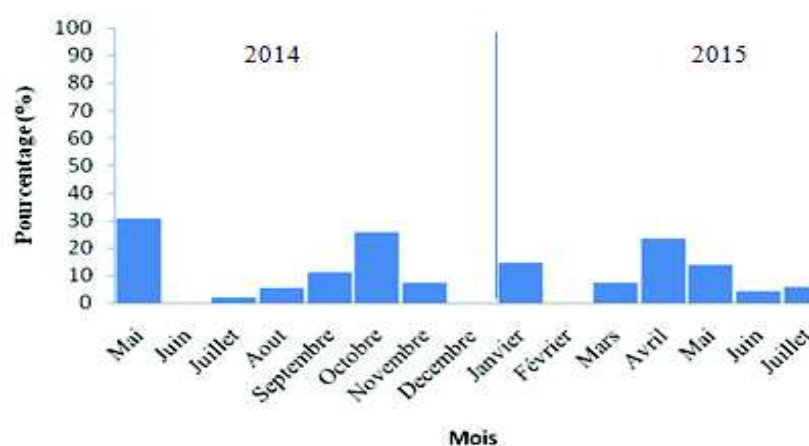


Figure n°49 : Fluctuation de la ponte d'*A. melinus* dans les populations de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

1.2 – Fluctuation des formes larvaires

1.2.1 – Fluctuation des jeunes larves

Les larves d'*A.melinus* 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 6,67% de la population totale du parasite. Depuis cette date, on enregistre une évolution graduelle de la ponte en passant par un maximum (50,54%) vers la dernière décade du mois de Juin. Cette évolution de cette population est probablement 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 (2,47%). Une nouvelle ponte est ensuite remarquée dès le début du mois d'aout où elle atteint son maximum 20 jours plus tard soit le 27 aout. Elle s'étale ensuite jusqu'à la fin du mois de novembre en passant par un nouveau maximum de 40,70% le 2 novembre. Cette population des jeunes larves va disparaître ensuite durant toute la période hivernale. Une nouvelle évolution est ensuite notée dès la fin du mois de mars. Ces jeunes larves du parasitoïdes vont atteindre un sommet de 75,86% vers la mi-mai. Un second sommet (30,29%) est également observé 1 mois et demi plus tard soit le 29 juin 2015. Par la suite, les jeunes larves du parasitoïdes vont subir une diminution (Fig. 50).

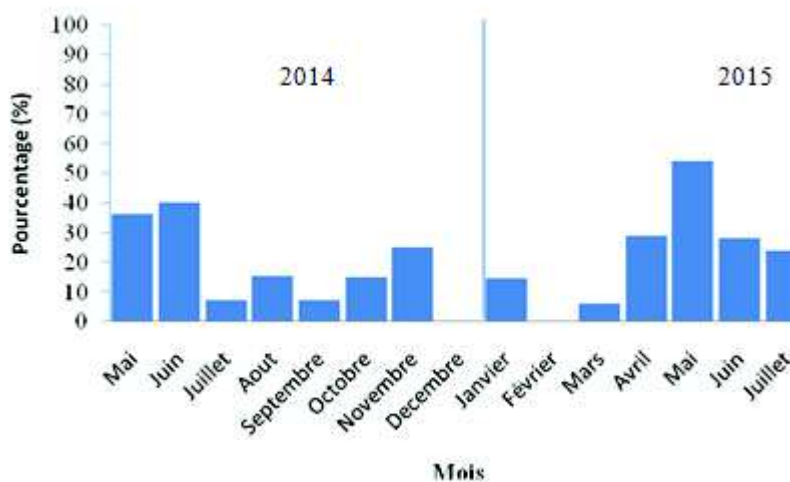


Figure n°50 : Fluctuation des jeunes larves d'*A.melinus* dans les populations de *A.aurantii* sur citronnier à Rouiba.

1.2.2 –Fluctuation des larves âgées

Concernant les larves âgées, le premier sommet est noté le 29/06/2014 avec 40,91% de la population totale du parasite. Ce chiffre est 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 pour constituer la totalité (100%) des populations du parasite durant la période hivernale. Dès le début du mois de février, on remarque une régression de ces larves où elles atteignent leur plus faible taux le 5 avril 2015. Avec l'évolution des jeunes larves durant cette période, un nouveau maximum est atteint dès le début du mois de mai soit 37,50% de la population totale du parasite. Une nouvelle reprise est remarquée par la suite dès la première décade du mois de juin (Fig. 51).

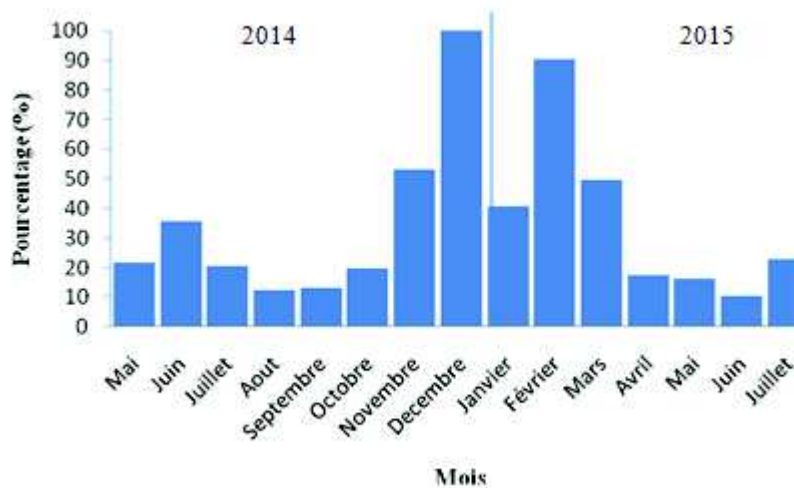


Figure n°51 : Fluctuation des larves âgées d'*Aphytis melinus* dans les populations de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

1.3 - Fluctuation des nymphes

Les nymphes du parasitoïde, sont le stade le plus fréquent et le plus important par rapport aux autres stades. Par contre, nos résultats montrent que ce stade est pratiquement absent durant toute la période hivernale, soit de la mi-novembre jusqu'au début du mois de février. Toutefois, dès le début du mois de mai et affichent leur plus fort taux le 17 juillet avec 74,18 % de la population totale du parasite. Cette évolution est le résultat du passage des larves âgées vers le stade nymphal. Un deuxième sommet est également noté vers la mi-septembre soit 82,71%. Par la suite, ces nymphes vont connaître une régression pour atteindre leur plus bas niveau vers la mi-novembre soit 1,64 %. Ce n'est qu'à partir de la troisième

décade du mois de février que les nymphes réapparaissent dans les populations du parasitoïde. En effet, les nymphes enregistrent 10 % le 23 février. De cette date, les taux vont augmenter au fur et à mesure pour atteindre un premier maximum de 42,81% le 5 mai et le second le 29 mai avec 73,60% de la population totale du parasite (Fig. 52).

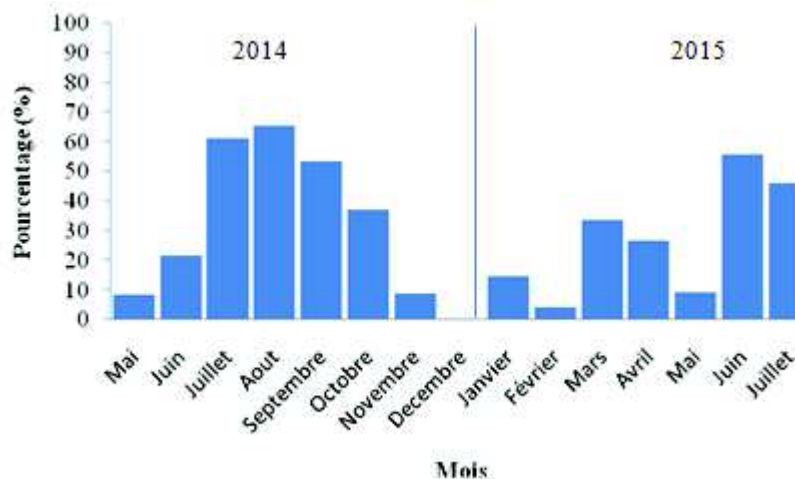


Figure n°52 : Fluctuation des nymphes d'*Aphytis melinus* dans les populations de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

1.4 - Fluctuation des adultes

Lors du comptage nous n'avons noté que quelques individus adultes d'*A. melinus* dans les populations de la cochenille. Pendant l'année 2014, on note 2 périodes d'apparition des adultes : l'une estivale avec 11,89 % (29 individus) et la seconde automnale avec 18,52% (5 individus). Pendant l'année 2015, 2 pics : le premier en avril (6,98 %) et le second vers la fin mai. Le total des adultes était de 250 individus durant toute la période de notre échantillonnage (Fig. 53).

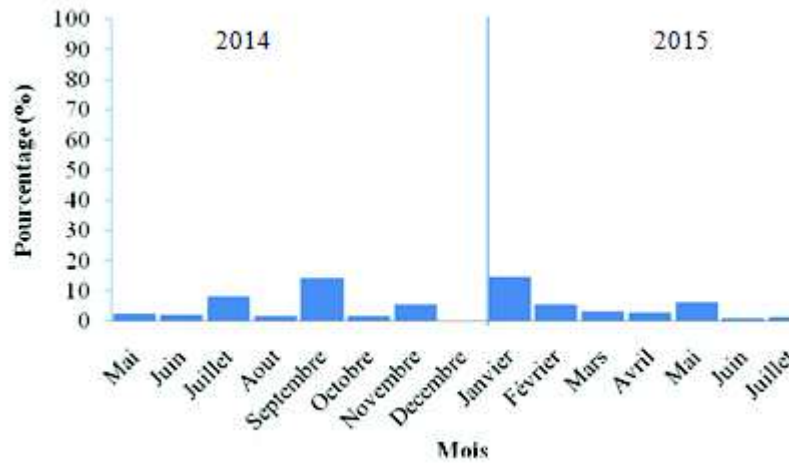


Figure n°53 : Fluctuation des adultes d'*A. melinus* dans les populations de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

Conclusion

Au cours de notre période d'étude, trois générations d'*A. melinus* ont été observées dans les populations du Pou de Californie. Nos résultats montrent une évolution synchronisée du parasitoïde avec les populations de la cochenille. Durant toute la période hivernale, les larves âgées sont le seul stade observé, qui confirme que, comme toutes les espèces du genre *Aphytis*, les larves âgées sont le stade hivernant.

Durant nos observations, à plusieurs reprises, nous avons dénombré deux œufs du parasite sur un même hôte. Bien qu'*A. melinus* soit considéré comme un ectoparasite biparental, Biche (1988) explique ce phénomène par deux hypothèses :

-Soit que la femelle dépose un ou plusieurs œufs sur un même hôte dans ce cas, la larve la plus évoluée pourra survivre et se développer normalement.

- Soit que *A. melinus* n'arrive pas à détecter les cochenilles saines des cochenilles non parasitées. Gonzalez *et al* (2015) concorde cette possibilité et joint que l'ectoparasite *A. melinus* est facultativement grégaire.

2 - Incidence parasitaire

2.1 – Incidence globale

Les résultats de cette étude se traduisent par les variations du taux de parasitisme enregistré entre le mois de mai 2014 et le mois de juillet 2015. L'incidence du parasitisme sur les populations de la cochenille est défini comme étant le rapport entre le nombre de femelles et mâles parasités et le nombre de femelles et mâles comptés : vivants, morts et parasités (Biche, 1988). Durant notre étude, l'indice parasitaire globale durant toute la période est de 16,15%. Ce qui reste très faible pour contrôler la population de la cochenille.

Les résultats consignés dans la figure n°54, révèlent un premier pic, bien qu'il soit très faible, apparaît vers juin-juillet 2014. Ensuite, le taux de parasitisme se stabilise moyennement jusqu'en automne pour afficher deux sommets : le premier le mois de juillet avec un taux de 10,71% et un le second, qui est le plus élevé, enregistrée le mois de décembre avec 31,94%. Ces fluctuations du parasitoïde coïncident avec l'évolution des adultes de la diaspine.

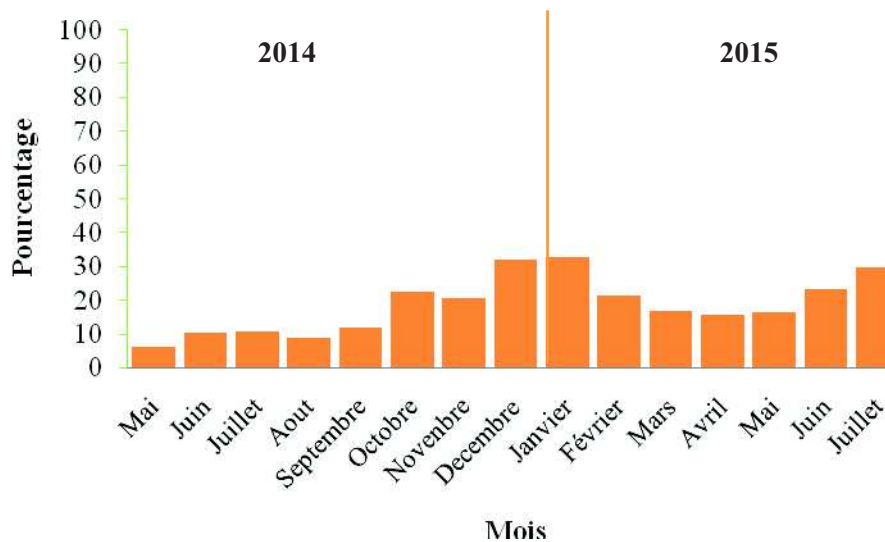


Figure n°54 : Incidence globale d'*A. melinus* dans les populations adultes de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

2.2 - Incidence comparée

Les résultats portant sur l'Incidence comparée du parasitoïde sur les populations femelles et mâles de *A.aurantii* sur citronnier sont consignés dans le tableau n°21 et illustrés par la figure n°55.

Tableau n° 21 : Incidence comparée d'*A. melinus* sur les populations femelles et mâles de *A.aurantii* sur citronnier à Rouiba.

	VMP	P	%	Incidence comparée
Femelle	266171	122511	46,03	12,74
Mâle	695650	32881	4,73	3,42
Total	961821	155392	16,16	

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

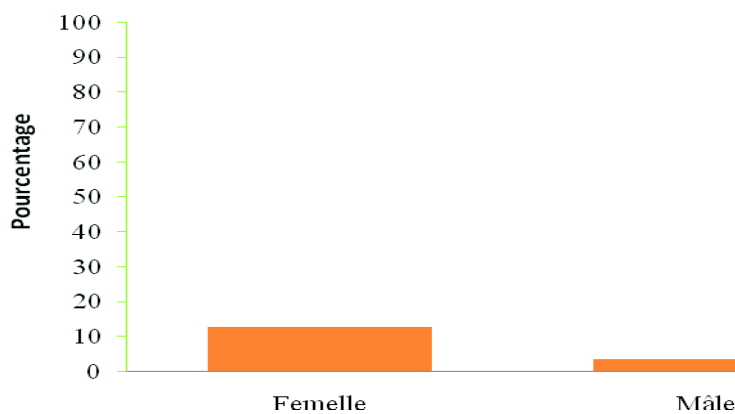


Figure n°55 : Incidence comparée d'*A. melinus* dans les populations adultes de *A.aurantii* sur citronnier à Rouiba.

- sur la lignée femelle

D'après les résultats consignés dans le tableau n°21 ci-dessus, il ressort que la parasitoïde attaque beaucoup plus les stades femelles de la cochenille où l'incidence est de 12,74%. Ces femelles, contrairement aux mâles, s'alimentent pendant tout leur cycle, ce qui offre au parasitoïde les conditions nutritionnelles pour un meilleur développement. Nous remarquons que le parasite reste constant dans les populations femelles durant toute la période d'étude avec des fluctuations qui passent par plusieurs sommets, qui correspondent aux générations suivantes :

Pour l'année 2014 on a trois pics :

- Estivale : 10,71% enregistré durant le mois de juillet 2014.
- Automnale 31,61% enregistré durant le mois d'octobre 2014.
- Hivernale 31,94% enregistré durant le moi de décembre 2014 (Fig. 56).

Pour l'année 2015 on à :

- Hivernale 32,83% enregistré le mois de janvier 2015.
- Printanière 16,53% enregistré le mois de mars 2015.
- Estivale 29,73% enregistré le juillet 2015.

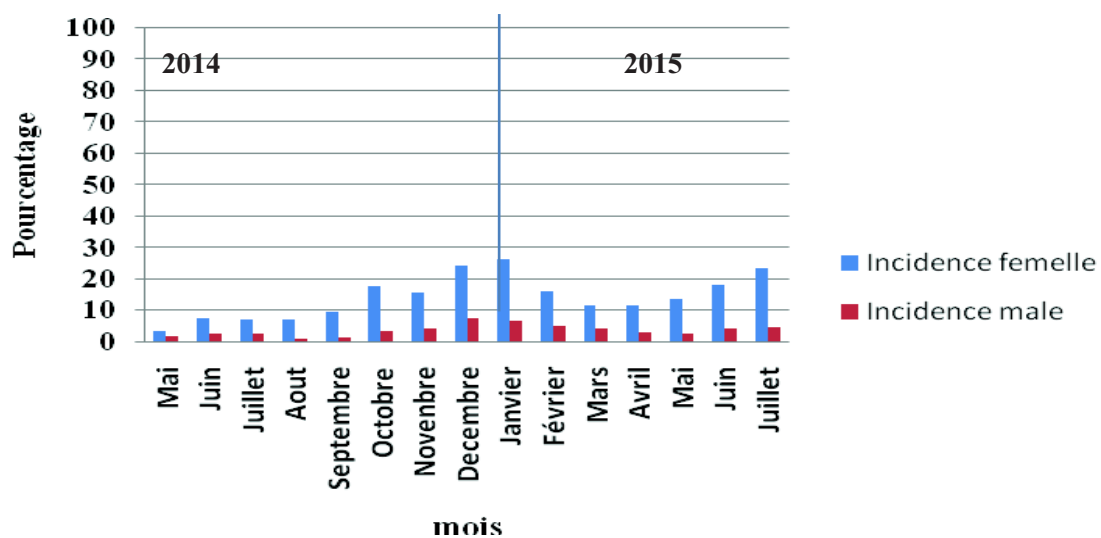


Figure n°56 : Incidence parasitaire d'*A. melinus* dans les populations femelles et mâle de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

- sur la lignée mâle

Le taux de parasitisme de la lignée mâle reste très faible par rapport à celui enregistré sur les femelles avec 3,42% (Fig. n°56). Probablement, 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.

En conclusion à ces résultats, on peut déduire que le stade réceptif de *A. aurantii* est le stade jeune femelle mature. En effet, le taux de parasitisme reste très faible chez les mâles. Durant le stade jeune femelle, le parasite peut facilement percer le bouclier de la cochenille pour y déposer ses œufs. Ces stades offrent les conditions nutritionnelles favorables au

développement du parasitoïde En effet, le corps de la femelle adulte s'enkyste et devient inaccessible au parasite. De même pour El kaoutari *et al.* (2004), les taux de stades réceptifs vivants les plus importants ont été observés chez les mâles et les jeunes femelles qui ont présenté les plus fortes densités.

Les facteurs abiotiques ; température et humidité relative, ont un effet majeur sur la biologie, l'activité et la distribution d'*A.melinus* (Kfir et Luck, 1984 ; Duale, 2005; Kalyebi *et al.*, 2005; Peacock *et al.*, 2006; Sorribas *et al.*, 2010).

2.3 – Incidence saisonnière

Tous les adultes des espèces du genre *Aphytis* étudiés jusqu'à présent sont très sensibles au fortes chaleurs accompagnés d'une baisse d'hygrometrie. *A.melinus* est un ectoparasite, très sensible aux aléas climatiques. Durant la période chaude, les populations du parasitoides diminuent considérablement En période hivernale le parasitoïde se maintient sous les boucliers des femelles sans qu'il y ait développement. Par contre, en automne avec l'adoucissement du climat, le parasitisme tend a s'accroître.

On remarque que le taux de parasitisme sur les adultes du Pou de Californie est important en saison hivernale et automnale. En Hiver, c'est beaucoup plus larves âgées (stade hivernant) qui sont le seul stade présent dans les populations de la cochenille. Podoler (1983) par ces expériences indique que la totalité de la population d'*A.melinus* apparait à des températures maximales de 32°C alors que les basses températures de l'hiver ont un effet négatif sur l'*Aphytis*. Dans le même cadre, les études menées par Sorribas (2010) sur citronnier à l'Est de l'Espagne (Valencia) montrent l'influence de la saison sur l'abondance d'*A. melinus*, ce dernier à été abondant pendant l'été.

Tableau n°22 : Incidence saisonnière d'*A. melinus* sur *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

Saisons	VMP	P	%
Printemps	315866	48696	15,42
Eté	326313	38037	11,66
Automne	162562	32846	20,21
Hiver	157080	35813	22,80

Total	961821	155392	16,16
-------	--------	--------	-------

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

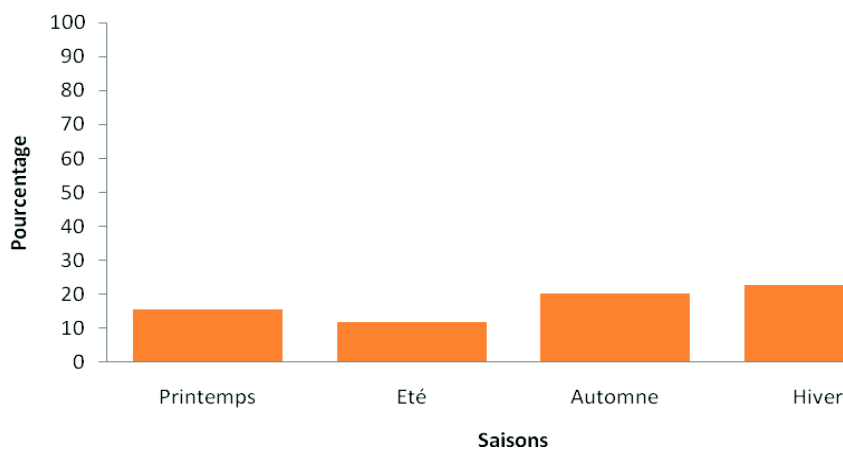


Figure n°57: Incidence saisonnière d'*Aphytis melinus* dans les populations adultes de *A. aurantii* sur citronnier à Rouiba.

2.4 - Incidence selon l'organe végétal

D'après les résultats obtenus, il ressort que le parasite recherche beaucoup plus les individus fixés sur les rameaux que sur les fruits ou les feuilles. Les mêmes résultats ont été obtenus par Sorribas (2011) sur citronnier à Valencia, qui a noté que *A. melinus* est plus abondant, les individus fixés sur les rameaux (17,1%) et sur les fruits (11,2%). Par contre, nos résultats ne concordent pas avec ceux d Atkinson (1977), Orphanides (1982), Carrol et Luck (1984 b) et luck et Podoler (1985) sur citronnier qui ont obtenus un taux de parasitisme plus élevés sur fruits, alors qu'ils étaient moindres sur feuilles et les plus bas sur rameaux. De même, Karaca (1998) sur citronnier à Adana (Turquie) a observé que *A. melinus* préfère parasiter *A. aurantii* sur les fruits et les feuilles. Similairement, El kaoutari et *al.*, (2004) sur Citronnier à Tadla (Maroc) ont observé un taux de parasitisme élevé sur ces organes. De même, Yarpuzlu *et al.*, (2008) sur citronnier à Adana et provinces de Mersin (Turquie) ont enregistré observé un taux de parasitisme le plus élevé sur le fruit, suivi par les feuilles et les rameaux.

Ces auteurs expliquent la préférence d'*A. melinus* d'attaquer la diaspine fixées sur fruits et feuilles pour plusieurs raisons :

-Le *stade de développement* ;

- La *taille* et la *densité* de *A.aurantii* sur fruits et feuilles ;
- La *densité* et la *répartition* de la population de la cochenille sur le citronnier, ainsi l'exposition et la couleur des fruits et feuilles qui affecte la distribution du parasitoïde.
- La *plante hôte*, il semble que le Pou de Californie préfère se localiser sur citronnier que sur oranger ainsi que son parasitoïde *A.melinus* (Biche et al 2012).

Donc dans notre cas, la distribution du parasitoïde est en étroite corrélation avec l'abondance, la densité et la répartition de la population de son hôte sur le végétal.

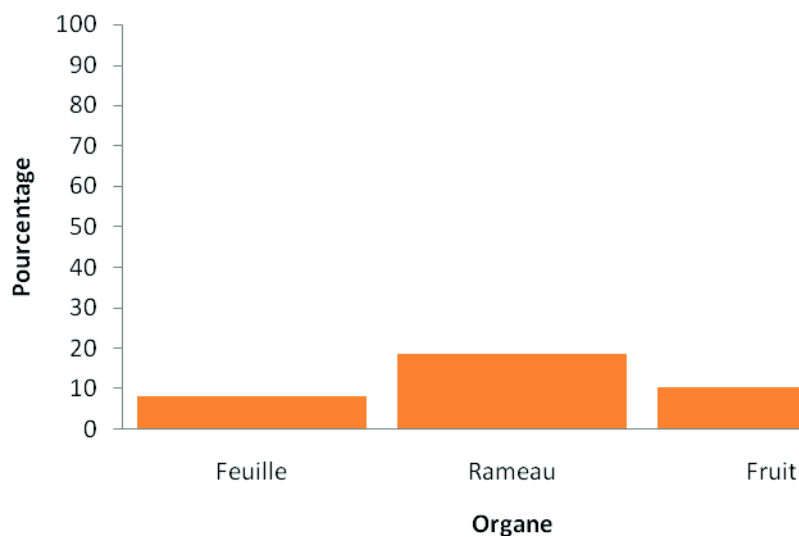


Figure n°58 : Taux de parasitisme en fonction de l'organe végétal chez les populations adultes de *A.aurantii* sur citronnier à Rouiba.

2.5– Incidence selon la couronne de l'arbre

D'après les résultats obtenus pendant l'année 2014, on peut dire que le taux de parasitisme est nettement important au centre de l'arbre (31,99% pour l'année 2014 et 22,06%). Cette endroit semble offrir au parasitoïde les conditions favorables pour son développement. Les autres endroits de l'arbre semblent être néfastes au parasitoïde. En effet,

ces endroits sont les plus exposés aux aléas climatiques et environnementales à savoir les fortes chaleurs estivales, la pluviométrie, les vents etc...(Fig.59 et 60).

Tableau n°23 : Incidence spatiale d'*A. melinus* sur *A.aurantii* suivant les orientations pour l'année 2014 et 2015.

Orientations	2014			2015		
	VMP	P	%	VMP	P	%
Nord	87977	6700	7,62	88686	6562	7,4
Sud	76610	13211	17,24	85137	14111	16,57
Est	91200	11515	12,63	97174	10537	10,84
Ouest	88140	15628	17,73	105474	11091	10,52
Centre	110577	35375	31,99	130846	28862	22,06

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

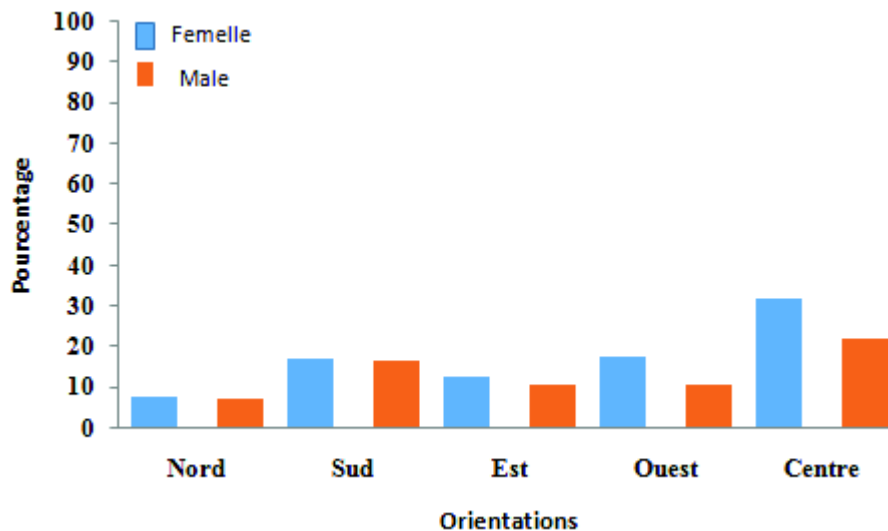


Figure n°59 : Taux de parasitisme en fonction des orientations cardinales dans les populations adultes de *A.aurantii* pour l'année 2014 et 2015.

Conclusion

D'après les résultats obtenus, nous pouvons dire que *Aphytis melinus* semble rechercher les individus fixés au centre de l'arbre où les conditions macro climatiques sont idéales. Par contre, les autres orientations sont moins favorables au développement du parasitoïde ; vue sa fragilité vis-à-vis des conditions climatiques et microclimatiques de ces orientations.

3 - Nombre de pupariums et boucliers troués

Les boucliers troués de l'hôte correspondent à la sortie des adultes de *A. melinus* et qui révèlent la présence du parasitoïde, notons que pendant la période d'étude, nous avons constaté la présence d'un très grand nombre de boucliers et pupariums troués, cependant ils affichent trois sommets, dont 5352 boucliers et pupariums troués le 23/06/2014, ensuite 4571 le 16/11/2014. Le dernier sommet atteint 4922 boucliers et pupariums troués le 29/05/2015.

4 – Relation parasitoïde - Mortalité naturelle du Pou de Californie

Le tableau ci-dessous reporte les pourcentages de la mortalité de *A. aurantii* durant toute notre période d'étude et l'effet du parasitoïde *A. melinus* sur cette diaspine.

Tableau n°24 : Evaluation : Effet du parasitoïde - Mortalité du Pou de Californie.

Année	Mois	Mortalité (%)	Parasitisme (%)
2014	Mai	16,99	5,89
	Juin	15,42	10,41
	Juillet	17,98	10,71
	Aout	9,87	8,75
	Septembre	42,80	11,70
	Octobre	26,45	22,43
	Novembre	19,40	20,41
	Décembre	19,35	31,94
2015	Janvier	15,96	32,83
	Février	11,99	21,07
	Mars	17,41	16,53
	Avril	23,64	15,70
	Mai	19,79	16,16
	Juin	19,76	23,03
	Juillet	16,32	29,73

La mortalité de *A. aurantii* est estimée par le pourcentage de la population larvaire et adulte morte, la moyenne annuelle de la mortalité du Pou de Californie est environ 18,98%, le taux de mortalité a été important en septembre (42,80%) et faible en aout (09,87%) suite aux fortes chaleurs estivales.

Le graphe ci-dessus montre que le parasitoïde *A.melinus* contribue considérablement dans la limitation des populations du Pou de Californie, la femelle *Aphytis* par ces antennes détecte sa proie en incérant son ovipositeur sur la cochenille pour déposer ces œufs (1 à 2 œuf / cochenille) et provoque sa paralysations.

Le parasitisme révèle un maximum les mois décembre et janvier et février. Presque la même fluctuation à été rencontré par Argryriou (1967) dans la région de la Chanée le parasitisme été fort en période : septembre jusqu'au février.

L'*Aphytis* attaque le stade adulte c'est-à-dire le troisième stade de la cochenille, durant notre période d'étude on a dénombré 68249 boucliers troués et 23782 pupariums troués. Donc la mortalité due au parasitoïde ne touche pas les stades larvaires de *A.aurantii*. Plusieurs auteurs ne supposent que l'*A.melinus* choisi les cochenilles d'une grande taille qui ont un corps mou et de qualité. Se qui facilite la pénétration de l'ovipositeur et l'alimentation du parasitoïde, Reeve et Murdoch (1986) et Foster et Luck (1996), estiment un pourcentage important d'*Aphytis melinus* sur la jeune femelle, la femelle adulte et le mâle de *A.aurantii*,

Le parasitoïde présente son maximum la ou la population adulte de *A.aurantii* est abondante (Fig. 32 et 33). La stabilité de la population de *Aonidiella aurantii* est liée a la mortalité causée par *A.melinus*, cette mortalité est importante lorsque ce parasitoïde est abondant et décroît quand il devient rare (Reeve et Murdoch, 1986). A la limière de ces résultats on peut dire que l'*A.melinus* joue un rôle majeur dans la régulation de la population du Pou de Californie.

5 - Partage de l'hôte entre *Aphytis melinus* et *Comperiella bifasciata*

Le niveau de pullulation du Pou de Californie, est controlé par un double parasitisme, en outre d'*Aphytis melinus* un autre endoparasite *Comperiella bifasciata*, qui entre en compétition de partage du diaspine hôte. Cet parasitoïde present un indice parasitaire supérieur que celle de l'*Aphytis* (33,6%) (Fig.60). On peut justifier la dominance de *C.bifasciata* :

-puisque c'est un endoparasitoïde, donc il est à l'abri des aléas climatiques ce qui favorise sa pullulation par rapport à l'*A.melinus*.

- L' *A.melinus* présente une taille minuscule par rapport à celle de *Comperiella*, donc lorsqu'il rentre en compétition pour le même individu de cochenille, le plus petit sera exclu.

L'étude de la dynamique des populations du Pou de Californie et la dynamique du parasitoïde *A.melinus* et de *C.bifasciata* durant deux années consécutives, a révélé que le taux de parasitisme induit par ces deux parasitoïdes est insuffisant pour limiter efficacement les populations de la diaspine. On note également que, lors de l'absence d'*A.melinus* en saison estivale 2015 suite à sa sensibilité aux fortes chaleurs, *C.bifasciata* a pu chuter la fluctuation de *A. aurantii* au cours de cette période.

Dans le but d'un éventuel bio-contrôle, il faut procéder à l'évaluation de l'efficacité de la lutte biologique avec *A.melinus* et/ou *C.bifasciata* contre le Pou de Californie dans le but de choisir une lutte combinée ou séparée (est-ce qu'ils ont un rôle complémentaire ou l'un épuise l'autre ?).

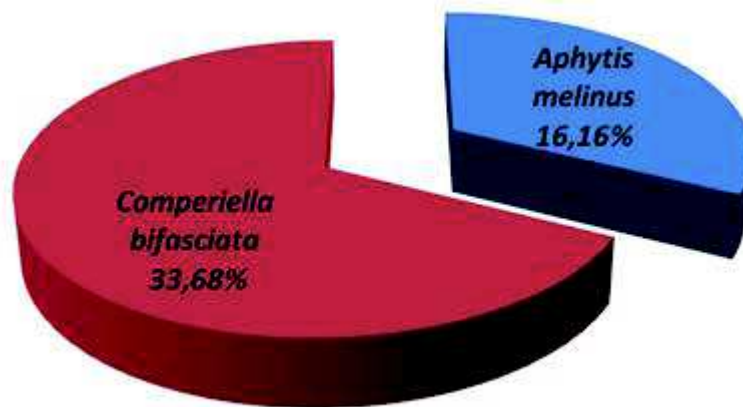


Figure 60 : Pourcentage d'abondance des parasitoïdes du Pou de Californie sur citronnier à Rouiba.

Conclusion générale

Les problèmes phytosanitaires des agrumes constituent le facteur principal de la faiblesse de la productivité de cette culture. Les cochenilles tiennent une place importante parmi les bioagresseurs en agrumiculture.

Les ennemies naturelles des cochenilles constituent un monde d'une grande complexité qui joue un rôle essentiel dans la régulation de leurs populations. La connaissance approfondie de l'évolution des cochenilles, apparaît comme une base préalable à la mise en place d'un bio contrôle.

Pour l'agriculteur, l'ordre des hyménoptères est donc du ciel, puisqu'il contient à la fois la plupart des insectes pollinisateurs et la plupart des insectes parasitoïdes. Les hyménoptères sont donc des clés de voûte des agroécosystèmes.

Compte tenu de l'abondance d'*Aonidiella aurantii*, dans un verger de citronnier à Rouiba, nous avons tenté de contribuer par ce travail durant une période de 15 mois à la connaissance biologique de cette cochenille en suivant la dynamique des populations et en évaluant l'impact d'un micro hyménoptère *Aphytis melinus*

La lutte biologique à l'aide de ce micro hyménoptère constitue une solution intéressante contre le pou de Californie donc une étude approfondie du complexe : parasitoïde-cochenille nous permet d'assurer un meilleur équilibre.

En effet, dans les conditions d'expérimentations, *Aonidiella aurantii* présente trois générations, La première vague d'émission larvaire se situe en mi-mai, la deuxième fin juin, la troisième vague au début d'automne, pendant la période hivernale impose un ralentissement d'émission larvaire suite aux basses 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.

Les conditions climatiques saisonnières constituent également un facteur régulateur de l'évolution de la fécondité de cette diaspine : Le printemps est la saison la plus favorable pour effectuer la ponte.

, 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 a la reproduction de cette diaspine.

La mortalité atteint tous les stades de développement du Pou de Californie, les causes sont d'ordres climatiques 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.

les plus forts taux de mortalité de la population de *A.aurantii* sont élevés au niveau du Sud de l'arbre et sur les feuilles avec ses faces supérieures qui demeurent les plus exposées aux différentes agressions climatiques.

Dans le verger d'étude la présence d'*Aphytis melinus* a augmenté le taux de mortalité, à noter que l'incidence parasitaire d'*Aphytis melinus* a été renforcé par l'action de *Comperiella bifasciata*. En effet, *Aphytis melinus* et *Camperiella bifasciata* restent les parasitoïdes les plus importants contre *A.aurantii* dans plusieurs pays, Etats –Unies (Reeve et Murdoch, 1986), Grèce (Argyriou, 1970), Espagne (Carrero, 1979) et au Maroc (Benassy et Euvette, 1968, Guirro et al.,2003).

L'étude concernant l'évolution d'*A.melinus* à montrer que ce micro hyménoptère à une tendance de développer une génération pour chaque génération de la cochenille hôte et se répartie essentiellement sur l'endroit préférée par *A.aurantii* : le rameau qui constitue un réservoir des stades récepteurs du parasitoïde.

Cet ectoparasitoïde présente une préférence pour le centre de l'arbre l'endroit ou la diaspine hôte est dominante.

le stade réceptif de *A.aurantii* est le stade jeune femelle mature. En effet, le taux de parasitisme reste très faible chez les mâles. Durant le stade jeune femelle, le parasite peut facilement percer le bouclier de la cochenille pour y déposer ses œufs. Ces stades offrent les conditions nutritionnelles favorables au développement du parasitoïde. En effet, le corps de la femelle adulte s'enkyste et devient inaccessible au parasite.

Après une étude biologique d'*A.melinus* qu'on a conduit dans un verger de citronnier à Rouiba. On peut conclure que l'action de ce parasite a pu maintenir son hôte à un niveau non préjudiciable. En effet, *A. melinus* constitue l'agent de lutte biologique le plus efficace contre les pullulations d'*A. aurantii*, ou pou de Californie, notre travail peut être un préalable à la mise en place d'une stratégie de lutte intégrée.

L'impact d'*A. melinus* sur *A. aurantii* dépendrait de conditions climatiques favorables permettant son développement d'une part et de la disponibilité continue des stades réceptifs de la cochenille lui servant d'hôte d'autre part. Cette particularité serait à prendre en considération pour l'utilisation éventuelle de parasitoïde aux stades déterminés de la diaspine afin de libérer le parasitoïde au moment opportun pour assurer la coïncidence nécessaire à la réussite d'une lutte biologique.

Références bibliographiques

- Abdelrahman I., 1974a** - 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.
- A.C.T.A., 2008** - Guide pratique de défense des cultures, Association de Coordination Technique Agricole, A.C.T.A., Paris, 867 p.
- Angelier E., 2002** - Introduction à l'écologie : des écosystèmes naturels à l'écosystème humain. Ed. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 230 p.
- Argyriou, L.C., 1969** - Biological control of citrus insects in Greece. Proceedings of the First International *Citrus* Symposium, University of California, Riverside, n°2 , Pp 817-822.
- Athinson P. R., 1977** - Preliminary analysis of a field population of citrus red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), and the measurement and expression of stage duration and reproduction for life tables. Bull. Ent. Res., n° 67, Pp 65-87.
- Aubert B., et Vullin G., 1997** - Pépinières et plantations d'agrumes. Ed. Cirad – Flhor. Montpellier, Pp 11-168.
- Belguendouz R., 2014** - Relations plantes hôtes cochenilles diaspines sur les agrumes (*Citrus* ssp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Mém. Doc.Ecol. Nat. Sup. Agro. Pp 265.
- Benassy C., 1961** - Les sécrétions tégumentaires chez les Coccidés. Ann. Biol., n°37, fasc. 9/12, Pp 165-171.
- Benassy C., 1986**- Les cochenilles diaspines chez les citrus. Fruits n°41, Pp 545-549.
- Benassy C., et Euverte G., 1968** - Essai de l'utilisation pratique de lutte biologique contre le pou de California *Aonidiella aurantii* (Mask.) au Maroc. Al Awamia, Pp 1-60.
- Benzahra A., 1982** - Importance économique et dégâts de *Milax nigricans* (Gastéropodes Pulmonés) terrestres. Bull. Zoo!. agro., Inst., nati. agro., El Harrach, (5) : 33 - 36.
- Biche M., 1987b** - Etude biologique d'*Aphytis maculicornis* M. (Hym. Aphelinidae) parasite externe de *Parlatoria oleae* C. (Hom. Diaspididae) ravageur de l'olivier dans la région du Cap Djinet pour une éventuelle lutte biologique, Pp.119-145.
- 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.

- Bliss C.I., Broadbent B.M. et Watson S.A., 1931** - The life history of the California red scale *Chrysomphalus aurantii* Maskell: Progress Report. Journal of Economic Entomology, n° 24, p.1222-1229.
- Blondel J., 1959-** La culture des agrumes en Algérie. Rapport, station expérimentale d'arboriculture de Boufarik, Algérie, 11p
- Bodenheimer F.S., 1951** - *Citrus* Entomology in the Middle .Ed. W. Junk , The Hague, The Netherlands, 663p.
- Cahuzac D., 1986** - Les cochenilles des ligneux d'ornement. Rev. Phytoma, n° 383, pp 37-38.
- Carrerodo J., 1979-** Entomophage des coccids des agrumes dans la province de Valencia. Symp. Intern.OILB/Srop (2) Pp.50-78.
- 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,
- Carroll D.P., Luck R.F., 1984** - Within-tree distribution of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), and its parasitoid *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) on orange trees in the San Joaquin valley. Environmental Entomology, n°13, Pp.179-183.
- Cassin J., 1984** - Comportement des variétés d'agrumes dans les différentes régions de production. rev. Fruit, Vol. 39, n°4, Pp. 263-275.
- Chorfa S., 1993** - Recherche sur un nouveau ravageur du clémentinier *Aonidiella aurantii* (Hom : Diaspididae) à Boufarik. Mém. Ing. Agron. I.N.E.S. Blida, 83 p.
- Chouibani M., Ouizbouben A. & Kaack H., 2001** - Pou de Californie Wied Cératite (Homoptera : Diaspididae). Protection intégrée en agrumiculture .Ed. Direction de la Protection des Végétaux, des Contrôles Techniques et de la Répression des Fraudes-GTZ., Rabat, 15p
- Colombo A., 2004** - La culture des agrumes, Ed. Devenchi S.A., Paris, pp 5-70.
- Dajoz R., 1971** – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
- 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.
- Derocca S., et Gllitrdult M., 1992** - L'amélioration des agrumes, les sources génétiques. Ed. Cirad, Pp. 115-123.
- Dreux P., 1980** - Précis d'écologie. Ed. Presse. Univ. France, Paris, Coll. « Le biologiste ».231 p.
- Duale, A.H., 2005** - Effect of Temperature and Relative Humidity on the Biology of the Stem Borer Parasitoid *Pediobius furvus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) for the Management of Stem Borers. Environmental Entomology, n° 34, Pp.1-5.

- Cors' Aphy, 2013-** Evaluation de la régulation assurée par les espèces du genre *Aphytis* et d'autres auxiliaires indigènes sur les communautés de cochenilles diaspidines dans les vergers d'agrumes, Réunion du CROS à Ajaccio, 9p.
- Fabres, G., 1979** - Analyse structurelle et fonctionnelle des coccides. *Annales de Biologie*, n°37, Pp 321-341.
- Food and Agriculture Organization of United Nations, 2011** - La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais, Symposium sur les agrumes Chine, Pp. 83-90.
- Food and Agriculture Organization of United Nations, 2011** - Division de la statistique de la FAO (FAOSTAT) 3 p.
- Food and Agriculture Organization of United Nations, 2012** - Agrumes Frais et Transformés. Statistiques Annuelles de la FAO., 60 p.
- 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.
- El Kaoutaria I., Guirrou Z., Chemseddine M. et Boumezzough A., 2004-** Rôle d'*A. phytis melinus* (Debach) dans le contrôle naturel d'*Aonidiella aurantii* (Maskell) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruit*, vol.59 (3), Pp.169-179.
- Gherbi R., 2010** - Impact du complexe coccinelles-coccidiphages - parasites hyménoptères dans des peuplements de cochenilles diaspidines (Homoptera ; Diaspididae) sur agrumes Rouiba. *Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. Agron.*, El Harrach, 88 p.
- Gonzalez Z. J., Castillo M. et Avilla C., 2015** - Improving the knowledge of *Aphytis melinus* biology to optimize its mass production: influence of food source, host and parasitoid densities. *Bull. Insect. Espagne.* 68 (1), Pp. 31-38.
- Guessoum M., 1981** - Etude des acariens des Rosacées cultivées en Mitidja et contribution à l'étude d'une lutte chimique vis-à-vis de *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina, Tetranychidae) sur pommier. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 105 p.
- 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., 1990** - Indirect effects of citrus cultivars on life history parameters of parasitic wasp. *Ecology*, n° 72, Pp 1576-1585.

- INRA, 1968-** Les agrumes au Maroc, Collection technique et productions agricoles, Rabat, 667 p.
- I.T.A.F.V , 2007** - Création d'un verger d'agrumes, Tome II, guide technique. Document élaboré par les services techniques de l'I.T.A.F.V : Ed. DFRV., Pp. 38-50.
- I.T.A.F.V, 2009** - Agrumes : Taille des agrumes. Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural et de la Pêche, I.T.A.F.V., 60 P.
- I.T.A.F.V, 2014** - Création d'un verger d'agrumes, Tome III, guide technique Document élaboré par les services techniques de l'I.T.A.F.V., Ed. DFRV., Pp 30-44.
- I.T.A.F.V, 2015-** Djenane Mitidja, Bultin d'information mensuel, Édité par la ferme de démonstration de Boufarik,n°22., 6 p.
- Jacquelemond C., et Blondel D., 1986** - Contribution à l'étude des porte-greffes d'agrumes, le *Poncirus trifoliata* (1^{ière} partie). Rev. Fruit, vol 41, n° 5, Pp 303-309.
- Jacquelemond C., Mario H. 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.
- Kalyebi A., Sithanatham S., Overholt W.A., Hassan S.A. et Mueke J.M., 2005** - Parasitism, longevity and progeny production of six indigenous Kenyan (Hymenoptera: Trichogrammatidae) at different temperature and relative humidity regimes. Biocontrol Science and Technology n°15, Pp 255-270.
- Karaca I., 1998** - Parolization efficacy of *Aphytis melinus* Debach (Hymenoptera : Aphelinidae) as affected by host size and size distribution of *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hymenoptera ; Diaspididae) in a lemon orchad.Turk. Entomol. Derg., vol 22, n° 2, Pp 101-108.
- Kfir R., Luck R.F., 1984** - Effect of temperature and relative humidity on developmental rate and adult life span of three *Aphytis* species (Hym., Aphelinidae) parasitising California red scale. Journal of Applied Entomology, n° 97, Pp 314-320.
- 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), 60 p.
- Loussert R., 1989a** - Les agrumes. Arboriculture. Ed. Lavoisier, Paris, vol n° 1, 113 p.
- Loussert R., 1989b** - Les agrumes. Production. Ed. Lavoisier, Paris, vol n° 2, 157 p.
- Leboulanger A. ,2014** - Lutte biologique par lâchers inondatifs d'*Aphytis melinus* et de *Rhizobius lophantae* contre le pou rouge de Californie (*Aonidiella aurantii* Maskell) sur agrumes,Ed Areflec, 8 p.

- M.A.D.R.P., 2013** - L'agriculture dans l'économie nationale, Ed. Ministère de l'agriculture, 48 p.
- Mazoyer M., Aubineau M., Bermond A., Ney B et Roger E., 2002** - Larousse agricole. Ed. INAP-G. Paris, Pp. 29-30.
- 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.
- Mohammedi-Boubekka N., 2007**-Bio-systématique des Aphidae et leur place dans l'entomofaune de l'oranger dans la plaine de la Mitidja. mém. Ing. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 162 p.
- Molinari K., 1989** - Etude faunistique et comparaison entre trois stations dans le marais de Réghaïa. Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 171 p.
- O.N.M. 2014** - Relevés météorologiques de l'année 2014, Office nationale de météorologie (O.N.M.), station de Dar El Beida, 2 p.
- Orphanides G.M., 1982** - Biology of the California red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell) (*Homoptera: Diaspididae*) and its seasonal availability for parasitization by *Aphytis* spp. in Cyprus, Boll. Lab. Entomol. Agric. "F. Silvestr., vol n° 39, "Pp 203-212.
- Ozouf M. et Pinchemel P. H., 1961** - Géographie Fernend, Ed. Nathan, France, 319 p.
- Peacock L., Worner, S., Sedcole, R., 2006.** Climate variables and their role in site discrimination of invasive insect species distributions. *Environmental Entomology* , n° 35, Pp 958-963.
- Perez EQ., 1972**-The biology of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (*Diaspididae: Homoptera*), *The Philippine Entomologist*, n°2, Pp. 227-245.
- Podoler H., 1983**-Effects of variable temperatures on responses of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* to host density. *Phytoparasitica*, n°9, Pp 179-190.
- Pesson P., et Louveau J., 1984** - Pollinisation et production végétale. Ed. INRA. Paris. 637p.
- Praloran JC., 1971** - Les agrumes. Ed. Maison neuve et Lavoisier, Paris, Pp 80-81.
- Quilici S., 1993a** - Les ravageurs des agrumes. In : Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures pérennes tropicales, Dominique M.ED. Réunion CIRAD, Pp 73-111.
- Quilici S., 1993b** - Les ravageurs des agrumes. In : La culture des agrumes à l'île de la reunion, M. Grisoni éd., St-Pierre, Réunion, Cirad-Flhor, Pp 55-89.
- Reeve JD., Murdoch WW., 1986** -Biological control by the parasitoid *Aphytis melinus* and population stability of the California red scale, *Journal of Animal Ecology*, n° 55, Pp 1069-1082.
- Richard D., 2004** - Orange et Citron. Ed. Devecchi S.A. Montmartre, Paris, Pp 20-31.
- Rosen D., et DeBach P., 1979** - Species of *Aphytis* of the world (*Hymenoptera : Aphelinidae*) Ed. The HAGUE-Borton, London, 801p.

- Rousse F., 1988** - Agrume : quelques hybrides. Rev. Arbri ,n°3, Pp. 3-5.
- 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 valencia, 175 p.
- Stofberg FJ., 1937** - The citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.). Union of South Africa, Department of Agriculture and Forestry, Science Bulletin, n° 31, Pp. 167-224.
- Tuncyierek, 1970** - Les cochenilles nuisibles aux citrus en Turquie, Plant Protection Institute Bornova-Izmir (Turquie) AL AWAMIA, Pp 67-80.
- Tumminelli R., Conti F., Saraceno F., Raciti E. et Schiliro R., 1996** - Seasonal development of California red scale (Homoptera: Diaspididae) and *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) on citrus in Eastern Sicily. Proceedings International Society of Citriculture, n° 1, Pp 493-498.
- 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.
- 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.
- Yarpuzlu F., Oztemyz S. et Karaca M., 2008** - Natural Enemies and Population Movement of the California Red Scale, *Aonidiella aurantii* Maskell (Homoptera: Diaspididae) with Efficiency of Parasitoid, *Aphytis melinus* (How.) (Hymenoptera: Aphelinidae) in Lemon Orchards. J. Ent. Res. Soc., vol 10 n°1, Pp 43-58.
- Yust HR., 1943** - Productivity of the California red scale on lemon fruits. Journal of Economic Entomology ,n°36,Pp.868-872.

Documents consultés

- Abd-Rabou S. ; El Naggar, M., 2004**- Predators of armored scale insects in Egypt. Proceedings of the X International Symposium on Scale Insect Studies, 267p.
- Adda R., 2006**-Rôle d'*Aphytis Lepidosaphes* (Hymenoptera – Aphelinidae) dans population de cochenilles diaspiques (Homoptera : Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 125 p.

- Agagna Y., 2009-** Effet du Spirotetramat sur une population de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera : Diaspididae) dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mém. Ing. Ecol. Nat. Agro., El-Harrach, 72 p.
- Anonyme, 1995-** Agriculture 2 : Conduite d'un verger d'agrumes. Ministère de l'agriculture I.T.A.F., 60p.
- Anonyme, 1997** – La superficie et production des agrumes a Rouiba durant l'année 1997-1998. Caisse régionale de l'agriculture de Boumerdes. Bureau local de Rouiba., 1p.
- Anonyme, 2003a.** Notion de conjoncture; premier trimestre; Ministère de l'agriculture et du développement rural 3p.
- 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.
- 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.
- Balachowsky A. S., 1937** – 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., 1953a** – Entomologie appliquée. Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin Méditerranéen. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Act. Sci. et Ind », n°1202, T. VI, 926p.
- Balachowsky A.S., 1953b** - Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin Méditerranéen. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Act. Sci. et Ind », n°1202, T. VII, Pp. 725-929.
- Balachowsky A.S., 1954** - Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed.. Institut Pasteur, Paris, Coll. Mem. Sci. Inst, Pasteur, 450 p.
- Biche M., 1987** - Bioécologie de *Parlatoria oleae* colvée (Hom : Diaspididae) ravageur de l'olivier, *Olea europaea* L, dans la région de Cap Djenet (Algérie) et étude ; biologique de son parasite externe. *Aphytis maculicornis*. Mai (Hym. Aphelinidae).Mém.Dip. Univ. Rech., Univ. De Nice, 119 p.
- Biche M et Sellami M., 1999**-Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria olea* (Colvée) (Homoptera : Diaspididae).Bull. Soc.ent.France, Pp. 287-292.
- Bonnemaison L., 1962** – Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Ed. Sep.,

Paris, T. III, 413 p.

- Chahbar N., 2004**-Dynamique de population de *Phyllocnistis citrella* stainton 1856 (Lepidoptera-Gracillariidae) sur *Citrus* près de Ruiba. Influence des extraits foliaires et des huiles minérales sur l'oviposition de la mineuse en pépinière. . Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 126 p.
- Chapot H. et Delucchi V.L., 1964** – Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Ed. I.N.R.A., Rabat, 339 p.
- Belgendouz R., 2006**-Biosystématique des cochenilles diaspinés d'Algérie. Mém. Mag., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 78 p.
- Coutin R., 1988**-Les cochenilles des conifères. Rev. Phytoma, Défense des cultures, n°395, Pp.42-44.
- Gherbi R., 2006**- Le complexe coccinelles-parasites hyménoptères dans une population de cochenilles diaspinés (Homoptera : Diaspididae) et son interaction avec leur guide dans un verger de citronnier à Ruiba. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 106 p.
- Haddoum M., 2007**- Impact de *Encarsia citrinus* (Hymenoptera-Aphelinidae) dans la régulation des niveaux d'infestation du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera ; Diaspididae) sur clémentinier à Boufarik. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 60 p.
- Jafjaf A., 1978** – Etude des populations de la cochenille virgule, *Lepidosaphes beckii* Newman (Hom, Diaspididae) sur Hamelin et leurs parasites à Boufarik (Mitidja). Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. Agron., El Harrach, 60 p.
- Khoudour A., 1988** - Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newman (Homoptera, Diaspididae) dans un verger de clémentinier à Chebli. Mém. Ing. Agron., Inst. Nat. El - Harrach, Alger. 60 p.
- Mazih A., 2008**.- Current situation of citrus pests and the control methods in use in Morocco.- *IOBC/wprs Bulletin*, n° 38, Pp. 10-16.
- Mouandza M.C., 1990**- Inventaire des cochenilles et de leurs ennemis naturels sur agrumes. Fluctuation des populations de quatre diaspinés. *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.

- Mouas B., 1987** - Bioécologie de la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* Newman (Coccidae, Diaspididae) dans un verger de clémentinier *Citrus reticulata* dans le domaine Chaoui Mabrouk (Annaba). Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 76 p.
- Moussaoui N., 1990** – Etude préliminaire sur la biologie de *Parlatoria pergandii* C. (Hom. Diaspididae) sur clementier dans la région de Boufarik et sa relation avec son parasite externe *Aphytis hispanicus* Mercet. (Hym. Aphelinidae). Mem. Ing. Agron., INES., Blida, 184 p.
- Mutin G., 1977** – La Mitidja. Décolonisation et espaces géographiques. Ed. OPU. Alger, 607p.
- Ouzzani T., 1984** - Approche bioécologique du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera ; Diaspididae) dans la Mitidja. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 72 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. Ed. Soc. Shell., Alger, 111 p.
- Rebour A., 1966** - Les agrumes Manuel de culture des Citrus pour le bassin Méditerranéen. Ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 278 p.
- Rebour H., 1950** – Les agrumes en Afrique du Nord. Union des Syndicats de Producteurs d'Agrumes, 477 p.
- Seltzer P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phy. Glob., Univ. Alger, 219 p.
- Zekri F., 1993**- Etude bioécologique du pou noir d'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera ; Diaspididae) dans la Région de Boufarik ITAFV. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 141 p.
- Boussaad L., 2003** – Situation des ravageurs des agrumes et de leurs ennemis naturels en verger biologique, sous protection intégrée et conventionnel dans la région de Marrakech. Workshop International: Apport des Biotechnologies en production intégrée, 13 Décembre 2003, 73 p.

Documents électroniques

Anonyme. (2004). *Biocontrols: Scale Insect and Mealybug*. Disponible sur : <http://greenmethods.gbhxonline.com/Crypts>. Consulté le : 26/03/2015.

Inra. (2007). *Aonidiella auratii*(Maskell). Disponible sur <http://www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3aonaur.htm> , Consulté le : 22/05/2015

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](http://www.maplandia.com/algeria/alger/rouiba/rouiba-google-earth.html). Consulté le : 20/01/2015.

Raynaud N. (2008) *Dessins Clipart*. Disponible sur : <http://www.saveursdumonde.net>. Consulté le : 5/11/2014.

Spren, T. H. (2010). *Projections of World Production and Consumption of Citrus to 2010*. Disponible sur : <http://www.fao.org/>. Consulté le 05/11/2014.

Algeriainvest.(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.

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				

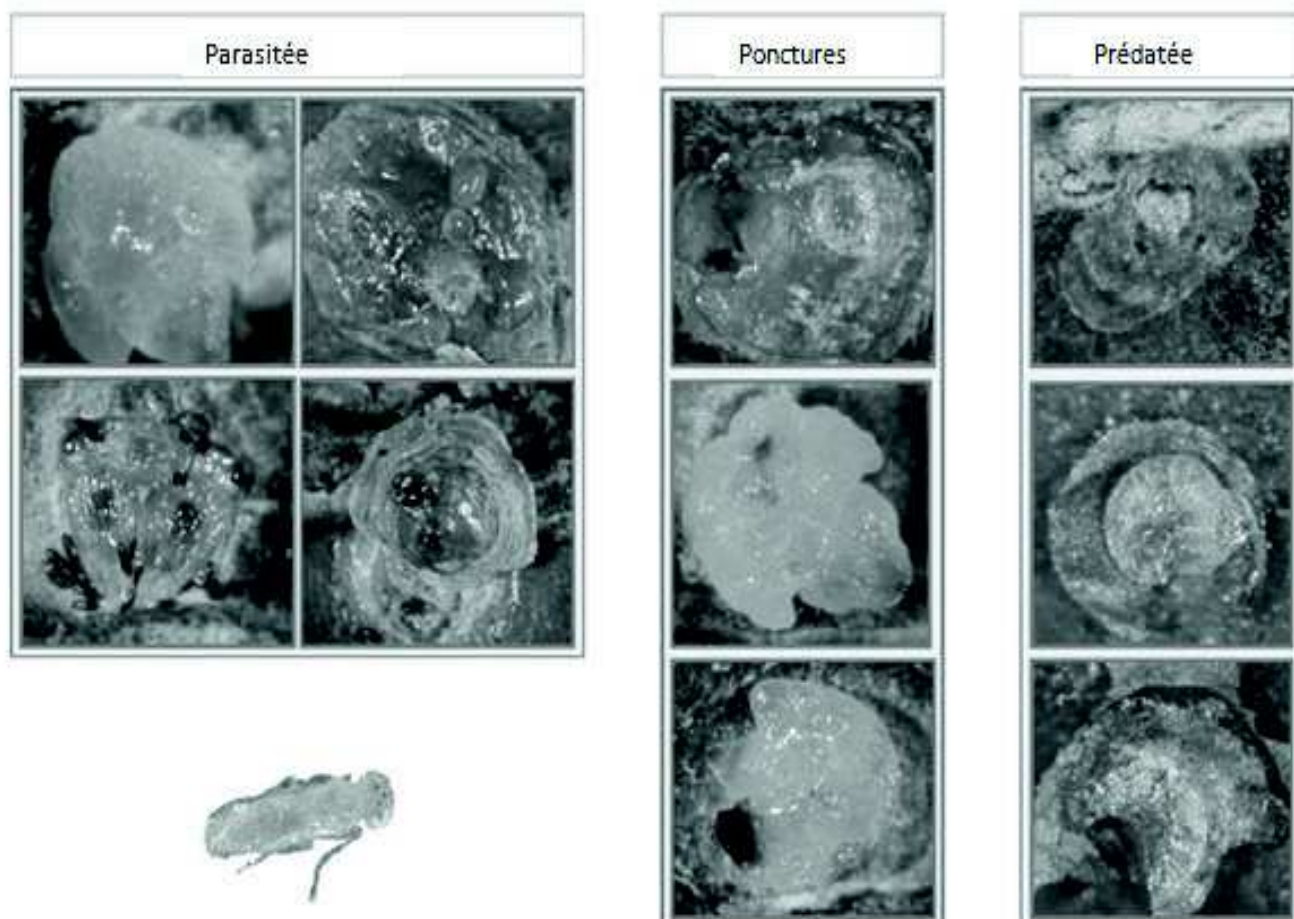
Annexe 2 :

Feuille de comptage d'*Aphytis melinus*

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				

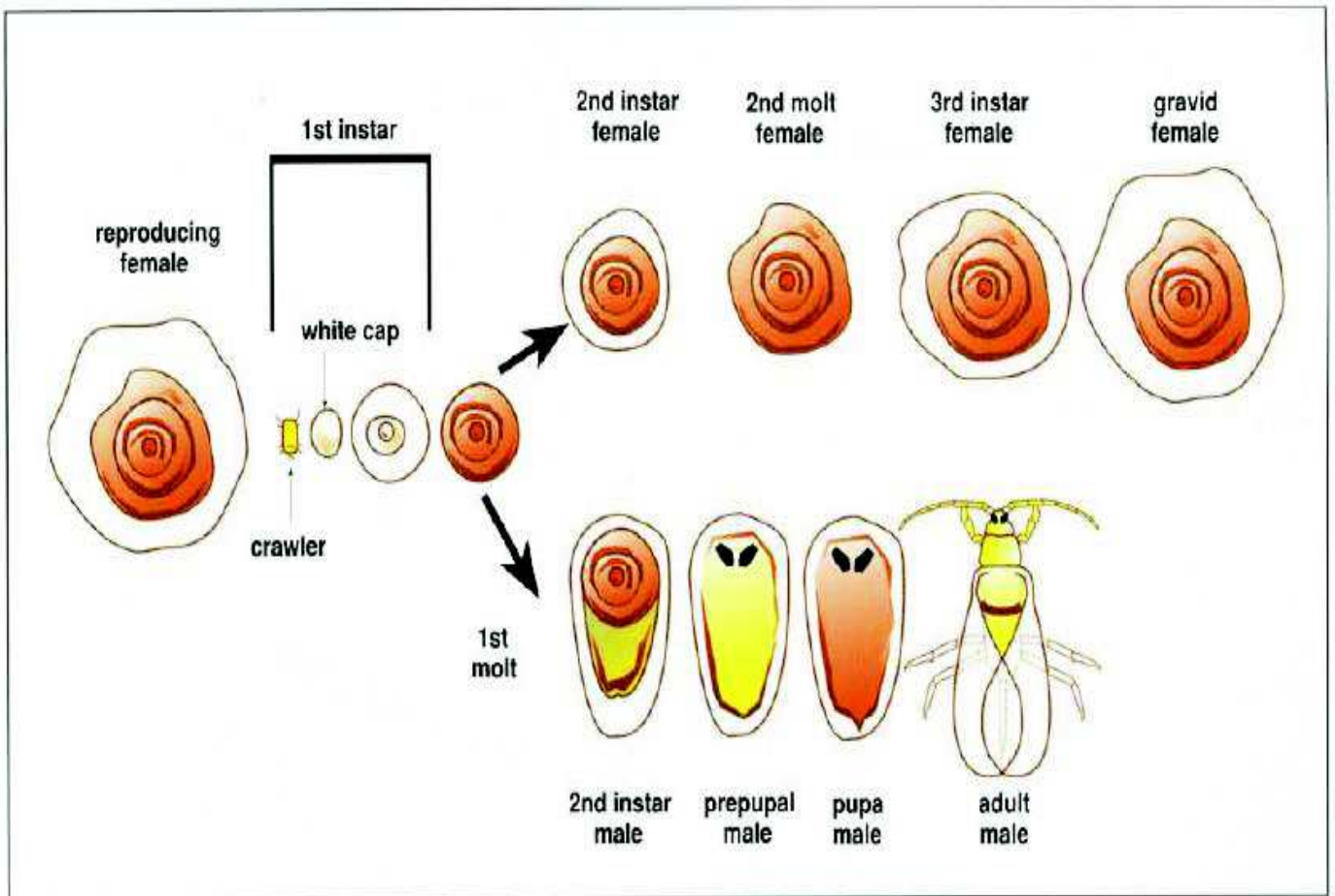
Annexe 3 :

Les symptômes causés par les ennemis naturels de *Aonidiella aurantii*



Annexe 3 :

Cycle biologique schématisé de *Aonidiella aurantii* (Forster et al, Sd)



Annexe 4 :

Le dimorphisme sexuel chez le Pou de Californie (Sorribas,2011)



Femelle



Male

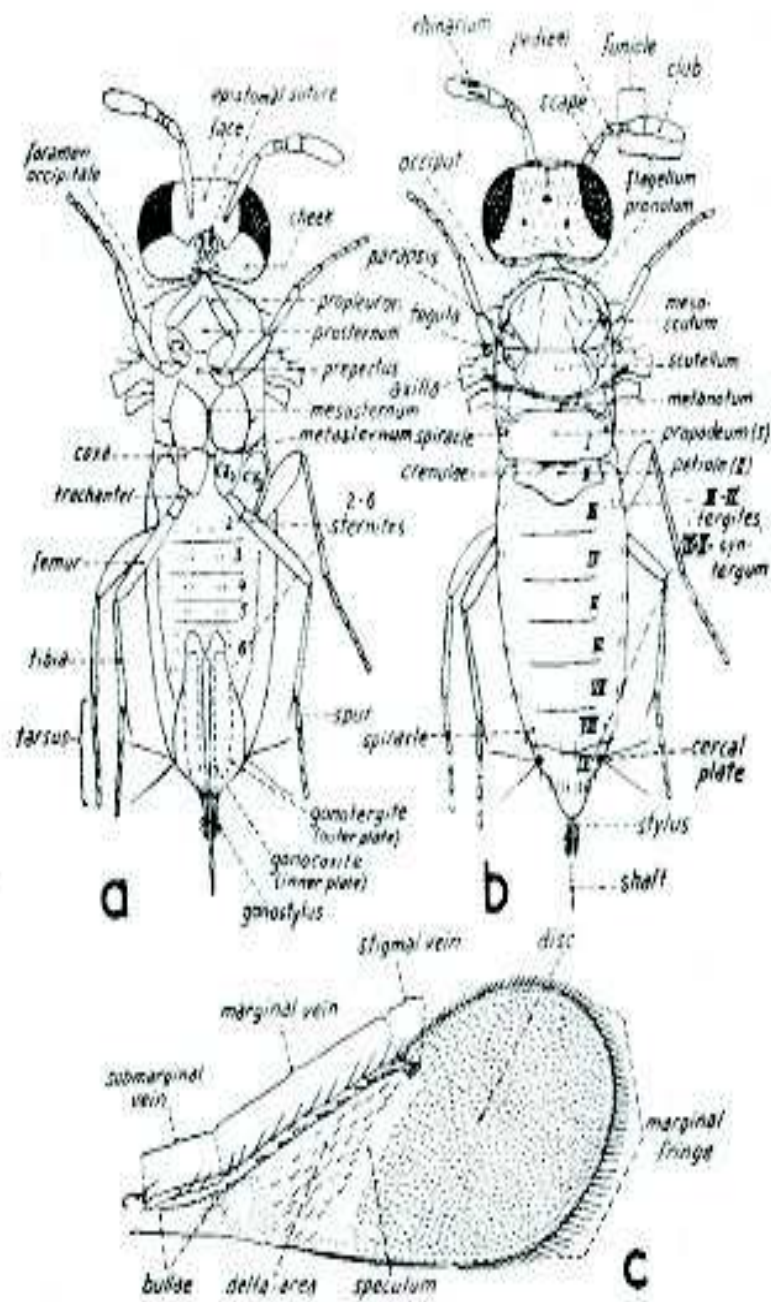
Annexe 5 :

Individu adulte d'*Aphytis* avec la suture en forme « Y » sur le mesosternum indiqué par un cercle (Sorribas,2011)



Morphologie de *Aphytis melinus*

a-Corps de la femelle (vue ventrale) .b- Corps de la femelle (vue dorsale) (Sorribas,2011).



c- les sutures allaires.

العنوان: دور *Aphytis melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) في تنظيم الإصابة بالقشرية الكاليفورنية *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) في بستان الليمون بمنطقة الرويبة

ملخص

أجريت هذه الدراسة في بستان الليمون المتواجد بمنطقة روية خلال الفترة الممتدة من ماي ٢٠١٤ إلى جويلية ٢٠١٥ دراسة إيكولوجيا القشرية الكاليفورنية أظهرت أن هذه الحشرة تطور ثلاثة أجيال خلال *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) السنة حيث أن توزعها كان كثيف في مركز الشجرة و على الأغصان. فيما يخص التطور الفصلي لهذه القشرية فهو يتبع التدفق الفصلي للنسغ. قدرت خصوبة هذه القشرية ب٦,٢ بيضة/انثى. وهي معتبرة على مستوى الثمار ومركز الشجرة.

قمنا كذلك بدراسة دور *Aphytis melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) في تنظيم مستوى القشرية الكاليفورنية هذا الطفيلي طور ثلاثة أجيال موافقة لأجيال القشرية الكاليفورنية حيث انه يشمل بكثرة أنثى القشرية مقارنة بالذكور الذين لا يوفر الغذاء له، توزع هذا الطفيلي مرتبط بشدة بتواجد القشرية على الشجرة. درجة التطفل كانت قصوى على الأغصان ومنخفضة على الأوراق و الثمار. *A. melinus* طفيلي خارجي ثنائي البيضة حساس جدا للشروط المناخية. خلال الفترة الحارة، انخفض بشكل كبير أما خلال فصل الشتاء يبقى الطفيلي تحت قشرة الإناث وهي مرحلة السبات، أما في الخريف مع دفئ المناخ نسبة الطفيلي تميل إلى الزيادة. **الكلمات الرئيسية:** الطفيلي، *Aphytis melinus*، *Aonidiella aurantii*، الليمون، الرويبة

Titre : 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

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 et une moyenne de fécondité de 6,2 œufs/femelle, il semble que cette diaspine est plus féconde sur le fruit et au centre de l'arbre. En a étudié aussi le rôle d' *Aphytis melinus* dans la régulation des niveaux d'infestations du pou de Californie.

Ce parasitoïde à développer trois générations pour chaque génération de la diaspine et attaque beaucoup plus les stades adultes femelles que les mâles qui n'offrent pas des nutriments à son parasite, qu' *A. melinus* soit considéré comme un ectoparasite biparental, La distribution du parasitoïde est en étroite corrélation avec l'abondance de son hôte sur le végétal, ont a obtenu un taux de parasitisme plus élevés sur les rameaux suivi par les fruits alors qu'ils était moindre sur feuilles. *A. melinus* est un ectoparasite, très sensible aux aléas climatiques. Durant la période chaude, les populations du parasitoïdes diminuent considérablement En période hivernale le parasitoïde se maintient sous les boucliers des femelles sans qu'il ait développement. Par contre, en automne avec l'adoucissement du climat, le parasitisme tend à s'accroître.

Mots clés : Citronnier, Rouiba, *Aonidiella aurantii*, *Aphytis melinus*, parasitoïde.

Title: Role of *Aphytis melinus* (Hymenoptera, Aphelinidae) in regulation Louse infestation levels of California *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 juillet 2015. The monitoring of the ecology of lice *Aonidiella aurantii* in California showed that the species evolves four annual generations. This cochineal has a very strong affinity for the center of the tree and the branch. As to also studied the role of *Aphytis melinus* in regulating the levels of infestation of lice in California. This parasitoid developing four generations each generation diaspine and attack more females stages, distribution of the parasitoid is closely correlated with the abundance of its host plant, have obtained a higher rate of parasitism on branches, while they were lower on the lowest leaves and on fruit.

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 branch and a fertility average of 6.2 eggs / female, it seems that this is more fertile on the fruit and the center of the tree. As to also studied the role of *Aphytis melinus* in regulating levels of infestations of lice in California. This parasitoid develop three generations each generation diaspine and attack more stages adult females than males who do not provide nutrients to the parasite, that *A. melinus* be considered a biparental ectoparasite, the distribution of the parasitoid is closely correlated with the abundance of its host plant, have obtained a higher rate of parasitism on twigs followed by fruits while they were lower on sheets. *A. melinus* ectoparasite is very sensitive to climatic conditions. During the hot saison, populations of parasitoids decreased considerably During winter the parasitoid remains in females shields without having development. By cons, in the fall with a warmer climate, parasitism tends to increase

Keys words : Lemon, Rouiba, *Aonidiella aurantii*, *Aphytis melinus*, parasitoid.

