

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTER DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHESCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

MÉMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE

MASTER ACADÉMIQUE

EN SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Option : **Phytopharmacie Appliquée**

SOUS LE THÈME

**EFFET D'UN PESTICIDE DE SYNTHÈSE SUR LES
PARASITOÏDES DES COCHENILLES DIASPINES DES
AGRUMES**

Présenté par :

 Mr HAMMOUDI Bilel

 Mr AZZI Elhanafi

Devant les membres du jury :

Mme. ALLAL. L	Professeur. Université Saad Dahlab Blida	Président
Mme BELGUENDOZ. R	M.C.B. Université Saad Dahlab Blida	Promotrice
Mr MAHDJOUBI. D	M.A.A. Université Saad Dahlab Blida	Examineur

2015 - 2016

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leurs porte et ma reconnaissance pour leur soutien, je ne les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils m'ont fait.

A ma grande mère.

*A mes très cher frère **Nassim, Louiza, Amine et Nedjma** qui m'ont donné l'aide et le courage.*

*A toute la famille **HAMMOUDI et AIOUAZ.***

*A mon binôme **Elhanafi**, a mes amis **Abdelhak, Ammar, Nasreddine et Abd elbasset.***

A tous mes chers amies et collègues.

HAMMOUDI Bilel

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leurs porte et ma reconnaissance pour leur soutien, je ne les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils m'ont fait.

A ma très cher femme qui a été patiente, et qui ma donné de l'aide et le courage.

A mes petite fille Hafsa et Aroua

A toute ma famille.

*A mon binôme **Bilel**, a mon amis **Abdennour** du **CRAPC**, qui ma beaucoup aidé dans tous les volés.*

A tous mes chers amies et collègues.

Elhanafi AZZI

REMERCIEMENT

Tout d'abord, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.

*Nos reconnaissances les plus sincères notre promotrice **Mme BELGUENDOZ Rachida** pour son encadrement ainsi que pour son encouragement, sa patience, son aide et ses précieux conseils dont nous avons eu la chance d'en profiter, ainsi que pour sa disponibilité tout le long du travail jusqu'à l'élaboration de ce document.*

*Nos vifs remerciements vont à **Mme ALLAL Leila** qui nous a fait l'honneur de présider le jury.*

*Nous tenons également à remercier **Mr MAHDJOUBI Djilali** qui a accepté de participer à ce jury et d'examiner ce manuscrit.*

*Nos profondes remerciements à tous nos enseignants en particulier nos professeurs qui ont assurés notre formation Master 2 option Phytopharmacie appliqué, **Mr DJAZOULI, Mr AROUN, Mr et Mme MOUSSAOUI, Mme BOUCHNAK et Mme NEBIH**, ainsi tout les gens qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce document.*

Nous tenons également à remercier la direction de l'ITAF d'avoir acceptez de nous encadrer, particulièrement les personnes de l'ITAF de Boufarik pour leur aide, conseils et orientations, on les remercie pour tous les moyens qu'ils nous ont assuré.

Résumé

Les agrumes sont très sensibles aux attaques de plusieurs ravageurs qui causent des dégâts affectant la production sur le plan qualitatif et quantitatif. Certaines cochenilles diaspiques, tel que *Parlatoria ziziphi* (Homoptera; Diaspididae), sont classées comme ravageurs majeurs et de quarantaine sur agrumes et sont traités couramment par voie chimique par le Methidathion associé à de l'huile blanche dans la région de la Mitidja (Algérie). Ce traitement n'a pas pu limiter sa pullulation et a même développé sa résistance et provoqué la dégradation de la faune auxiliaire utile. Le problème posé doit être analysé sur le terrain, pour déterminer l'influence de ces traitements chimiques sur cette cochenille *Parlatoria ziziphi* et les familles et espèces auxiliaires associés aux agrumes. L'évaluation de l'effet insecticide est réalisée par des prélèvements d'échantillons de feuilles infestées pour le suivi de la dynamique de la cochenille par la méthode de dénombrement et, par le dépôt de pièges angulés pour la détermination des auxiliaires avant et après traitement. Les résultats révèlent la présence de trois diaspiques : *Aonidiella aurantii* et *Lepidosaphes beckii* associées à *Parlatoria ziziphi* qui présente une forte infestation. Le traitement par le Methidathion révèle un effet insecticide significatif avec 52,97% de larves mortes et 52,89% de femelles adultes mortes et, une forte sensibilité des auxiliaires recensés aux produits (11 familles et 23 espèces au nombre de 55 individus avant traitement, contre 4 familles et 9 espèces au nombre de 21 individus après traitements), avec la disparition totale de la famille des Coccinellidae, Encyrtidae, Mymaridae, Pteromalidae, Ichneumonidae, Scelionidae et Cynipidae dans les échantillons après traitement.

Mots clés : *Parlatoria ziziphi*, parasitoïdes, agrumes, lutte chimique (Dathion), impact.

Summary

Citrus fruits are very susceptible to attack by several pests that cause damage affecting the quality and quantity of production. Some Diaspididae species as *Parlatoria ziziphi* (Homoptera) are classified as major pests and quarantine on citrus fruits and commonly treated chemically by Methidathion associated with white oil in Mitidja region (Algeria). This treatment could not limit its outbreak and even develop his strength and caused the degradation of useful auxiliary fauna. The problem must be analyzed in the field, to determine the impact of these chemical treatments on *Parlatoria ziziphi* species and auxiliary families associated with citrus. The evaluation of the insecticidal effect is achieved by taking samples of infested leaves for monitoring the dynamics of cochineal by the counting method and, by filing angled traps for the determination of auxiliary species before and after treatment. The results reveal the presence of three diaspidines: *Aonidiella aurantii* and *Lepidosaphes beckii* associated to *Parlatoria ziziphi* which present a high infestation. Treatment with Methidathion associated with white oil reveals a significant insecticidal effect with 52.97% dead larvae and 52.89% dead adult females and high sensitivity to treatment of the identified auxiliary (11 families and 23 species numbering 55 individuals before treatment, and only 4 families and 9 species numbering 21 individuals after treatment), with the total disappearance of Coccinellidae, Encyrtidae, Mymaridae, Pteromalidae, Ichneumonidae, Scelionidae and Cynipidae families in samples after treatment.

Keywords: *Parlatoria ziziphi*, auxiliary fauna, Citrus, chemical control (Methidathion and with oil), insecticidal activity.

ملخص

إن الحمضيات جد حساسة للهجوم من قبل عدة آفات التي تسبب أضرارا تؤثر على الإنتاج نوعيا وكميا. بعض القرمزيات (diaspines) مثل *Parlatoriaziziphi* (متشابهات الأجنحة: Diaspididae) تصنف من الآفات الرئيسية على الحمضيات والتي عادة تعالج كيميائيا بواسطة مادة **Methidathion** بالإضافة للزيت الأبيض و هذا في منطقة دراستنا التي هي متيجة (الجزائر).

هذا العلاج لم يتمكن أن يحد من تفشي وحتى تطوير قوته وتسبب في تدهور الحيوانات المساعدة المفيدة. يجب تحليل المشكلة في هذا المجال، لتحديد تأثير هذه العلاجات الكيميائية على هذا قرمزي *Parlatoria ziziphiqui* والأسر والأنواع الإضافية المرتبطة بالحمضيات. ويتحقق تقييم تأثير الحشرات عن طريق أخذ عينات من الأوراق المصابة لرصد ديناميكيات القرمزيات بواسطة طريقة العد، وتقديم الفخاخ ، لتحديد الحيوانات المساعدة المفيدة قبل وبعد العلاج .

بينت النتائج وجود ثلاثة أنواع من Diaspines: *Aonidiella aurantii*، *Lepidosaphes beckii* و *Parlatoria ziziphiqui* المرتبطة هذه الأخيرة التي سجلت إصابات معتبرة. العلاج بـ **Methidathion** يكشف عن تأثير كبير للمبيد بـ 52.97% يرقات ميتة ، بينها 52.89% من الإناث الكبيرة الميتة ، وحساسية عالية للحيوانات المساعدة المفيدة، (11 عائلة و 23 نوعا بمجمل 55 فراد قبل العلاج، مقابل 4 عائلات و 9 أنواع بمجمل 21 شخصا بعد المعالجة)، مع اختفاء تام للعائلات *Scelionidae*، *Ichneumonidae*، *Pteromalidae*، *Mymaridae*، *Encyrtidae*، *Coccinellidae* و *Cynipidae* في العينات بعد العلاج.

كلمات البحث: *Parlatoriaziziphi*، الطفيليات، الحمضيات، المكافحة الكيميائية (Dathion) تأثير.

SOMMAIRE

Page

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Les Agrumes

I.1. Généralités	03
I.2. Histoire de la culture des agrumes	04
I.3. Systématique.....	04
I.3. Caractéristiques des agrumes.....	05
I.4. Exigences climatiques des Agrumes.....	05
I.5. Production des Agrumes.....	07
I.5.1. Les agrumes dans le monde.....	07
I.5.2. Les agrumes en Algérie.....	09

CHAPITRE II : Cochenilles ravageurs des Agrumes et la faune auxiliaire associée

II. Historique et Généralité.....	11
2. Les Cochenilles.....	14
2.1. Les Diaspididae.....	15
2.2. Classement taxonomique.....	16
3. Les principales cochenilles des agrumes.....	16
3.1. <i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853).....	16
3.2. <i>Aonidiella aurantii</i> (Mask.1878).....	17
3.3. <i>Lepidosaphes beckii</i> (pack .1869).....	18
3.4. <i>Lepidosaphes gloverii</i> (pack.1869).....	19
3.5. <i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morg.1889).....	19
3.6. <i>Parlatoria pergandei</i> (Comst.1883).....	20
4. Les ravageurs des agrumes.....	21
5. Auxiliaire associés aux cochenilles.....	22
5.1. Inventaires Faunistiques.....	23

5.2. Elevages Des Auxiliaires.....	23
5.3. Les Lâchers.....	24
5.4. Quelques exemples de lutte biologique contre les cochenilles.....	25

DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL EXPERIMENTAL

CHAPITRE III : Présentation du Matériels et méthodes du travail

1.1. Présentation du verger d'étude.....	27
1.2. Protocole expérimental.....	27
1.3. Les plans parcellaires de la collection d'Agrumes.....	28
2. Traitements insecticide.....	30
2.1. Méthode sur le terrain.....	30
2.2. Préparation du produit.....	30
2.3. Application de pesticides.....	31
2.4. Etiquetage et reconnaissances des arbres.....	31
2.5. Prélèvement des échantillons de feuilles.....	32
2.6. Dénombrement des cochenilles.....	32
2.7. Mise en place des pièges avant traitement.....	33
2.8. Observation des pièges et identification de la faune utile.....	33

CHAPITRE IV : Résultats et discussions

1. Première partie : Etude de l'effet de « Methidathion » sur <i>parlatoria ziziphi</i>	34
1.2. Etudes de l'effet de « Methidathion » sur les populations de <i>parlatoria ziziphi</i> dans les deux vergés d'agrumes B3 et B4 avant et après traitement.....	35
1.2.1. Etude des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B3.....	35
1.2.1.1. Taux d'infestation des cochenilles diaspine (<i>Parlatoria ziziphi</i>) global comparatif avant et après le traitement insecticide. Vergé B3.....	36
1.2.2. Etude des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B4.....	38
1.2.2.1. Taux d'infestation des cochenilles diaspine (<i>Parlatoria ziziphi</i>) global comparatif avant et après le traitement insecticide. Vergé B4.....	39

2. Deuxième partie : Etudes de l'effet de « Methidathion » sur les parasitoïdes <i>parlatoria ziziphi</i>	41
2.1. Inventaire des parasitoïdes avant traitement sur les vergés d'agrumes B3 et B4.....	42
2.2. Inventaire des parasitoïdes après traitement sur les vergés d'agrumes B3 et B4.....	43
2.3. Etudes comparatives des parasites recensées dans les deux vergés d'agrumes B3 et B4 avant et après de traitement insecticide.....	47
Conclusion.....	48
Références bibliographiques.....	50

Liste des figures

N° de Fig.	Titre de la figure	Page
Figure 01	Verger d'agrumes jeune (ITAF de Boufarik) (Photo originale).	04
Figure 02	Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.	08
Figure 03	Répartition géographique de la production d'agrumes pendant la période 2000-2004 Nations Unies	08
Figure 04	<i>Parlatoria ziziphi</i> (Photo Originale 2016)	17
Figure 05	<i>Aonidiella aurantii</i> (Anonyme 2013)	18
Figure 06	<i>Lepidosaphes beckii</i> (Anonyme 2013)	18
Figure 07	<i>Lepidosaphes gloverii</i> (Anonyme 2013)	19
Figure 08	<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Anonyme 2013)	20
Figure 09	<i>Parlatoria pergandei</i> (Anonyme 2013)	20
Figure 10	Présentation des deux vergés d'agrumes B3 et B4 (Google Earth 2016)	27
Figure 11	Première parcelle expérimentale B3 (ITAF, 2016)	28
Figure 12	Deuxième parcelle expérimentale B4 (ITAF, 2016)	29
Figure 13	Schéma descriptif d'une préparation et application du produit (Photo originale)	30
Figure 14	Application du pesticide (Photo originale)	31
Figure 15	Étiquettes et Badigeonnage de reconnaissance (Photo originale)	31
Figure 16	Echantillonnage de feuilles dans des sachets (Photo originale)	32
Figure 17	Dénombrement des Cochenille sous une loupe binoculaire (Photo originale)	32
Figure 18	Mise en place des pièges collant au milieu des arbres (Photo originale)	33
Figure 19	Dénombrement des insectes récupérés sur pièges (Photo originale)	33
Figure 20	Vue sous loupe binoculaire d'une feuille infestée par <i>Parlatoria Ziziphi</i> (Photo originale)	34
Figure 21	Modèle ANOVA appliqué à l'étude de l'effet d'insecticide sur les populations de cochenilles avant et après traitement dans le vergé B3	37
Figure 22	Modèle ANOVA appliqué à l'étude de l'effet d'insecticide sur les populations de cochenilles avant et après traitement dans le vergé B4	40
Figure 23	Présentation graphique en pourcentage de familles parasitoïdes recensées avant le traitement insecticide.	44
Figure 24	Présentation graphique en pourcentage de familles parasitoïdes recensées avant le traitement.	46
Figure 25	Présentation graphique en Bâtonnets des familles de parasitoïdes recensées avant et après le traitement insecticide.	47

Liste des tableaux

N° de tableau	Titre Du Tableau	Page
Tableau 01.	Productions mondiales et exportations des agrumes (millions de tonnes), (Akhannouch, 2011).	10
Tableau 02.	Superficie (ha) et production (qx) des agrumes pour la campagne 2010-2011 (Anonyme, 2012).	07
Tableau 03.	Les principaux ravageurs des agrumes (Biche M., 2012)	21
Tableau 04.	Inventaire des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B3.	35
Tableau 05.	Modèle G.L.M. appliqué à la variation des taux des effectifs de cochenille en fonction de temps et de traitement. Vergés B3	36
Tableau 06.	Inventaire des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B4.	38
Tableau 07.	Modèle G.L.M. appliqué à la variation des taux des effectifs de cochenille en fonction de temps et de traitement. Vergé B4	39
Tableau 08.	Inventaire qualitatif et quantitatif des parasitoïde des cochenilles diaspires sur deux vergé d'agrumes B3 et B4 avant le traitement insecticide dans la région de Boufarik (ITAF).	43
Tableau 09.	Inventaire qualitatif et quantitatif des parasitoïde des cochenilles diaspires sur deux vergé d'agrumes B3 et B4 après le traitement insecticide dans la région de Boufarik (ITAF)	45

La culture des agrumes est certainement une de celles qui réclame le plus d'attention de travail et de connaissance. Certes les résultats tant techniques qu'économiques justifient cette exigence mais l'agrumiculture est sans cesse sollicitée par de nouveaux problèmes. Parmi ceux-ci la protection phytosanitaire des vergers reste durant toute l'année un souci majeur. Une production saine, régulière et indemne de tout vestige parasitaire est non seulement une assurance de qualité et d'écoulement local mais également une garantie pour la conquête de marché extérieur.

En Algérie, l'agrumiculture est d'un grand intérêt économique, principalement dans les zones où les productions arboricoles sont importantes. Malgré les bonnes conditions pédoclimatiques pour le développement de l'arboriculture fruitière, la production algérienne a connu une faible croissance au cours de ces dernières années. Ainsi, la production agrumicole est passée de 6803 tonnes en 2001 à 4699 tonnes, en 2006, suite au vieillissement des vergers et aux agressions dues aux ravageurs et maladies (ANONYME, 2013).

Les agrumes sont très sensibles aux maladies cryptogamiques et aussi à de nombreux ravageurs qui causent des dégâts sur le fruit et, de ce fait, impactent la rentabilité des vergers d'agrumes algériens. Les insectes sont en partie responsables de la baisse de rendement en particulier, les cochenilles qui constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde.

La lutte contre les cochenilles a été un souci majeur pour les agriculteurs. Pour cela, différentes méthodes sont préconisées dont la lutte chimique, qui malgré ses effets immédiats compromet l'équilibre écologique par ses résidus et génère l'apparition de populations résistantes au sein d'espèces soumises aux différentes molécules chimiques utilisées. Pour cela une solution alternative biologique qui s'appuie sur une stratégie de défense écologique et durable est apparue.

Depuis quelques années, plusieurs institutions étatiques ont commencé à s'intéresser aux différents prédateurs et parasitoïdes pour lutter contre les ravageurs des cultures. Plusieurs chercheurs travaillent sur l'utilisation des Hyménoptères parasitoïdes et de coccinelles entomophages (BICHE, 2012).

Notre travail a pour objectif, d'une part, d'étudier l'efficacité d'un pesticide de synthèse « le Méthidathion » sur les cochenilles colonisant les vergers d'agrumes en particulier la cochenille noire *Parlatoria ziziphi* et d'autre part, son impact sur la faune auxiliaire.

Pour réaliser ce travail nous nous sommes orientés vers l'Institut Technique des Arbres Fruitières de Boufarik (ITAF), qui a mis à notre disposition deux jeunes verges d'agrumes pour réaliser notre travail. Dans un premier temps nous avons effectué des inventaires de cochenilles et d'auxiliaires présents pour identifier l'état sanitaire de ces verges et la faune associée. Dans le deuxième temps, nous avons réalisé l'application de l'insecticide « Méthidathion » mélangé à de l'huile blanche afin d'étudier l'impact du produit sur la cochenille *Parlatoria ziziphi* et sur la faune auxiliaire.

1. Les Agrumes

1.1. Généralités

Le mot «Agrume» quant à lui provient du latin *acrumen* qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acides. Ce même dernier auteur souligne que Les agrumes se distinguent par leur grande diversité de leurs familles et de leurs ordres. Les espèces des agrumes sont de trois genres principaux du groupe citrinae dans la famille des Rutacées *Citrus* qui referme la majorité des agrumes, *Fortunella* (les Kumquats) et *Poncirus*. On peut y ajouter 2 genres moins répandus, originaires d'Océanie : *Eremocitrus* et *Microcitrus*. Le nombre d'espèces compris dans chaque genre, en particulier pour le genre *Citrus*, très complexe, est sujet à controverse et varie en fonction des botanistes : pour l'américain Swingle (1943), il n'y aurait que 16 espèces de *Citrus*, alors que le japonais Tanaka (1957) n'en recense pas moins de 157 espèces cultivées depuis des milliers d'année, elles ont toutes une grande facilité à s'hybrider entre elles par croisement à des degrés divers.

Selon BENEDISTE et BACHES (2002) les citrons et les bigarades (oranges amères) furent vraisemblablement introduits par les Arabes, qui les répandirent à partir du VIII^{ème} siècle jusqu'en Afrique du nord et en Espagne, d'où ils gagnèrent tout le pourtour méditerranéen, grâce au gré des conquêtes et des échanges commerciaux et grâce à leurs grandes facultés d'adaptation.

D'après PRALORAN (1971) sur 1400000 ha environ d'agrumes recensés dans le monde, près de 900000, soit 62 % sont situés entre les 43 et 30 degrés de latitude nord et entre les 40 et 30 degrés de latitude sud, soit dans des zones climatiques sensiblement différentes de celles d'origines.



Figure 01 : Verger d'agrumes jeune (ITAF de Boufarik) (originale).

1.2. Histoire de la culture des agrumes

D'après PRALORAN(1971) le problème posé par la détermination exacte du centre d'origine géographique des agrumes se complique, à cause de l'existence de certaines variétés issues d'une hybridation naturelle interspécifique dans ce groupe de plante, quoi qu'il en soit de cette incertitude relative, quant aux limites exactes du centre d'origine des agrumes il se situe principalement, dans le Sud–Est Asiatique. Tanaka admet que le centre principal couvrirait, à la bordure Sud–Est de l'Himalaya, l'Assam et le Nord de la Birmanie. En fin deux centres secondaires servaient formés par la région côtière de la chine méridionale et le Sud du Japon.

Les auteurs s'accordent pour admettre que la culture des agrumes a pris naissance en Chine et en Inde, pendant le premier millénaire avant J-C. Ce même auteur signale que assez curieusement, l'oranger de venu à notre époque le plus important des agrumes, fut remarqué beaucoup plus tardivement que les autres espèces (limes, cédrats, etc.). A partir de ce centre primitif de l'agrumiculture, la diffusion semble d'être opérée vers le monde entier. D'après JACQUEMOND et *al.* (2009) c'est lors des échanges commerciaux avec l'Asie, à partir du XIème siècle, que les génois et les portugais introduisirent dans le bassin Méditerranéen l'oranger, le bigaradier et le citronnier.

1.3. Systématique

D'après PRALORAN (1971) la position taxonomique des agrumes, selon Swingle est celle indiquée comme suite :

Règne : Végétale

Embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicotes

Sous classe : Archichlomydeae

Ordre : Germinale (Rutales)

Famille : Rutaceae

Sous-famille : Aurantioideae

Tribus : Citreae

Sous-tribu : Citrinae

Genre : *Poncirus*, *Fortunella* et *Citrus*

1.4. Caractéristiques des agrumes

D'après PRALORAN (1971) les agrumes sont de petits arbres, ou des arbustes, atteignant de 5 à 15 m de hauteur, assez souvent épineux. Et à feuillage dense, persistant à l'exception de quelques variétés hybrides dont les feuilles sont caduques ou semi-persistantes. D'un vert généralement très foncé, les jeunes plants et les jeunes pousses étant d'un vert nettement plus clair. Le fruit est formé de segments contenant les graines. Les segments sont entourés d'un endocarpe blanc à l'extérieur du quel, est une écorce à très nombreuses glandes à essence, devenant jaune ou orange à maturité. La distinction des espèces entre elles s'effectue à partir des caractères notés dans la clef dichotomique de Swingle.

Selon EL OTMANI (2005) les agrumes sont généralement classés parmi les espèces végétales pérennes moyennement sensibles au froid, ceci est dû à leur incapacité à survivre sous des températures froides que supportent les espèces ligneuses, des zones de latitudes élevées qui peuvent atteindre des valeurs voisines de 40 °C.

1.5. Exigences climatiques des Agrumes

1.5.1. Températures

Les Citrus peuvent bien se produire sous toute une gamme de température allant de

13 à 39°C. Le seuil de température maximale se situe à 50-52°C tandis que celui de minimum dépend de l'espèce, il est de -9 à #177; 10°C pour les orangers. (Pierre Nyabyenda, 2006).

Sous le tropique la croissance des agrumes est continue, dans les autres régions la croissance est discontinue, repos hivernale, parce qu'elle est fonction de la température et de la lumière.

Les températures moyennes favorables à la culture des agrumes sont de l'ordre de 10 à 12 °C pour les moyennes hivernales et de 22 à 30 °C pour les moyennes estivales.

Les températures négatives leurs sont néfastes. A - 3 °C, le gel peut affecter le feuillage, les jeunes pousses et même les rameaux, avec une différence de dégât selon la rusticité de l'espèce ou la variété. L'activité de croissance commence à 13 °C et se poursuit jusqu'au 36 °C, au delà, la croissance végétative s'arrête.

En hiver, les températures fraîches qui se situent entre 0 et 12 °C, ont un effet favorable sur la coloration de l'épiderme des fruits. Par contre, les températures élevées au moment de la floraison provoquent des dommages pour les fleurs.

1.5.2. Pluviométrie

Selon l'ITAF 2002, les besoins en eau d'un verger d'agrumes adultes couvrant environ 70% de la surface consommée, par hectare et par an est de 7100 m³ d'eau en moyenne à Blida. Dans cette région l'apport d'eau complémentaire s'avère nécessaire si l'on veut atteindre une bonne production.

1.5.3. Humidité de milieu

Elle n'a pas une forte influence sur le comportement des agrumes eux-mêmes, elle a par contre des incidences sensibles sur le développement de certains parasites : Cochenilles.

1.5.4. Le vent

Il est l'ennemi redoutable des citrus. Les vents fort et froids provoquent la chute des fleurs, des fruits, des feuilles et arrivent même à dégarnir les rameaux. Il cause de grands dommages surtout au moment de la chute biologique et la récolte.

1.5.5. Le sol

Les agrumes se développent bien en sols légers, perméables, profonds et sains. En cas des sols argileux, il vaut mieux installer un système de drainage ou pratiquer la culture sur ados afin de favoriser une bonne aération du sol.

Les agrumes craignent les sols riches en calcaire actif, le taux de ce dernier ne doit pas dépasser 12 % (et pas plus de 5 % pour le porte greffe du genre *Poncirus*). Le pH du sol doit être voisin de la neutralité (entre 6 et 7). En pH alcalin, l'absorption des oligo-éléments, devient déficiente et les agrumes manifestent des carences en ces éléments.

1.5.6. L'eau

Les agrumes sont des cultures d'origine tropicale, donc sont exigeantes en eau. Une moyenne de 1200 mm par ans est nécessaire pour le bon déroulement du cycle de culture dans le bassin méditerranéen.

Les agrumes sont sensibles à la salinité, une eau de bonne qualité ne doit pas contenir plus de 1.5 de résidu sec par litre (avec un taux de chlorure de sodium

inférieur à 1g/ litre). Les agrumes craignent la stagnation d'eau qui cause l'asphyxie des racines et la maladie de gommose pour les portes greffe sensibles. Condition (stagnation) qui se présente en cas des sols lourds.

1.6. Production des Agrumes

1.6.1. Les agrumes dans le monde

L'industrie des agrumes s'est développée lentement au début du 20ème siècle dû principalement aux crises économiques résultantes des deux guerres mondiales, puis la production a considérablement monté juste après la fin de ces dernières. Les agrumes, représentent une des récoltes principales de fruit au monde durant ce siècle, avec une production annuelle moyenne de 80 millions de tonnes (Aubert et Vullin, 1998). Le Brésil est le premier producteur mondial d'oranges, avec près d'un tiers de la production mondiale (Ayres, 2001).

Les oranges occupent la majeure partie du marché en raison de l'utilisation intensive par l'industrie de jus. Consommées en tant que produit frais, ils sont également employé dans la transformation des produits alimentaires industrielle et domestique (jus de fruit, parfum, huile essentielle...).

Tableau 02 : Productions mondiales et exportations des agrumes (millions de tonnes). (Akhannouch, 2011).

Pays	Productions		Exportations	
	2007-2008	2008-2009	2007-2008	2008-2009
Afrique du Sud	2 231	2 164	1 445	1 335
Argentine	2 950	2 937	682	520
Australie	403	403	108	134
Brésil	16 850	17 422	41	20
Chine	18 680	21 170	711	997
Egypte	2 759	3 500	850	774
Etats Unis	11 647	10 740	1 072	863
Japon	1 198	1023	5	5
Corée du Sud	746	593	4	1
Maroc	1 218	1 337	523	637
Mexique	6 951	6 530	538	489
Turquie	2 986	3 156	732	1 115
UE-27	10 697	11 015	591	602
Total	79 316	82 017	7 302	7 492

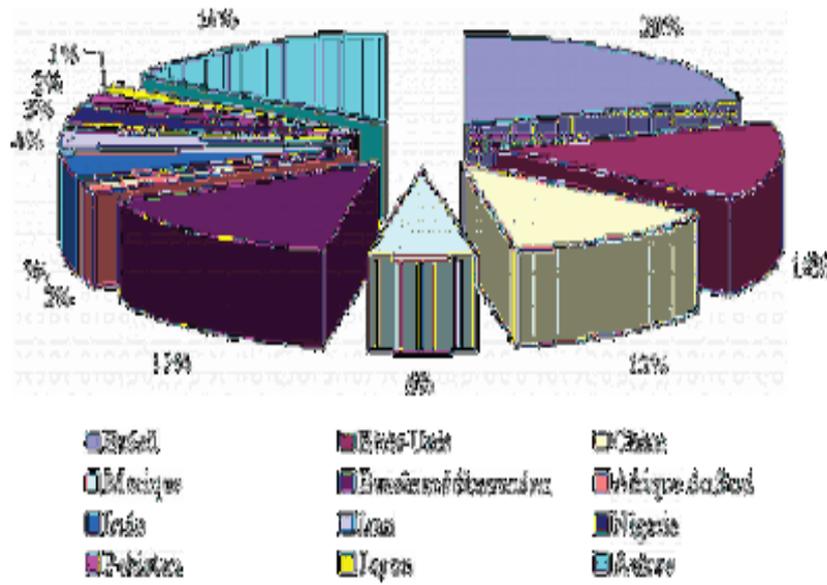


Figure 03: Répartition géographique de la production d'agrumes pendant la période 2000-2004 Nations Unies FAO.

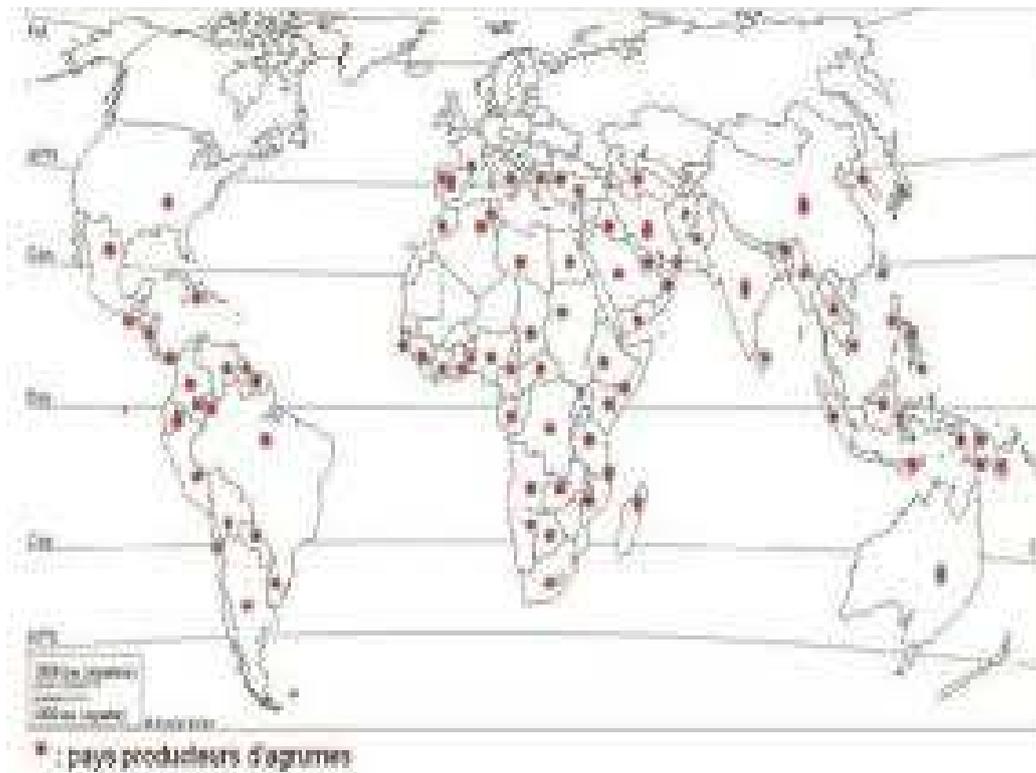


Figure 02: Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde. Griffon, M., & Loeillet, D. (2000).

1.6.2. Les agrumes en Algérie

La culture des agrumes revêt une importance stratégique en sa qualité de source d'approvisionnement en fruits frais et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles. Sur le plan social, la culture emploie en moyenne 140 jours/ha/an, sans compter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformations, commercialisation) La superficie consacrée à cette filière est de plus de 65.000 ha, dont 55.000 ha réservés à la production.

En 2011 ; parmi les 32 wilayas productrices, sept produisent 80% de la récolte dont deux seulement ont enregistré une hausse de 15% par rapport à la campagne précédente. Il s'agit des wilayas d'Alger et de Relizane. La wilaya de Blida, qui détient une part de 33% de la production nationale d'agrumes a vu sa récolte passer d'un million qx au quatrième trimestre de 2010 à 602.000 Qtx lors de la même période de 2011.

En Algérie, la production agrumicole est constituée à 72% d'oranges, à 16% de clémentines, à 4% de mandarine et à 7% de citrons. Les autres variétés (pomelos, pamplemousse, etc..) étant estimées à 1% de la production globale (Minagri, 2012). Les orangers seuls occupent 46.310 ha dont 19.300 ha de Thomson Navel soit 33% et 11.700 ha de Washington Navel soit 20%, 12.300 ha pour la double fine soit 23%, une superficie de 6.440 ha pour la *Valencia late* soit 11%, et enfin 8.780 ha soit 15% pour les autres variétés (Biche, 2012). Les grandes zones de production par ordre d'importance sont la plaine de la Mitidja 44%, Habra Mascara 25%, le périmètre Bounamoussa et la plaine de Saf Saf Skikda 16% et le périmètre de la Mina et bas Chélif 14%. Le Centre du pays occupe une surface de 39.305 ha d'agrumes soit 62%, l'Ouest représente 26% soit 16.453 ha, l'Est 9,7% représenté par 6.134 ha et 1.404 ha pour le Sud soit 2,2%.

Tableau 03: Superficie (ha) et production (qx) des agrumes pour la campagne 2010-2011 (Anonyme, 2012).

Wilaya	Superficie	Production
Chlef	57 41	1 070 000
Blida	17 087	3 500 640
Alger	5 140	763 613
Mostaganem	4 593	1 086 808
Mascara	4 282	360 845
Tipaza	3 842	779 220
Relizane	4 530	1 025 000
Autres	18 909	2 481 374
Total	64 124	11 065 500

1. Historique et Généralité

Les cochenilles appartiennent à la superfamille des Coccoidea divisée en 23 familles et 7700 espèces (Sforza, 2008) réparties à travers le monde et plus particulièrement dans l'hémisphère Sud. Ces espèces ne sont pas toutes des ravageurs des cultures. Certaines sont utilisées dans la vie quotidienne de l'homme et considérées comme des insectes utiles (Kreiter *et al*, 1999). Cependant, trois familles provoquent d'importants dégâts économiques dans le monde : les Coccidae, appelé anciennement lécanines, les Pseudococcidae ou cochenilles farineuses et les Diaspididae ou cochenilles à bouclier ou encore diaspines. D'autres comme les Monophlebidae (Margarodidae), les Orthezidae ou les Phenicococcidae peuvent parfois engendrer des dégâts considérables sur des cultures spécifiques.

Pendant longtemps, les moyens de lutte contre les cochenilles ont été basés sur l'application de molécules de synthèses et des huiles de pétrole. Aujourd'hui encore, la lutte chimique demeure une méthode de lutte efficace contre ces dernières, si elle est correctement utilisée, mais n'est pas sans risque sur l'environnement et la santé humaine.

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

La première étude scientifique qui amorça le déclenchement de la lutte biologique en tant que telle, encore pratiquée à nos jours dans le monde entier, est une lutte biologique contre une cochenille. Elle est due à l'entomologiste, Charles-Valentine Riley. Une cochenille, *Icerya purchasi* Maskell, (Hemiptera, Monophlebidae) fut introduite accidentellement d'Australie en 1868 dans des vergers d'agrumes de Californie, sans son cortège d'ennemis naturels. Accusant de grosses pertes économiques et devant l'impuissance des produits phytosanitaires, Riley, convaincu que l'innocuité de cette cochenille dans son pays d'origine, était due à des ennemis naturels antagonistes, envoya un jeune entomologiste, Albert Koebele, en mission en Australie, d'où il rapporta divers insectes entomophages, dont la coccinelle

Rodolia cardinalis Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae). Développé et élevé en masse, cet auxiliaire fut distribué aux agriculteurs. En moins de deux ans, la population de la cochenille australienne fut réduite en deçà d'un seuil de nuisibilité économiquement supportable (Riley, 1886). La lutte biologique était née. Depuis de nombreux exemples de lutte biologique ont été entrepris dans le monde et notamment contre les cochenilles.

Selon Kozstarab (1990) les dégâts de cochenilles sont difficilement quantifiables. Toutefois, ces ravageurs sont présents sur toutes les parties de la plante que ce soit sur feuille, fruit, tronc, tige ou racine. Une même espèce peut être présente, en même temps, sur différents organes de la plante, ou en fonction de son stade phénologique. Pendant son développement *Saissetia oleae* Olivier (Hemiptera, Coccidae), la cochenille noire de l'olivier se nourrit d'abord sur la feuille, puis migre peu à peu sur des parties plus ligneuses. *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera, Pseudococcidae) migre en hiver sur le collet ou sur les racines, alors qu'en saisons plus estivales, on la retrouve sur tronc puis sur fruits. Cette colonisation sur ces différentes parties de la plante, entraîne, plusieurs types de dommages (Kreiter *et al*, 2006). On constate des dégâts directs dû à la spoliation de sève provoquant un dépérissement de la plante et des dégâts indirects comme les écarts de triage des fruits ou la présence de miellat ou de fumagine.

Les cochenilles sont des insectes piqueurs qui absorbent pour la plus grande partie, la sève élaborée, riche en sucre. Ce prélèvement entraîne un affaiblissement de la plante se traduisant par la mort des organes végétaux, ou par la taille réduite des fruits, qui sont économiquement préjudiciables. La sécrétion de miellat sur les feuilles dû à l'absorption de la sève élaborée, nuit à la photosynthèse et à fortiori au développement de la plante, mais surtout entraîne des écarts de triage et un surcoût de nettoyage augmentant ainsi le prix de vente des fruits. Ce miellat sur les feuilles, lié à une forte humidité provoque le développement d'un complexe de champignon de type *Capnodium oleaginum*, la fumagine. Elle se développe ensuite sur l'ensemble des organes foliaires et bloque la photosynthèse et rend plus difficile le nettoyage des fruits. Certaines cochenilles sont vectrices de virus notamment en vignoble. Plusieurs espèces ont été identifiées comme telles : *Parthenolecanium corni* (Bouché) (Hemiptera, Coccidae) *Planococcus ficus* Signoret, *Phenacoccus aceris* Signoret, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera, Pseudococcidae). Les dégâts occasionnés par ces virus entraînent des baies de petites tailles diminuant ainsi la production de raisin et de vin (Sforza, 2008). Contrairement aux autres, la famille des Diaspididae ne prélève pas la sève élaborée mais la sève brute, ce qui n'entraîne pas la sécrétion de miellat. Toutefois, ces cochenilles transmettent à la plante des toxines véhiculées par la sève provoquant la mort de la plante. *Unaspis yanonensis* Kuwana (Hemiptera, Diaspididae), la cochenille asiatique des agrumes a fait disparaître des arbres en trois ans. Les Diaspididae se développent sur la plante en y laissant leur bouclier protecteur accroché après leur mort. Des amas se forment ainsi au fur et à mesure des générations, perturbant considérablement les échanges hydriques et gazeux de la plante. De plus, ces boucliers de cochenilles soudés aux fruits entraînent des fruits impropres à la commercialisation. Souvent ces fruits sont nettoyés, mais des impacts de piqûres demeurent et ne peuvent pas être commercialisés.

Même si ces dégâts occasionnés par les cochenilles sont difficilement quantifiables, l'homme s'est astreint à combattre ce ravageur soit de façon préventive en traitements d'hiver soit curative, pendant la période végétative. Toutefois ils ont souvent été appliqués trop tardivement au moment de l'apparition des premiers symptômes des dégâts économiques. Une bonne connaissance du cycle biologique est primordiale pour pouvoir réussir une lutte chimique contre ces ravageurs. La lutte chimique reste souvent la seule alternative de lutte. Mais la complexité de la biologie

de ces insectes rend souvent les traitements les plus classiques, inefficaces ou inappropriés. Les cochenilles, en plus de leur parade morphologique, (fabrication d'une couverture protectrice de la ponte) peuvent aussi fabriquer des résistances aux produits agropharmaceutiques. Le premier cas de résistance des insectes aux insecticides, enregistré est celui du Pou de San José (*Diaspidiotus perniciosus*, Comstock (Hemiptera, Diaspididae)) aux polysulfures dans les vergers de l'Illinois en 1905.

2. Les Cochenilles

Les cochenilles tout au long de leur évolution, ont établi des associations étroites avec des plantes hôtes, en se nourrissant de la sève, devenant ainsi leurs parasites. Aussi envahissantes et dommageables que les pucerons, on les retrouve ainsi sur les arbres des milieux urbains, sur les plantes des jardins, des forêts, des arbres fruitiers et même sur nos plantes ornementales d'intérieurs. Cosmopolites, elles sont largement répandues dans le monde, adaptées à de nombreux milieux écologiques, des toundras aux tropiques, colonisant la majorité des végétaux existants (Foldi, 2003). Elles sont, parmi les insectes, les plus grandes productrices de sécrétions tégumentaires aussi diverses par leur aspect, leur nature que leurs fonctions (Foldi, 2003), aussi par la production de somptueux colorants pour les tissus, mais aussi de cires (Foldi, 2000).

Généralement, le corps disparaît sous ses sécrétions, faites surtout de cires ou de laque, qui leur confèrent, par exemple, des formes d'étoile, de moule, de graine, ou encore un aspect de lichen, filamenteux, ou tout simplement farineux (Foldi, 2003a). Ce sont des Hémiptères du sous-ordre des Sternorhynques, groupe monophylétique (Foldi, 2003). Généralement petits, ils sont tous des phytophages, suceurs de sève. Selon Foldi (2003), environ 8 000 espèces de cochenilles sont connues dans le monde et distribuées dans toutes les régions biogéographiques, avec environ 2 000 dans la région Paléarctique. D'après Foldi (2003), il existe environ 110 espèces nuisibles occasionnelles et plusieurs ravageurs permanents de grande importance économique, appartenant surtout aux :

- Coccidés
- Pseudococcidés
- Margarodidés

2.1. Les Diaspididae

Les diaspines représentent la famille la plus évoluée, elles sont le plus souvent polyphages, et causent d'importants dégâts sur de nombreuses cultures aussi bien fruitières qu'ornementales et même forestières. C'est au sein de cette famille de cochenilles qu'on rencontre les espèces qui sont rangées parmi les plus importants ennemis des agrumes. En Algérie, selon les recherches menées par Belguendouz et Biche (2005) sur les diaspines il existe 118 espèces de cochenilles diaspines réparties entre 4 tribus : Les Aspidiotini, les Diaspidini, les Parlatorini, les Odonaspidini recensées sur 488 essences végétales. Petites et vivement dissimulées, les cochenilles ne bougent pas ou peu et ont tendance à former des colonies. En les observant, on découvre que les mâles et les femelles d'une même colonie présentent un dimorphisme sexuel très marqué, au point qu'ils semblent appartenir à deux espèces différentes.

Les femelles sont toujours aptères et certaines sont apodes, les femelles adultes sont néoténiques, ressemblent aux formes larvaires (Foldi, 2003). Dans la plupart des cas, leur corps n'est pas visible, masqué par des sécrétions formant un bouclier dur que l'on peut séparer du corps mou de l'insecte contrairement à celle des cochenilles à carapace qui est reliée au corps et qui leur confèrent des formes et des couleurs variées, ne ressemblant en rien aux insectes que l'on a coutume d'observer.

Les mâles adultes, contrairement aux femelles, possède des pattes, des antennes et sont pourvus d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen bien différenciés. Ils apparaissent grêles, délicats et de taille nettement plus petite que les femelles. Leur vol est à décollage rapide mais de courte distance. Les pièces buccales sont absentes. Ils ne vivent qu' 1 à 2 jours seulement, le temps de s'accoupler. Inversement, la femelle ressemble plutôt à une larve. Elle est apode, aptère et sans antennes. Par contre, elle dispose de pièces buccales et peuvent former de véritables encroûtements sur les organes végétaux. Chez toutes les femelles adultes de cette famille, le corps est abrité sous un "bouclier" cireux formé de trois enveloppes superposées formé par les dépôts de leurs mues successives, de forme et de disposition variables selon les genres.

La reproduction est généralement sexuée avec intervention de mâles ailés, toute fois la parthénogenèse est observée chez de nombreuses espèces (Foldi, 2003). Le premier stade larvaire mobile, toujours pourvu de pattes, assure la dispersion de

l'espèce et les stades suivants sont fixés aux végétaux et recouverts d'un bouclier et possèdent des pattes, des antennes et des pièces buccales pour se nourrir.

En fonction de l'espèce, du stade d'évolution et de la saison, on retrouve les cochenilles sur les feuilles, les branches, les jeunes pousses, et le tronc et peuvent provoquer des dégâts importants, en vidant les cellules de leur contenu, induisant un affaiblissement général de la plante, la perturbation de la croissance, la déformation des feuilles, leur jaunissement et leur chute, jusqu'au dessèchement progressif des rameaux et des branches. L'infestation de cochenilles, s'accompagne d'une prolifération abondante de fumagine qui se développe sur le miellat excrété, et c'est davantage le développement de cette fumagine qui est responsable de la diminution de la vigueur des arbres (Loussert, 1989b).

2.2. Classement taxonomique

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Superfamille : Coccoidea

Famille : Diaspididae

3. Les principales cochenilles des agrumes sont

a- *Parlatoria ziziphi* : Le Pou noir de l'oranger

b- *Parlatoria pergandei* : La cochenille violette

c- *Lepidosaphes beckii* : La cochenille moule

d- *Lepidosaphes gloverii* : La cochenille serpette

e- *Aonidiella aurantii* : Le Pou de Californie

f- *Chrysomphalus dictyospermi* : Le Pou rouge de Californie

3.1. *Parlatoria ziziphi* (Lucas 1853)

Connue sous le nom du Pou noir de l'Oranger, espèce vraisemblablement originaire d'extrême orient (Silvestri, 1929) acclimatée de longue date en Afrique du nord répandu dans toutes les orangeraias ; nuisible et spécifique des Citrus en Algérie (Balachowsky, 1932). Le corps est de couleur violette intense, de forme allongée et porte sur le segment céphalique deux grosses tâches sombres. *P.ziziphi* est une espèce polyvoltine le nombre de générations varie entre 3 et 4 selon les conditions

climatiques et le milieu, elles sont toutes chevauchantes, les individus de tous les stades de développement peuvent être observés durant toute l'année (Biche, 2012). *P.ziziphi* affecte les jeunes pousses, le feuillage et les fruits. Les prélèvements de sève conduisent à une diminution de la vigueur de l'hôte. Le feuillage et les fruits peuvent montrer des décolorations jaunes ; ces symptômes peuvent être confondus avec ceux occasionnés par d'autres cochenilles. De sévères infestations peuvent causer la chute prématurée des feuilles et des fruits ; les minuscules écailles noires que forment les boucliers des femelles adultes sont alors clairement visibles et recouvrent de larges zones.



Figure 04 : *Parlatoria ziziphi* (Photo Originale 2016)

3.2. *Aonidiella aurantii* (Mask., 1878)

Appartenant à la famille des Diaspididae et à l'ordre des Homoptère *Aonidiella aurantii* (Maskell 1879) appelé aussi le pou rouge de Californie, (Foldi 2003 b). Supposé originaire du sud-est asiatique, le pou rouge se rencontre aujourd'hui dans quasiment toutes les zones agrumicoles (Amérique du Nord, du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande, Afrique du Sud, bassin méditerranéen, ...).

- **Description**

La femelle est brun-rouge, circulaire, de 1,8 mm, de la couleur du corps de la femelle peut être confondue, en vertu duquel il est visible. Il reste allongé jusqu'à la dernière étape, quand il devient en forme de rein. Un revêtement blanchâtre caractéristique, complète, ventral isole le corps de la femelle de la plante.



Figure 05 : *Aonidiella aurantii* (Biche, 2012)

3.3. *Lepidosaphes beckii* (Pack .1869)

C'est une espèce ubiquiste spécifique des citrus auxquels elle occasionne de sérieux dégâts d'introduction récente en Algérie (Balachowsky, 1932).

- **Description**

Lepidosaphes beckii est une cochenille au bouclier allongé, incurvé, s'élargissant d'avant en arrière. Mesurant environ 3 mm de long, son bouclier est brun. Une membrane ventrale cache le corps de la femelle et ses œufs. Les mâles possèdent une paire d'ailes et sont rose-violacé. Le bouclier larvaire des mâles, grisâtre avec des bords rectilignes, mesure 1 à 1,3 mm. Les larves femelles sont semblables aux adultes mais plus petites.



Figure 06 : *Lepidosaphes beckii* (Biche, 2012)

3.4. *Lepidosaphes gloverii* (Pack.1869)

C'est une espèce polyphage qui, dans les régions méditerranéennes, se retrouve principalement sur Agrumes.

- **Description**

Très voisine de la précédente, cette cochenille s'en distingue en ayant une forme plus étroite et plus longue mesurant de 2,5 à 3,5 mm, bouclier brun jaune chez les jeunes femelles, il devient brun noir chez les femelles âgées. Elle se reproduit de façon sexuée, chaque femelle pondant environ 200 œufs, sous le bouclier les œufs sont disposés en deux rangées parallèles. Les œufs d'abord blancs deviennent violacés juste avant l'éclosion. La biologie de cette espèce est identique à celle de la cochenille virgule et bien souvent les deux espèces sont trouvées en mélange dans les vergers. Les jeunes larves mobiles vont se fixer sur les jeunes pousses, les feuilles et les fruits dans les heures qui suivent l'éclosion. On compte plusieurs générations par an.



Figure 07 : *Lepidosaphes gloverii* (Biche, 2012)

3.5. *Chrysomphalus dictyospermi* (Morg.1889)

Appartenant à la famille des Diaspididés et à l'ordre des Homoptères, *Chrysomphalus dictyospermi* appelé aussi le pou rouge des orangers. Cette cochenille supposée originaire de Chine, est largement répandue dans les régions tropicales et subtropicales, elle est aussi présente en Europe en Amérique du Sud, aux Etats-Unis, Australie, bassin méditerranéen, ...)



Figure 08 : *Chrysomphalus dictyospermi* (Biche, 2012)

3.6. *Parlatoria pergandei* (Comst.1883)

L'espèce ressemble énormément à *P.oleae* et *P.theae*. Le bouclier de la femelle est irrégulièrement ovalaire, aplati, de couleur bistre clair avec les exuvies larvaires plus sombres. La femelle vivante est de couleur rouge clair avec la zone céphalique légèrement rétrécie. Le pygidium est pourvu de L1, L2, L3 bien développées avec la présence de L4 et L5, sous forme de petite lame finement crénelées.



Figure 09 : *Parlatoria pergandei* (Anonyme 2013)

4. Les ravageurs des agrumes

Le tableau ci-dessous renferme les ravageurs les plus inféodés aux agrumes :

Tableau 04 : Les principaux ravageurs des agrumes (Biche M., 2012)

Ravageurs	Nom		Dégâts	
	Scientifique	Nom Commun		
Insectes	<i>Aonidiella aurantii</i>	Pou de Californie	Attaquent les feuilles, les rameaux et les fruits. Développement de la fumagine, chute des feuilles et dépérissement des fruits.	
	<i>Lepidosaphes beckii</i>	La cochenille moule		
	<i>Lepidosaphes gloverii</i>	La cochenille virgule		
	<i>Chrysomphalus</i>	Pou rouge de Californie		
	<i>Parlatoria ziziphi</i>	Pou noir de l'oranger		
	<i>Parlatoria pergandei</i>	Cochenille blanche		
	<i>Saissetia oleae</i>	Cochenille H		
	<i>Icerya purshasi</i>	La cochenille australienne		
	<i>Coccus hesperidum</i>	Cochenille plate		
	<i>Ceroplastes sinensis</i>	Cochenille chinoise		
	<i>Pseudococcus citri</i>	La cochenille farineuse		
	<i>Aphis spiraecola</i>	Puceron vert des citrus	Avortement des fleurs et déformation des jeunes feuilles. Développement d'abondantes colonies de pucerons sur les parties jeunes des arbres.	
	<i>Aphis gossypii</i>	Puceron vert du cotonnier		
	<i>Toxoptera aurantii</i>	Puceron noir des agrumes		
		<i>Myzus persicae</i>	Puceron vert du pêcher	
		<i>Aleurothrixus floccosus</i>	L'aleurode floconneux	Provoque des souillures importantes ainsi que le développement de la fumagine
	<i>Dialeurodes citri</i>	L'aleurode des citrus	Provoque des nuisances et développe de la fumagine.	
	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Mineuse femelle des agrumes	Attaque les feuilles et les jeunes pousses.	
	<i>Ceratitidis capitata</i>	Mouche méditerranéenne des fruits	Provoque la pourriture des fruits.	
Nématodes	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Nématode des agrumes	Croissance ralentie des arbres; Pas de symptômes spécifiques de cette espèce	
Acarie	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Acarie tisserand	Provoquent des nécroses, décoloration et chute des feuilles, des fruits et des bourgeons.	
	<i>Hemitarsonemus latus</i>	Acarie ravisseur		
	<i>Aceria sheldoni</i>	Acarie des bourgeons		

5. Les Auxiliaires

Les agents de lutte biologique contre les cochenilles sont divisés en deux groupes principaux, les parasitoïdes et les prédateurs. Un parasitoïde est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », mais qui tue inévitablement ce dernier au cours de ce développement ou à la fin de ce développement. Un prédateur est un organisme vivant qui capture et tue des proies pour s'en nourrir ou pour alimenter sa progéniture.

Le plus grand nombre de parasitoïdes utilisés en lutte biologique, appartient à l'ordre des hyménoptères. L'utilisation de ces derniers a été menée sur les principaux groupes de cochenilles ravageurs des cultures. On retrouve, la plupart du temps des hyménoptères et notamment, les Aphelinidae utilisés contre les Diaspididae ainsi que la famille des Encyrtidae qui parasite les Coccidae ou les Pseudococcidae. De nombreuses autres familles d'hyménoptères peuvent être rencontrées comme les Eulophidae, les Megaspilidae, les Braconidae. Les Pteromelidae comme les *Scutellista spp.* Sont à la fois, parasitoïde et prédateur. La femelle insère un œuf sous le corps de la cochenille. La larve de l'hyménoptère éclos et se nourrit de la ponte de la cochenille.

La littérature scientifique regorge d'exemples de lutte biologique contre les cochenilles à l'aide de prédateurs de la famille des Coccinellidae. Ces prédateurs ont été utilisés en lutte biologique classique (introduction d'un auxiliaire exotique) ou encore sous forme de lâcher répétitif. Ces prédateurs se nourrissent de tous les stades de développement de la cochenille, de l'œuf à l'adulte, alors que le parasitoïde ne pond souvent que sur un seul stade de développement de la cochenille. Toutefois, le prédateur est pour la plupart du temps, généraliste ou polyphage alors que le parasitoïde est beaucoup plus spécifique.

La combinaison de ces deux types d'auxiliaires est très utilisée. Le prédateur joue un rôle de « nettoyeur de fond » dans le cas de grosses populations de ravageurs alors que le parasitoïde lui colonise le milieu de façon stable et durable empêchant ainsi l'explosion de la population. Ce type de combinaison est utilisé contre *P. citri*, sur agrumes ou plantes ornementales (Fisher, 1965) avec l'utilisation de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera, Coccinellidae), de *Leptomastix dactylopii* Howard et de *Leptomastidea abdnormis* (Giraud) (Hymenoptera,

Encyrtidae). La cochenille du manioc en Afrique subsaharienne, *Phenacoccus manihoti*, Matile-Ferrero (Hemiptera, Pseudococcidae) a fait l'objet de plusieurs introductions d'auxiliaires, prédateurs et parasitoïdes. Il semble que la limitation des populations de cette cochenille n'est pas due à un seul auxiliaire, mais à la complémentarité des actions entre les différents auxiliaires introduits (Fabres & Nennon, 1999).

5.1. Les Inventaires Faunistiques

Le principal inventaire pour un « luttueur biologique » est avant tout « bibliographique ». Toutefois, s'il apparaît que l'insecte est nouveau dans la région où qu'il n'a jamais fait l'objet de lutte biologique à travers le monde, la technique de recherche d'ennemis dans le pays d'origine, mise en place par Riley, reste la meilleure technique. Cependant, il arrive parfois, que la cochenille ne soit absolument pas un ravageur dans son pays d'origine et il est très difficile de retrouver des colonies de cet insecte et *a fortiori* de ses parasitoïdes et prédateurs. La prospection devient un énorme chantier et des collaborations avec les laboratoires étrangers doivent être envisagées dans le cadre de projets de recherche.

Les méthodes de prélèvements ou d'inventaires faunistiques des auxiliaires sont basées sur le prélèvement de cochenilles parasitées, pour les parasitoïdes et par battage des arbres pour les prédateurs. Ces auxiliaires sont ensuite triés, afin d'écartier d'éventuels parasitoïdes, identifiés puis élevés avant de faire l'objet d'évaluation de leurs potentialités biologiques.

5.2. Les Elevages Des Auxiliaires

Le succès de la lutte biologique dépend de nombreux facteurs comme les conditions abiotiques et biotiques du milieu, mais aussi et en grande partie à la production des auxiliaires. Ces élevages sont basés sur une chaîne tritrophique, le végétal, l'hôte ou la proie et l'auxiliaire. Ces insectes étant piqueurs-suceurs, il est difficile de les élever sur un milieu artificiel. Certains travaux attestent qu'il est possible de développer le prédateur *C. montrouzieri* sur milieu artificiel (Timofeeva, 1974, Aleman *et al.*, 2004). Pour l'élevage des parasitoïdes, la cochenille et le végétal demeurent pour le moment incontournables. Ces cochenilles peuvent être élevées sur leur plante d'origine, mais aussi, afin de faciliter la production, sur des végétaux de substitution notamment des fruits, comme les cucurbitacées ou des tubercules de

pommes de terre. En 1963, Fisher publie une méthode d'élevage de plusieurs espèces de cochenilles appartenant toutes à la famille des Pseudococcidae sur pomme de terre germée pour développer *C. montrouzieri* et *L. dactylopii*, technique reprise par de nombreux auteurs, et notamment par Kreiter *et al* (2003), pour lutter contre une Pseudococcine sur pommier, *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera, Pseudococcidae). Ce même auteur utilise la pomme de terre, non germée pour développer, *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzetti (Hemiptera, Diaspididae) afin d'élever *Encarsia berlesei* (Howard), (Hymenoptera, Aphelinidae) et *Rhizobius lophantae* (Coleoptera, Coccinellidae) (Kreiter, 2002). La plante de la pomme de terre est utilisée, pour développer deux espèces de parasitoïdes du genre *Saissetia* (Blumberg & Swirki, 1977).

Flanders (1951) développe une technique de production du pou rouge de Californie sur Cucurbitacées. Ces techniques demeurent encore très développées de nos jours notamment par les producteurs d'auxiliaires et dans les laboratoires de recherche (Rose, 1990).

Certaines cochenilles ne s'élèvent pas sur ces supports de substitution, aussi, on a recourt aux plantes en pot dont la conduite et l'entretien restent assez contraignants. Les auxiliaires utilisés contre la cochenille du Manioc sont élevés sur la plante d'origine, le manioc ou sur des végétaux de substitution comme *Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima* (Willd. ex Klotzsch) Graham. Cette phase d'élevage est quasiment primordiale dans le choix de l'auxiliaire.

5.3. Les Lâchers

Les techniques de lâchers ne sont pas réellement sophistiquées. Les lâchers de parasitoïdes et de coccinelles se font sous forme d'adultes conditionnés dans des tubes. Le lâcher de larves, demande beaucoup d'attention et de main d'oeuvre car elles sont très fragiles et sensibles à la manipulation. Des essais de cochenilles parasitées ont été entrepris donnant des résultats satisfaisants. Mais le coût engendré par le décrochage des larves du végétal reste encore relativement élevé.

Les lâchers sont souvent introductifs. Quelques centaines voire milliers d'individus suffisent pour installer une population. Toutefois, avec l'avènement de la Protection Biologique Intégrée en serre de plantes ornementales ou de tomates, des lâchers hebdomadaires sont nécessaires (Germain *et al*, 2005). En vergers d'agrumes,

ce sont des quantités d'*A. melinus*, qui sont réalisés en Californie, en Sicile au Maroc et depuis quelques années en France, et plus particulièrement en Corse. Il est parfois nécessaire de lâcher périodique (lutte biologique par augmentation) afin de conserver une efficacité dans la culture, pratique utilisée avec *Metaphycus lounsburyi*, contre la cochenille noire de l'olivier, *Saissetia oleae*, (Abd-Rabou, 2004).

5.4. Quelques exemples de lutte biologique contre les cochenilles

Il serait impensable de dresser la liste des tentatives de lutte biologique contre les cochenilles effectuées dans le monde, tant les expériences dans ce domaine sont nombreuses. Bon nombre de ces opérations restent parfois discret et ne fait pas l'objet d'articles dans des revues scientifiques. De plus, un grand nombre a été mené dans la première partie du XXe siècle et peu de documents les recensent. Toutefois, on trouvera dans l'ouvrage de Clausen en 1978, plusieurs opérations de lutte biologique par introduction d'auxiliaires menées à travers le monde. Certaines demeurent des luttes mythiques comme la lutte contre *I. purchasi* qui fut dupliquée dans de nombreux pays. Pour n'en citer que quelques-unes, la lutte biologique contre *P. citri* sur agrumes dans tous les pays agrumicoles a entraîné de nombreuses introductions d'auxiliaires dans tout le pourtour méditerranéen. Cette cochenille sévit encore, malgré tout, en serre de plantes ornementales et en agrumiculture. Le Pou rouge de Californie, *Aonidiella aurantii* Maskell (Hemiptera, Diaspididae) principal ravageur des agrumes dans le monde entier a fait l'objet de nombreuses tentatives d'introduction d'auxiliaires et notamment de plusieurs *Aphytis spp.* Ce genre de chalcidien ectoparasitoïde a d'ailleurs été utilisé sur plusieurs espèces de cochenilles diaspiques (Audant *et al*, 2005) souvent couplé à un endoparasitoïde. Aujourd'hui, plusieurs biofabriques produisent *A. melinus* qui présente une grande efficacité (El-Kaoutari, 2004) contre *A. aurantii*. La lutte contre le Pou de San José, *D. perniciosus*, a été une très grande aventure mondiale et notamment européenne. Elle fut l'objet de plusieurs introductions d'insectes entomophages, notamment d'*Encarsia perniciosi* Tower, (Hymenoptera, Aphelinidae). En France, Bénassy *et al* (1968) ont contribué à sa diffusion dans la Vallée du Rhône et dans toutes les régions productrices de pommes. En 1963, apparaissait en France, sur la Côte d'Azur, *Unaspis yanonensis* Kuwana, (Hemiptera, Diaspididae). Cette cochenille a participé au déclin des agrumes dans cette région (Kreiter, 1997). Bénassy a introduit deux parasitoïdes mais bien que leur acclimatation fût un succès, leur efficacité diminua peu à peu, et la cochenille

continua à s'étendre. Dans les années 2000, (Malauza *et al*, 2008), un des deux, *Aphytis yanonensis* Walker furent lâchés périodiquement et en grande quantité sur agrumes d'alignement en zone urbaine. Les résultats furent plus qu'encourageants. Récemment, une lutte biologique a été mise en place pour lutter contre la cochenille *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera, Pseudococcidae) en verger de pommier. L'auxiliaire *Pseudaphycus flavidulus* Bréthes (Hymenoptera, Encyrtidae) a donné d'excellents résultats dans le sud de la France, (Kreiter *et al*, 2006).

1. Présentation de la méthodologie du travail

1.1. Présentation du verger d'étude

L'étude a été réalisée dans une exploitation de L'ITAF (Institut technique des Arbres Fruitières) de Boufarik. Cette exploitation renferme en plus des vergers d'agrumes (oranger, citronnier, clémentinier) et des parcelles expérimentales d'autres arbres Fruitières. L'expérimentation a été menée dans deux jeunes vergers qui contiennent un mélange de variétés d'oranger, de citronnier et de clémentinier.



Figure 10 : Présentation des deux vergés d'agrumes B3 et B4 (Google Earth 2016)

1.2. Protocole expérimental

Notre étude de *Parlatoria zizphi* repose sur le suivi de son évolution sur le terrain avant et après application de notre insecticide chimique (fig.13). Cette opération nécessite donc une prise régulière des échantillonnages chaque semaine de rameaux sur lesquels nous prélevons 05 feuilles à l'aide d'un sécateur sur 10 arbres de chaque verger (05 Témoins non traité et 05 traités) à hauteur d'homme.

On note aussi la mise en place de pièges (fig.18) avant et après traitement sur ces arbres pour étudier l'impact du traitement sur la dynamique de la cochenille visée *Parlatoria zizphi*, choisie pour son abondance dans les parcelles expérimentales et sur les parasitoïdes qui les accompagnent.

Avant leur observation au laboratoire, les échantillons prélevés sont placés dans des sachets (fig.16) sur lesquels sont mentionnées toutes les coordonnées (Numéro, date de prélèvement, etc.).

1.3. Les Plans parcellaires de la collection d'Agrumes

Les schémas ci-dessus présentent les plans des deux parcelles expérimentales ainsi que la disposition des arbres mise en expérience qui sont au nombre de 112 arbres. 10 arbres, les plus infestés par parcelle, sont choisis, dont 5 arbres qui ont subi un traitement insecticide chimique et 5 autres désignée comme témoins non traités (fig.11, 12).

Plan parcellaire de la nouvelle collection contenant plusieurs espèces d'Agrumes "B₃"

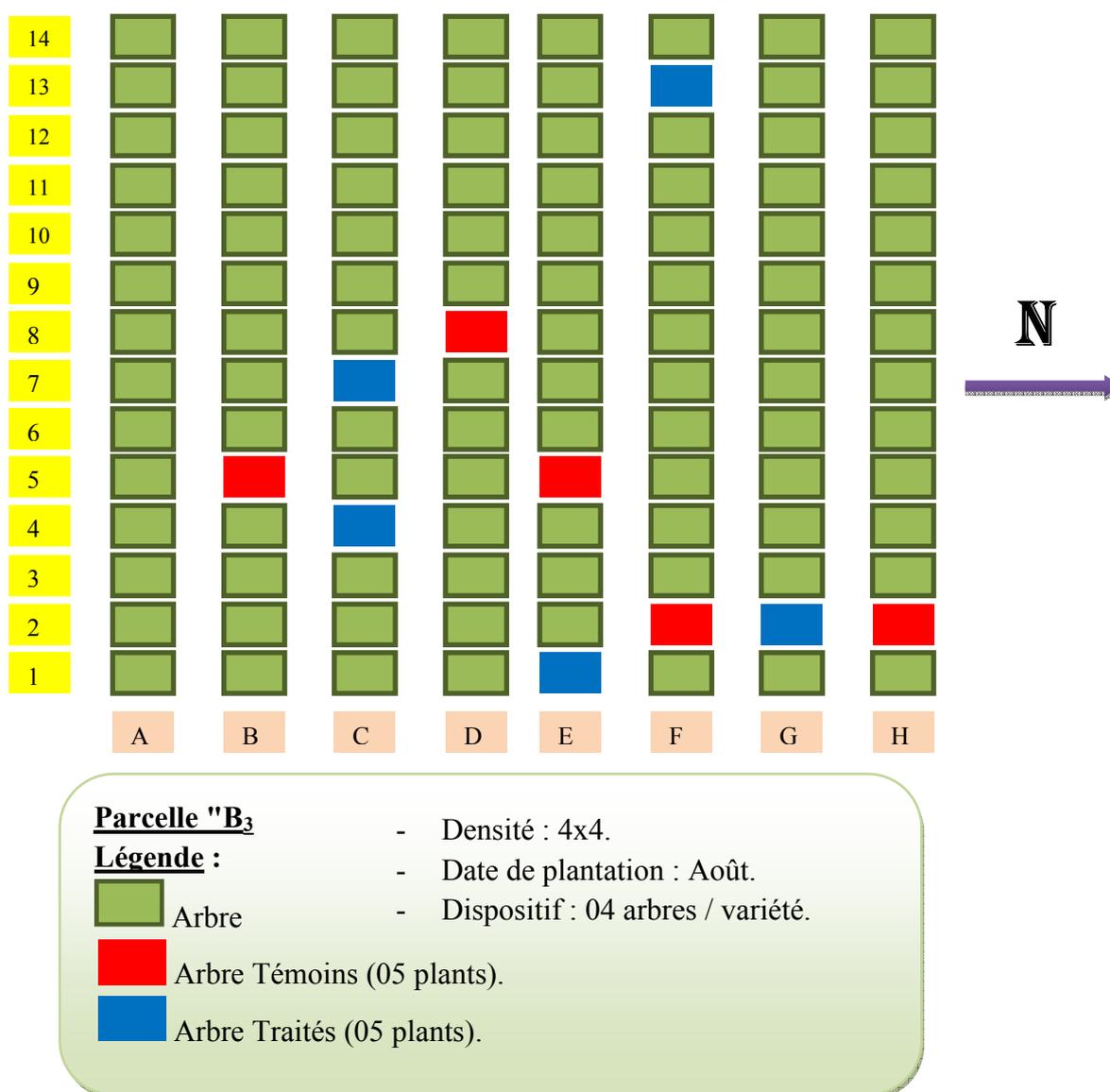
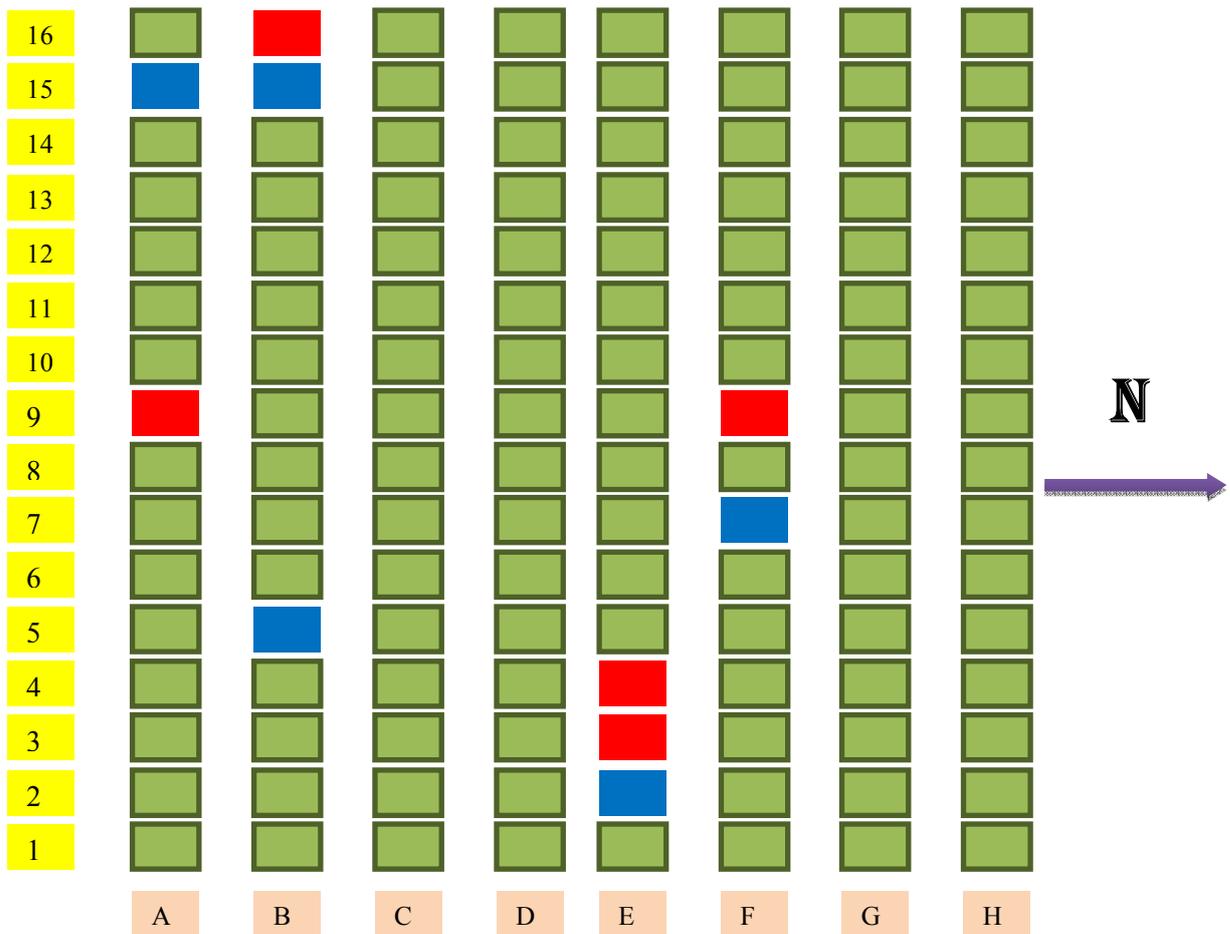


Figure 11 : Première Parcelle expérimentale B3 (ITAF, 2016)

Plan parcellaire de la nouvelle collection contenant plusieurs espèces d'Agrumes "B₄"



Parcelle "B₃"

- Densité : 4x4.

Légende :

- Date de plantation : Août.
- Dispositif : 04 arbres / variété.

Arbre
 Arbre Témoins (05 plants).
 Arbre Traités (05 plants).

Figure 12 :Deuxième Parcelle expérimentale B4 (ITAF, 2016)

2. Traitements insecticide

2.1. Sur le terrain

Durant notre période d'étude, les deux vergers d'étude ont subi un seul traitement phytosanitaire par un insecticide : **DATHION** qui contient **400 g/l de Methidathion** plus de **300 ml d'huile blanche** (Fig.13). Notre objectif est de suivre l'effet de celui-ci sur le pou noir de l'oranger *P.ziziphi* et les parasitoïdes en comparaisant à un témoin non traité.

2.2. Préparation du produit (Fig. 13)

Indication sur le produit

- 20L d'huile blanche + 1L DATHION pour 1 Hectare
- 300 ml d'huile blanche (BUDAZIT) + 10 ml de DATHION mélangé et compléter avec 15 L d'eau.

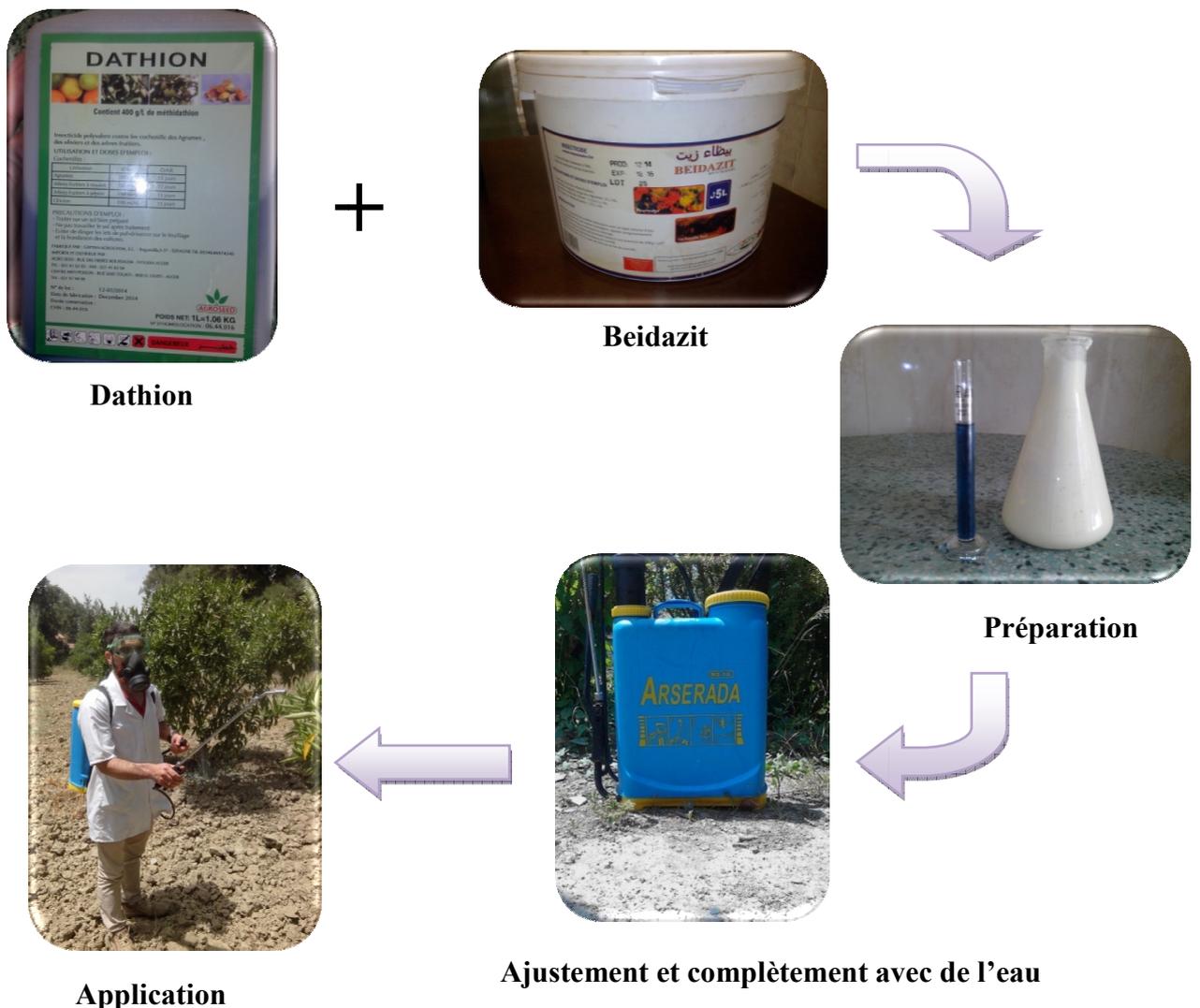


Figure 13 : Schéma descriptif d'une préparation et application du produit (Photo originale)

2.3. Application de pesticides

Après une préparation convenable de notre produit, l'application a été effectuée par nous- même à l'aide d'un instrument d'arrosage manuel, avec l'exigence du port d'une blouse, gants et masque de protection (Fig.14).



Figure 14 : Application du pesticide (Photo originale)

2.4. Etiquetage et reconnaissances des arbres

Dans chaque arbre, des étiquettes sont placées sur les troncs des arbres, portant la date, le type de traitement, le nom de la variété et la note de traitement (traité ou témoin) (Fig.15).



Figure 15 : Etiquettes et Badigeonnage de reconnaissance (Photo originale)

2.5. Collecte des feuilles

La récupération des feuilles sont mis dans des sachets étiquetés portant le nom de la variété, la ligne traité ou non traité, et le numéro du bloc (fig.16).



Figure 16 : Echantillonnage de feuilles dans des sachets (Photo originale)

2.6. Dénombrement des cochenilles avant et après traitement

Le dénombrement des cochenilles s'effectue avant et après le traitement, sur les échantillons de feuilles récoltées, à l'aide d'une loupe binoculaire (fig.17).



Figure 17 : Dénombrement des Cochenille sous une loupe binoculaire (Photo originale)

2.7. Mise en place des pièges avant et après traitement

Les pièges blanc collant sont placés au milieu des arbres à hauteur d'homme, à raison de deux pièges par bloc (fig. 18).



Figure 18 : Mise en place des pièges collant au milieu des arbres (Photo originale)

2.8. Observation des pièges

La détermination et le dénombrement des insectes piégés s'effectue avant et après le traitement. Les pièges récupérés sont observés à l'aide d'une loupe binoculaire (Fig.19). Les espèces déterminées sont classées dans un tableau par famille et par espèces.



Figure 19 : Dénombrement des insectes récupérés sur pièges (Photo originale)

Ce chapitre comporte les résultats des infestations des cochenilles sur les feuilles des deux vergés d'agrumes traités et non traités par un insecticide qui est le **DATHION** associé à de **l'huile blanche**, afin d'étudier son efficacité sur la population de *Parlatoria ziziphi* en comparaisant avec le témoin, et aussi l'identification des auxiliaires et l'étude de l'impact du pesticide avant et après traitement sur ces derniers.

1. Etude de l'effet de « Methidathion » sur *parlatoria ziziphi*

Après observation sous loupe binoculaire de l'ensemble des feuilles des arbres d'agrumes nous avons constaté que les deux vergés mise en traitement sont infesté par les cochenilles à bouclier essentiellement par l'espèce *Parlatoria ziziphi* qui est très répondeuse et abondante. On note aussi la présence occasionnelle de l'espèce *Aonidiella aurantii* et de *Lepidosaphes beckii* et aussi la présence abondante des aleurodes adulte et pucerons mobile à la surface des feuilles.

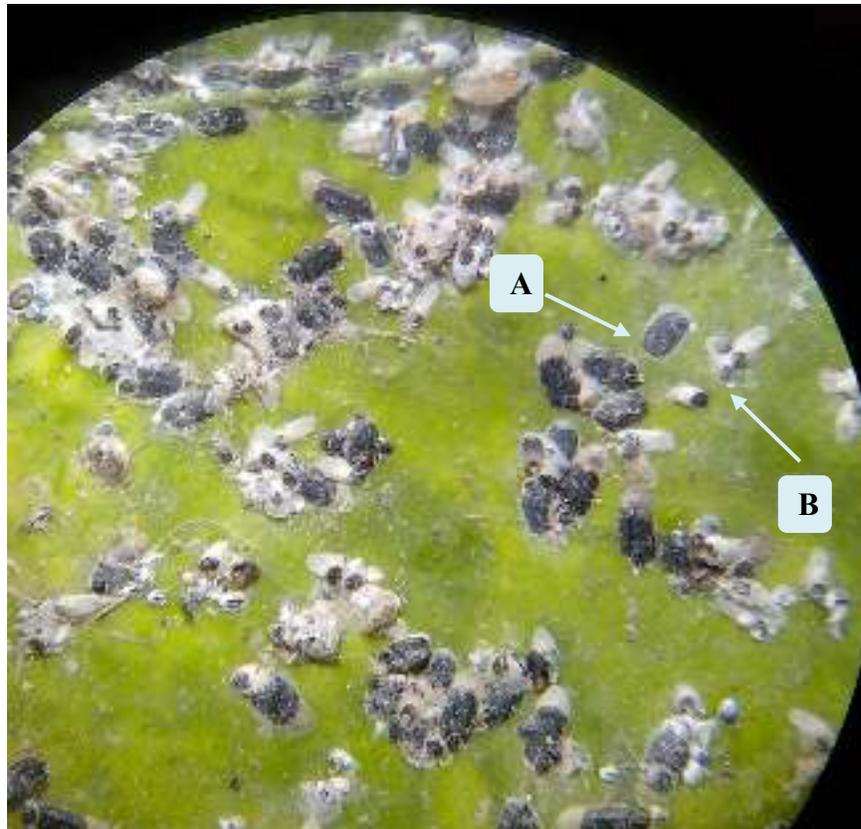


Figure 20 : Vue sous loupe binoculaire d'une feuille infestée par *Parlatoria ziziphi*. A : femelle et B : mâle de *Parlatoria ziziphi*

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

1.2. Etudes de l'effet de « Methidathion » sur les populations de *Parlatoria ziziphi* dans les deux vergés d'agrumes B3 et B4.

1.2.1. Etude des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B3

Tableau 05 : Inventaire des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B3.

(V : Vivants, M : Mort, SA : Stade Adulte, SL : Stade Larvaire, Tm : Témoin, Trt : Traité)

B3	Date	Mortalité naturelle : Témoin (non traité)				Total Tm	Mortalité par traitement (Trt)				Total Trt	% d'efficacité
		S L		S A			S L		S A			
N°		V	M	V	M		V	M	V	M		
1	26/04/2016	128	104	124	92	448	211	122	148	101	582	
a	Avril	128	104	124	92	448	211	122	148	101	582	11,666
2	02/05/2016	134	101	113	78	426	221	117	143	105	586	11,746
3	16/05/2016	119	95	125	99	438	118	200	151	111	580	11,626
4	26/05/2016	102	89	105	112	408	114	119	103	98	434	8,699
b	Mai	355	285	343	289	1272	453	436	397	314	1600	32,070
5	01/06/2016	117	121	128	96	462	119	122	117	104	462	9,260
6	07/06/2016	138	117	115	104	474	126	109	138	131	504	10,102
7	15/06/2016	109	117	112	100	438	120	111	125	137	493	9,8817
8	28/06/2016	115	123	99	115	452	102	100	115	122	439	8,7993
c	Juin	479	478	454	415	1826	467	442	495	494	1898	38,0437
9	05/07/2016	118	100	101	125	444	114	121	109	121	465	9,3205
10	14/07/2016	100	97	98	112	407	105	110	100	129	444	8,8999
d	Juillet	218	197	199	237	851	219	231	209	250	909	18,220
	Total	1180	1064	1120	1033	4397	1350	1231	1249	1159	4989	100

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessus présente le dénombrement des populations des cochenilles dans le vergé B3 avant et après traitement et durant une période de 80 jours de la fin mai à mi-juillet. Le traitement est effectué le 26/05/2016, le recensement est appliqué sur les arbres témoins (non traitées) et traitées. Les individus morts et vivants appartenant aux différents stades de vie de la cochenille mâle ou femelle, y compris le stade larvaire L1 et L2 (SL) et le stade adulte (SA) sont dénombré avant et après traitement. Le nombre total des individus vivant est de 2300 individus et de 2097 individus morts (Mortalité naturelle) dans le vergé B3. 2390 individus morts (mortalité causé par le traitement plus naturelle) du verger traités. Les individus larvaire mort après traitement est de 1350 individus et de 1159 individus adulte. Ce taux est supérieur à celui avant traitement (1064 individus au stade larvaire et de 1033 individus au stade adulte). Durant le mois d'avril 11,66% de mortalité, 32% au mois mai, 38% au mois de juin et 18,22% au mois de juillet. Ceci explique que les températures chaudes de la période d'été favorisent la mortalité de la cochenille surtout les individus du stade larvaire (juin).

1.2.1.1. Taux d'infestation des cochenilles diaspine (*Parlatoria ziziphi*) global comparatif avant et après le traitement insecticide dans le Vergé B3

Tableau 06 : Modèle G.L.M. appliqué à la variation des taux des effectifs de cochenille en fonction de temps et de traitement. Vergés B3

GLM test		Analysis of Variance			
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DATE	5252.050	9	583.561	1.338	0.234
TRAITEMENT	4380.800	1	4380.800	10.046	0.002
STADE	871.200	1	871.200	1.998	0.162
ETAT	2121.800	1	2121.800	4.866	0.031

L'analyse de la variance a montrée que la différence entre le nombre d'individus mort et vivant des lots traité et non traité (B3) est significatif $p= 0,031$ cette différence

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

est liée au traitement chimique qui a un effet très significatif $p= 0,002$ sur la population de cochenilles et a engendré une mortalité plus importante que celle qui est naturelle, ceci montre que ce produit limite les infestation (larves et adultes) et protège l'arbre, et cet effet est stable dans le temps $p= 0,234$, $p<5\%$.

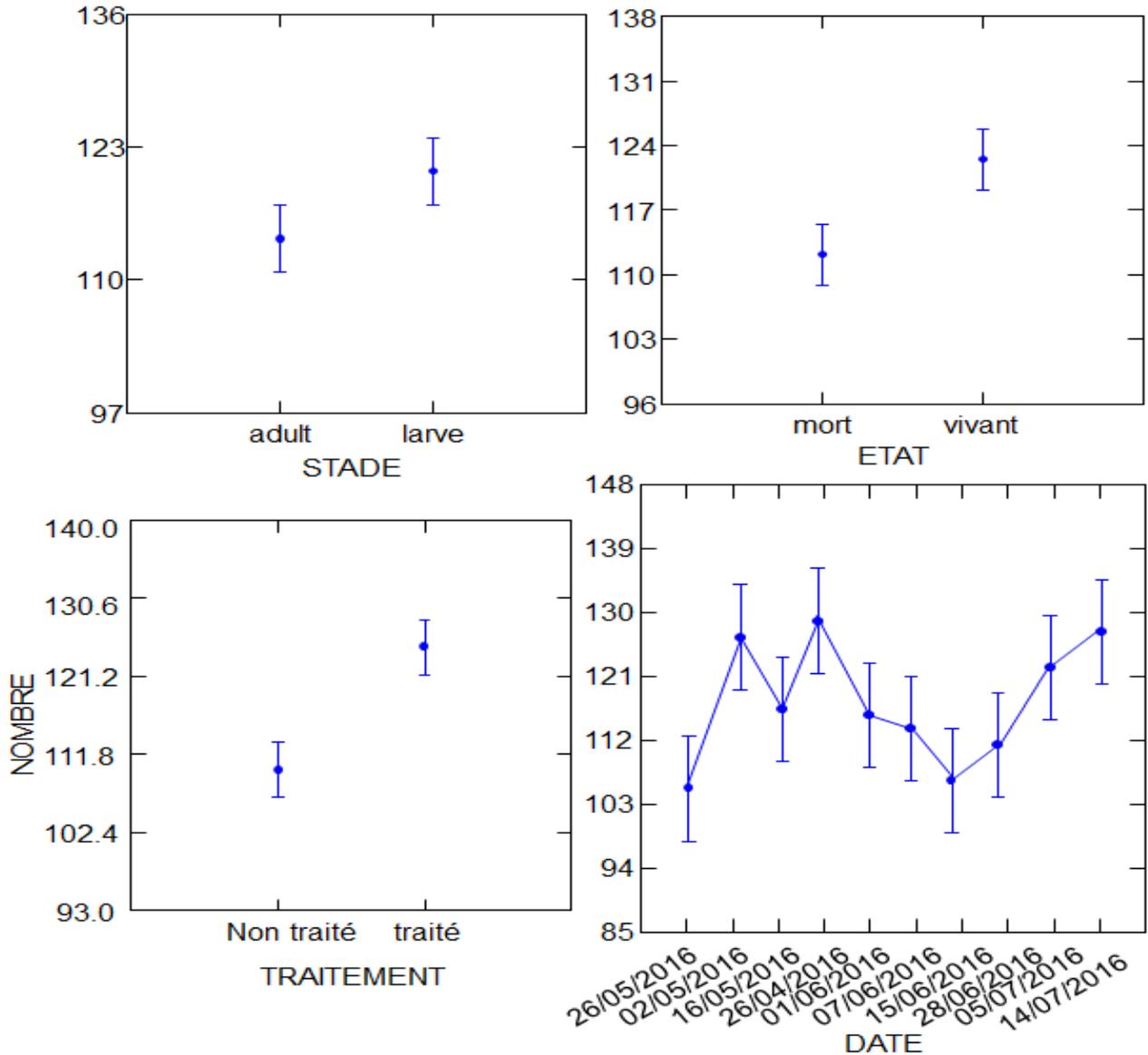


Figure 21 : Modèle ANOVA appliqué à l'étude de l'effet d'insecticide sur les populations de cochenilles avant et après traitement dans B3

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

1.2.2. Etude des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B4

Tableau 07 : Inventaire des cochenilles recensées sur le vergé d'agrumes B4.

(V : Vivants, M : Mort, SA : Stade Adulte, SL : Stade Larvaire, Tm : Témoin, Trt : Traité)

B4		Tm (non traité)				Total Tm	Trt				Total Trt	
		SL		SA			SL		SA			
N°	Date	V	M	V	M		V	M	V	M		
1	26-04-16	123	90	124	83	420	109	105	130	86	430	
a	Avril	123	90	124	83	420	109	105	130	86	430	9.456
2	02-05-16	121	84	105	69	379	114	113	130	92	449	9.874
3	16-05-16	98	79	125	94	396	150	116	140	115	521	11.458
4	26-05-16	95	78	100	104	377	175	115	95	105	490	10.776
b	Mai	437	331	454	350	1572	548	449	495	398	1890	41.566
5	01-06-16	124	116	125	88	453	183	113	116	93	505	11.106
6	07-06-16	125	109	80	95	409	121	97	119	122	459	10.094
7	15-06-16	90	110	90	96	386	111	110	117	130	468	10.292
8	28-06-16	109	117	94	107	427	98	99	113	118	428	9.413
c	Juin	448	452	389	386	1675	513	419	465	463	1860	40.906
9	05-07-16	100	86	87	115	388	95	102	97	106	400	8.797
10	14-07-16	89	80	98	110	377	96	99	90	112	397	8.731
d	Juillet	189	166	185	225	765	191	201	187	218	797	17.528
	Total	1074	949	1028	961	4012	1252	1069	1147	1079	4547	100

Le tableau ci-dessus présente le dénombrement des populations des cochenilles dans le vergé **B4** avant et après traitement durant une période de 80 jours de la fin mai à mi-juillet. Le traitement est effectué le 26/05/2016, le recensement est appliqué sur les arbres témoins (non traitées) et celle traitées sur lesquelles on a déduit les individus morts et vivants appartenant aux différents stades de vie de la cochenille male ou femelle y compris le stade larvaire L1 et L2 (SL) et le stade adulte (SA) sont dénombré avant et après traitement. Le nombre total des individus trouvé dans le vergé **B4** au cours de notre étude est de **8559** individus dont **4012** témoins et **4547** traités. Les individus mort après traitement est de 1069 au stade larvaire et de 1079 au stade adulte tandis que le nombre totale des individus mort avant traitement été de 449 au stade larvaire et de 961 au stade

adulte. Les valeurs d'individus morts sont au seuil juste après le traitement dans la période entre le 01/06/2016 et le 15/06/2016.

1.2.2.1. Taux d'infestation des cochenilles diaspine (*Parlatoria ziziphi*) global comparatif avant et après le traitement insecticide. Vergé B4

Tableau 08 : Modèle G.L.M. appliqué à la variation des taux des effectifs de cochenille en fonction de temps et de traitement. Vergé B4

(V : Vivants, M : Mort, SA : Stade Adulte, SL : Stade Larvaire, Tm : Témoin, Trt : Traité)

GLM test	Analysis of Variance				
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
DATE	3320.362	9	368.929	1.238	0.288
TRAITEMENT	3577.812	1	3577.812	12.001	0.001
STADE	208.013	1	208.013	0.698	0.407
ETAT	2453.112	1	2453.112	8.229	0.006

L'analyse de la variance par le test GLM montre que le nombre de cochenilles morte et vivantes varie selon la parcelle traité ou non traité avec un produit chimique « **Methidathion** », ce produit agit d'une manière très significative $p= 0,001$ sur la mortalité, et provoque une différence très significative entre les individus mort et vivants $p= 0,006$.

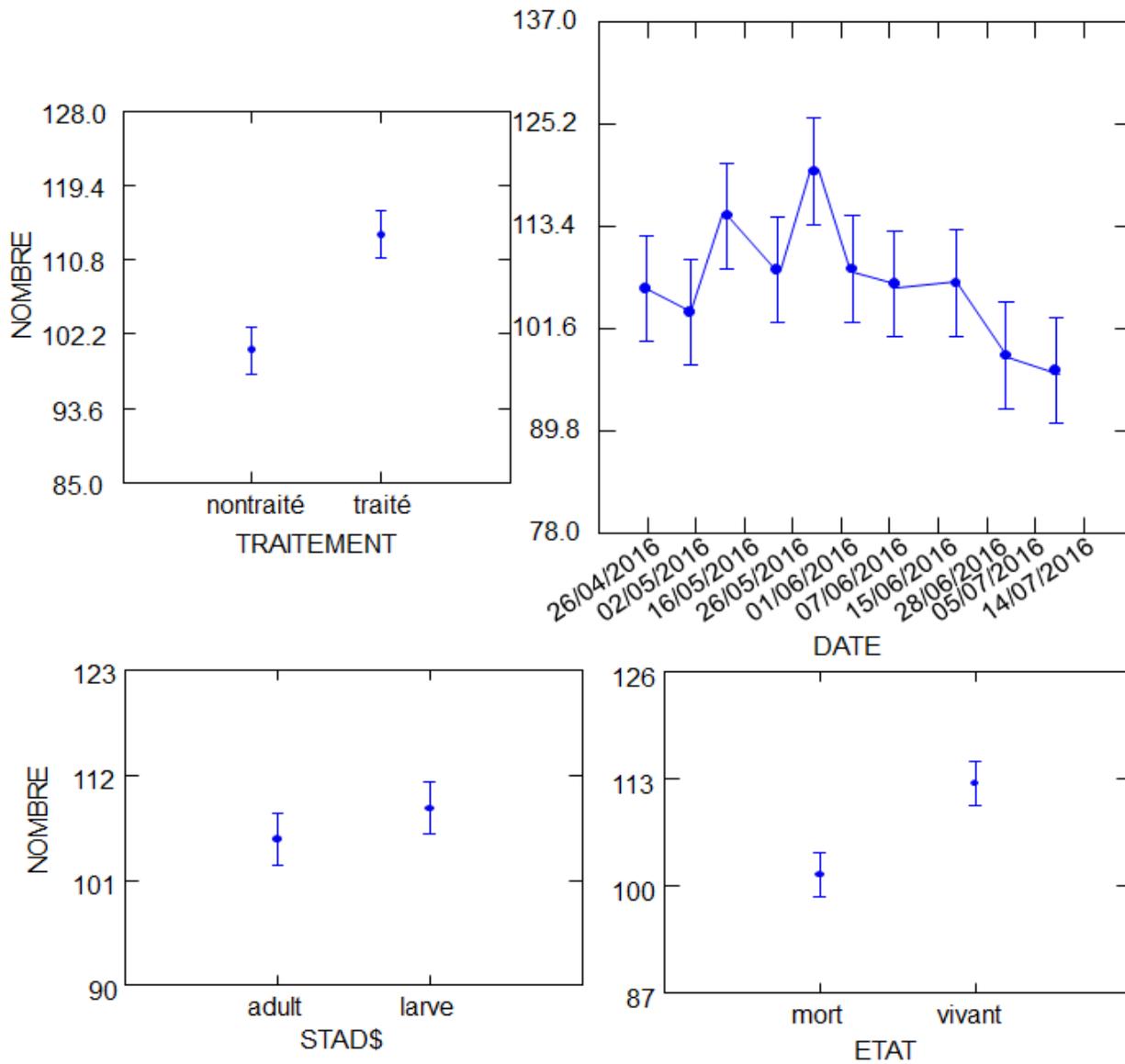


Figure 22 : Modèle ANOVA appliqué à l'étude de l'effet d'insecticide sur les populations de cochenilles avant et après traitement dans B4

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

2. Etudes de l'effet de « Methidathion » sur les parasitoïdes *parlatoria ziziphi*.

Dans le tableau ci-dessous nous présentons les parasitoïdes rencontrés sur les arbres de vergers d'agrumes non traité et traité:

- Quelques photos de familles et espèces de parasite prise au cours des observations.

Familles	Espèces	Détails sur l'aile	Insecte
Ichneumonidae	X		
Scelionidae	X		
Cynipoidae	X		
Aphelinidae	<i>Aphitis hispanicus</i>		

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Aphelinidae	<i>Metaphycus phlavus</i>		
Aphelinidae	<i>Encarcia sitrina</i>		
Eulophidae	X		
Braconidae	X		

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Inventaire des parasitoïde recensées sur les deux vergés d'agrumes B3 et B4 avant le traitement insecticide

L'échantillonnage périodique et aléatoire des populations des espèces de parasites, reste un moyen efficace qui permet en plus de l'inventaire, d'éclaircir certain paramètres bioécologiques. Les espèces capturées par les pièges blancs sont observées sous la loupe binoculaire, reportées et classées dans le tableau suivant :

Tableau 09 : Inventaire qualitatif et quantitatif des parasitoïde des cochenilles diaspines sur deux vergé d'agrumes B3 et B4 avant le traitement insecticide dans la région de Boufarik (ITAF).

N°	Planche /Vergé	Espèce / Citrus	Famille	Espèce / Genre	Nbr
01	P1/B3	Clémentine Trabut Taous	- Scelionidae - Coccinellidae - Platigastridae - Braconidae	- X - <i>Coccinella algerica</i> - X - X	02 02 02 04
02	P2/B3	Orange Ovale Calabrese	- Aphelinidae - Aphelinidae - Braconidae - Aphelinidae	- <i>Aphitis hispanicus</i> - <i>Metaphycus flavus</i> - X - <i>Encarsia sitrina</i>	03 02 02 01
03	P3/B4	Mandarine Carvalhal	- Aphelinidae - Eulophidae - Encyrtidae - Aphelinidae - Aphelinidae - Mymaridae - Encyrtidae	- <i>Encarsia sitrina</i> - X - <i>Anagyrus sp</i> - <i>Metaphycus sp</i> - <i>Aphytis sp</i> - X - <i>Syrphophagus sp</i>	10 02 03 03 02 02 01
04	P4/B4	Wilking Dejouany	- Pteromonidae - Pacynoronidae - Aphelinidae - Cynipidae - Aphelinidae - Aphelinidae - Aphelinidae - Aphelinidae	- X - X - X - X - <i>Metaphycus helvolus</i> - <i>Aphytis sp</i> - <i>Aphytis hispanicus</i> - <i>Metaphycus flavus</i>	02 01 02 01 03 02 01 02
Total		4	11	19	55

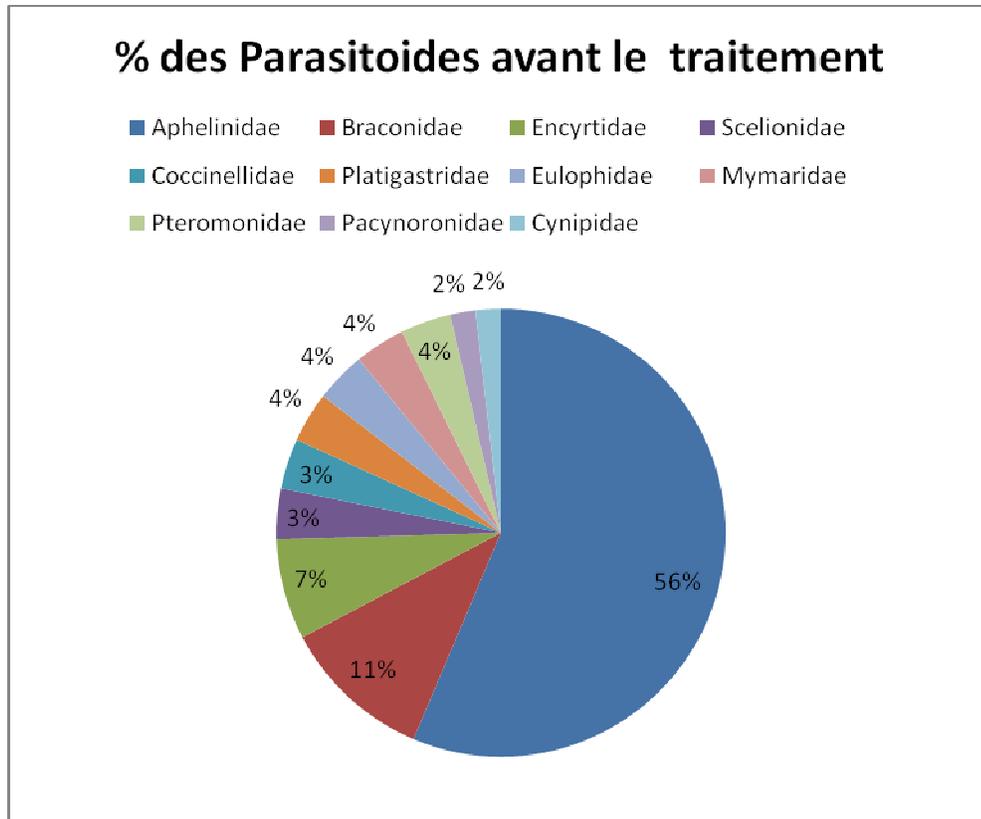


Figure 23 : Présentation graphique en pourcentage de familles parasitoïdes recensées avant le traitement insecticide

L'inventaire des parasites de cochenilles diaspines avant le traitement chimique, fait ressortir une famille de la classe des hyménoptères, c'est les Aphélinidae. Ces derniers ont une valeur de **56%** et sont représentés par plusieurs espèces recensées. Nous notons *Metaphycus helvolus*, *Aphytis sp*, *Aphytis hispanicus*, *Metaphycus flavus*, *Metaphycus sp* et surtout *Encarsia sitrina* qui représente plus de 50 % des Aphélinidae (Fig. 23 ; Tab. 9).

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

2.2. Inventaire des parasitoïde recensées sur les deux vergés d'agrumes B3 et B4 après le traitement insecticide.

L'échantillonnage périodique et aléatoire des populations des espèces de parasites, reste un moyen efficace qui permet en plus de l'inventaire, d'éclaircir certain paramètres bioécologiques.

Les espèces capturées par les pièges sont observées sous la loupe binoculaire, reportées et classées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Inventaire qualitatif et quantitatif des parasitoïde des cochenilles diaspiques sur deux vergé d'agrumes B3 et B4 après le traitement insecticide dans la région de Boufarik (ITAF).

N°	Planche /Vergé	Espèce / Citrus	Famille	Espèce / Genre	br
01	P1/B3	Clémentine Trabut Taous	- Platigastridae	- X	01
			- Braconidae	- X	02
			- Aphelinidae	- X	01
			- Aphelinidae	- <i>Aphytis sp</i>	01
02	P2/B3	Orange Ovale Calabrese	- Aphelinidae	- X	02
			- Aphelinidae	- <i>Metaphycus flavus</i>	01
			- Aphelinidae	- <i>Encarsia sitrina</i>	01
03	P3/B4	Mandarine Carvalhal	- Eulophidae	- X	01
			- Aphelinidae	- <i>Metaphycus flavus</i>	02
			- Aphelinidae	- <i>Aphytis sp</i>	01
04	P4/B4	Wilking Dejouany	- Aphelinidae	- X	02
			- Aphelinidae	- <i>Aphytis sp</i>	01
			- Aphelinidae	- <i>Metaphycus flavus</i>	01
Total		4	4	9	17

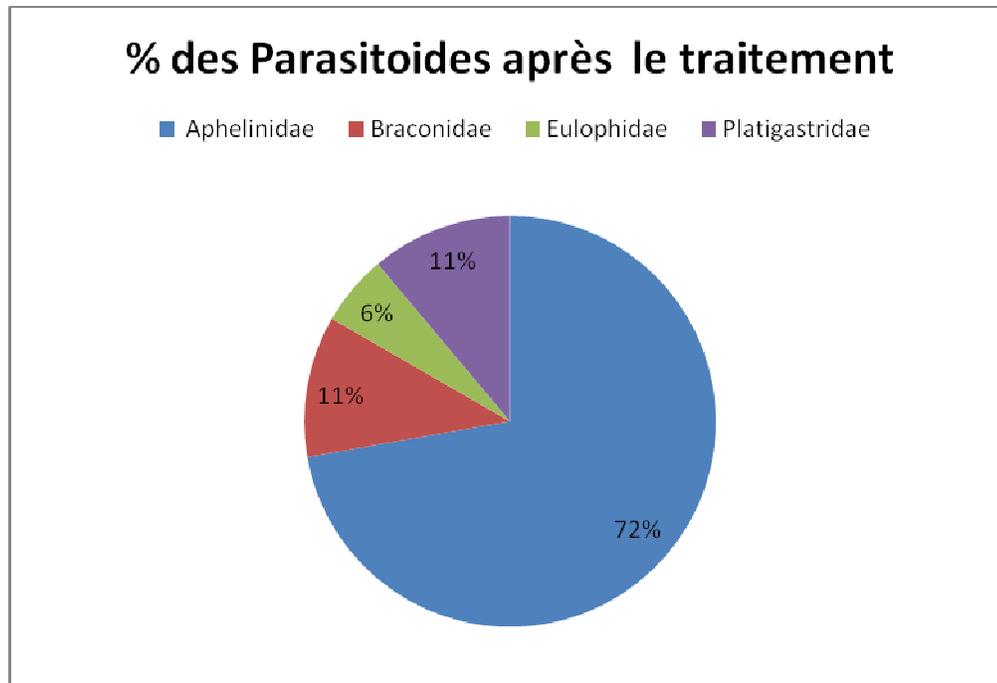


Figure 24 : Présentation graphique en pourcentage de familles parasitoïdes recensées avant le traitement

L'inventaire des parasites de cochenilles diaspines après le traitement chimique, nous montre la présence de **04** famille seulement, dont les Aphélinidae sont les plus abondante. On remarque aussi la disparition de plusieurs espèces et familles qu'on a trouvées avant le traitement. Ces derniers ont une valeur de **72%** sont représentés par plusieurs espèces recensées on note *Metaphycus helvolus*, *Aphytis sp*, *Aphytis hispanicus*, *Metaphycus flavus*, *Metaphycus sp*, *Encarsia sitrina* qui représente plus de **50 %**. (Fig. 24, Tab. 10).

2.3. Etudes comparatives des parasites recensées dans les deux vergés d'agrumes B3 et B4 en fonction de traitement insecticide.

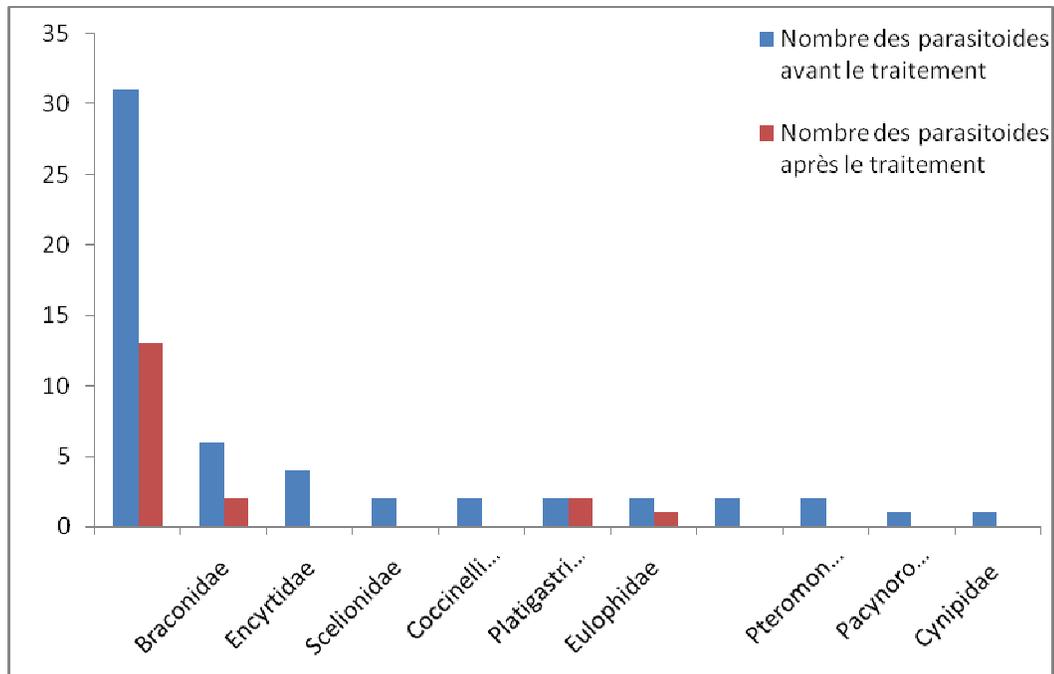


Figure 25 : Présentation graphique en Bâtonnets des familles de parasitoïdes recensées avant et après le traitement insecticide.

La présentation graphique ci-dessus nous permet de constater que le traitement insecticide a marqué une grande incidence sur les parasites des cochenilles diaspiques.

On remarque que le produit chimique a provoqué la diminution importante du nombre des Aphelinidae, des Braconidae et des Eulophidae, et la disparition de plusieurs familles telles que les Encyrtidae, les Coccinellidae, les Myrmecidae, les Pteromonidae et les Cynipidae.

AHMED BACHA en (2013) a montré qu'après l'inventaire des prédateurs et parasites de cochenilles diaspiques, la présence de 6 espèces appartenant à 2 ordres : les hyménoptères: *Aphytis lepidosaphes* présent sur les populations de *L.beckii* et *A.aurantii* sur le citronnier ainsi que sur l'oranger. Les coléoptères avec 5 espèces de coccinelles coccidiphages sur citronnier : *Chilocorus bipustulatus*, *Novius cardinalis*, *Pharoscyrmus setulosus*, *Nephus peyerimhoffi* et *Pullus mediterraneus* tandis que sur oranger nous n'avons inventorié qu'une seule espèce, il s'agit de *Chilocorus bipustulatus*.

Le présent travail est un apport complémentaire aux diverses travaux effectuées depuis plusieurs années sur les moyens de la protection phytosanitaire des agrumes. En effet l'agrumiculture fait face à des menaces de plusieurs maladies et de ravageurs, les insectes en général et les cochenilles diaspinés en particulier contribuent d'une façon non négligeable à la dépréciation des fruits par la suite à la baisse du rendement.

Notre étude nous a permis durant une période de six mois, d'effectués plusieurs sorties sur terrain d'entreprendre une nouvelle approche relative à l'effet des produits chimiques, qui sont appliqué pour la luttés contre les populations de cochenilles diaspinés inventoriées dans deux verger d'agrumes à l'ITAF de Boufarik, ainsi que l'impact qu'il provoque sur la faune auxiliaire.

Nous avons rencontré principalement une seule espèce de cochenilles diaspinés, il s'agit de *parlatoria ziziphi* dont l'importance économique de ce groupe de ravageur exige le perfectionnement constant des méthodes de lutte. Les cochenilles on montré une résistance au Methidation on a compté plus de **17945** individus dans les différents stades de leurs développement dont **8545** morts et **9400** vivants. Nous avons compté aussi **4538** cochenilles mortes après traitement et **4007** aux témoins.

Nous avons rencontrés aussi toute une faune auxiliaire riche en espèces, plus de **55** espèces qui sont repartie dans **11** familles, les Aphelinidae on marqué le taux le plus élevé qui est de **56%**. Apres le traitement on note une diminution très importante du nombre des parasitoïdes, aussi la disparition de plus de **7** famille dont **38** espèces.

Tout ça nous entreprendre de la biodiversité écologique quant à leurs incidence sur les cochenilles, malgré leur abondance, nous pouvons dire que leur impact reste faible en raison de l'utilisation abusive des produits chimiques notamment les produits de contacts tel que le « **Methidathion** », de qui est l'objet de notre travail.

Les traitements chimiques a l'aides d'insecticides contre les cochenilles diaspinés en générale, conduit progressivement à la destruction de la faune auxiliaire, qui présente un moyen de lutte biologique et naturelle contre ses ravageurs, et par la suite entrainer un déséquilibre écologique et environnementale.

Enfin, nous estimons que d'autres études viennent compléter celle-ci en ce qui concerne la lutte chimique. L'utilisation de pesticides soit dans des périodes précoces du stade larve fixé au stade L2 afin de perturber le cycle de vie des cochenilles, dans ce cas il est préférable d'avoir des produits sélectifs qui présente une grande efficacité contre les ravageurs au respect de la faune auxiliaire.

Dans un autre contexte la lutte biologique s'avère la plus rentable pour la bonne préservation bioécologique de la faune auxiliaire, plusieurs méthodes ont été développées dans se sens.

ABD RABOU, S. 2004, Augmentative releases of indigenous parasitoids of the Mediterranean black scale *Saissetia oleae* (Oliver) (Hemiptera: Coccidae) on olive in Egypt. Shashpa, 11 : 1 : 51-56.

ADDA R., 2006 - Rôle d'*Aphytis lepidosaphes* (Hymenoptera ; Aphelinidae) dans une population de cochenilles diaspinées (Homoptera ; Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba. Mem. Ing. Ecol. Nat. Sup. Agron. (ex INA), El-Harrach, 125p

AHMED BACHA F., 2013 Effet des pesticides sur les hyménoptères Parasitoïdes des cochenilles diaspinées en Agrumiculture de la Mitidja.

ALEMAN J.; MARTINEZ M. de los A.; MILIAN O, 2004 - Alternatives para la reproduction artificiel de *Cryptolaemus montrouzieri*. Revista de Protection Végétal, 19 : 2 : 131-132.

ANONYME 2013 Effet des pesticides sur les hyménoptères parasitoïdes des cochenilles diaspinées en agrumiculture de la Mitidja. 05p-10p

AUDANT P., KREITER P., RIGOLLOT P., THAON M., GIUGE L., Clisson S., 2005, Lutte biologique contre la cochenille japonaise des agrumes *Unaspis yanonensis* en milieu urbain dans la région niçoise. Phytoma – La défense des végétaux, 583, 36-39.

AUBERT b. et VULLIN G., 1998 - Citrus nurseries and planting techniques, Ed. Cirad 183 p.

BALACHOWSKY A. S., 1932 - 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° 526, T.1, 67 p.

BELGUENDOZ R. et BICHE M., 2005 - Biosystématique des cochenilles diaspinées (Diaspididae) d'Algérie. Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. Agron. (ex. INA) El Harrach, p.85

BICHE M., 1987 – Bioécologie de *Parlatoria oleae* Colvee (Hom.; Diaspididae) ravageur de l'olivier, *Olea europea* 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 (France), 119 p.

BICHE M., 2012 - Les Principaux Insectes Ravageurs des Agrumes en Algérie et leurs Ennemis Naturels. Masson et Cie, Paris, 203 p.

BLUMBERG D. & SWIRSKI E., 1977, Mass Breeding of two species of *Saissetia* (Hom., Coccidae) for propagation of their parasitoids *Biocontrol*, 22 : 2 : 147-150

CLAUSEN P. C., 1978, Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. *Agriculture Handbook*, 480 : 545 p.

EI-KAOUTARI I., GUIRROU Z., CHEMSEDDINE M., 2004, Rôle d' *Aphytis melinus* (DeBach) dans le contrôle naturel d' *Aonidiella aurantii* (Maskell) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruits (Paris)* 59 : 3 : 169-179

FABRES G. & NENON J. P., 1997, Biodiversité et lutte biologique: le cas de cochenille du manioc en Afrique. *Journal of African Zoology*, 111: 1: 7-15

FISCHER T. W., 1963 – Mass culture of *Cryptolaemus* and *Leptomastix*, natural enemies of citrus mealybug. *University of California Agricultural Publications*, 707, 39 p.

FLANDERS S. E., 1951, Mass culture of the Californian red scale and its golden chalcid parasites. *Hilgardia* : 21 : (1) : 1-42

FOLDI I., 2003, les cochenilles 2ème partie, *Insectes* 130 : 27-30

GRIFFON, M., & LOEILLET, D. (2000). Production et consommation d'agrumes dans le monde. Evolution et Eléments de prospective. *Comptes rendus de l'académie d'agriculture de France*, 86(8).

HOWARD 1900, Some miscellaneous results of the work of the division of entomology. *Bulletin of the United States Department of Agriculture, Division of Entomology (New Series)*, n° 22, pp : 7-23

ITAF 2012 Institut technique des arbres fruitiers de Boufarik.

KOZSTARAB M., & KOZAR F, 1988, Scale Insects of Central Europe. *Series Entomologica*. Spencer K. (eds) Junk, W 454 p.

KREITER P., DELVARE G., GIUGE L., THAON M., VIAUT M., 2005, Inventaire préliminaire des ennemis naturels de *Pseudococcus viburni*. Bulletin de la Société entomologique de France 110 (2) : 161-164

KREITER P., GIUGE L., LEMAY V., 2008 - Evolution des populations de *Pseudococcus viburni* et premier inventaire faunistique des ennemis naturel en verger de pommier dans le sud de la France. 7eme Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier, 26-27 octobre, 2008

KREITER P., MARRO J. P., DIJOUX L., 1998, Le monde mystérieux des Cochenilles - Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon., (67) - 7 : 201-206

LOUSSERT R., 1989 - Les agrumes. Production. Ed. Lavoisier, Paris, Vol. n° 2, 157 p.

LOUSSERT R., 1989a- Les agrumes. Arboriculture. Ed. Lavoisier, Paris, Vol. n°1, 113p.

LOUSSERT R., 1989b- Les agrumes. Production. Ed. Lavoisier, Paris, Vol. n° 2, 157 p.

MALAUSA J. C., RABASSE J. M., KREITER P., 2008, Les insectes entomophages d'intérêt agricole acclimatés en France métropolitaine depuis le début du 20ème siècle. Bulletin OEPP/EPPO 38 : 136-146

MARCHAL P., 1913 - « L'acclimatation du *Novius cardinalis* en France », Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences, 157 : 561-564

PRALORAN J. C., 1971 – Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larousse, Paris, 561 p.

RIBA et SILVY, 1987 Combattre les ravageurs des cultures, Enjeux et perspectives. Inra eds 210 p.

RILEY C. V., 1887, On *Icerya purchasi*, an insect injurious to fruit trees. London, 1887. The British Association for the Advancement of Science. Report: 767

ROSE M., 1990: Mass rearing in armored scale insects, their biology, natural enemies and control, Ed. David Rosen, Elsevier, 383 p. volume a, 357-365

SFORZA R., 2008 – Les cochenilles sur la vigne in Ravageurs de la vigne, 389 p.
Edition Féret, 188-210

SWINGLE W.T., 1948 – Citrus industry chap IV (the botany of Citrus and its wild relatives of the orange Subfamily). Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles, 605 p.

TIMOFEEVA T. V., 1974 - The maintenance of predacious coccinellids on artificial food, Zashchita Rastenii, 11: 23-24

References Web

- 1- <http://maps.google.com>
- 2- <http://upload.wikipedia.org>
- 3- <http://www.meteo.dz>
- 4- <http://www.plantesdusud.com>.
- 5- L'Algérie et ses agrumes : http://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1969_num_44_1_2637