



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH

Faculté des Sciences et Techniques Fès

Département des Sciences de la Vie



MASTER SCIENCES ET TECHNIQUES

GESTION ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDE

**Evaluation de l'effet du traitement tardif à base de spirotetramate sur les cochenilles diaspines sur agrumes et surveillance des acariens dans la région du Gharb.**

**Présenté par : ASSOUGUEM Amine**

Soutenu Le 25 Juin 2015 devant le jury composé de :

<b>Pr. El GHADRAOUI Lahsen</b>	FST-Fès	Président
<b>Pr: AZZOUZI Amal</b>	FST-Fès	Encadrante
<b>Pr: Pr. SMAILI C. M</b>	I.N.R.A.-Kenitra	Co-encadrant
<b>Pr. BENJELLOUN Meryem</b>	FST-Fès	Examinatrice
<b>Pr: FATMI Z</b>	I.N.R.A-Meknès	Examineur
<b>Pr. LOUAHLIA Said</b>	Fac. Polydisciplinaire-Taza	Examineur

**Année Universitaire : 2014/2015**

**Faculté des Sciences et Techniques Fès**

*B.P. 2202, Route d'Imouzzer FES*

☎ 212 (35) 60 80 14 – 212 (35) 60 96 35 📠 212 (35) 60 82 14

[www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)

## *Remerciements*

Je profite par le biais de ce rapport, pour exprimer mes vifs remerciements à toute personne contribuant de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à Mlle **AZZOUZI AMAL** de m'avoir encadrée dans mon stage de fin d'étude.

Ainsi que pour Mr **SMAILI CHARIF** responsable d'unité de protection des plantes à l'INRA de Kenitra, pour m'avoir encadré durant la période de mon stage et pour ses explications, ses conseils et son aide.

Je remercie Mr **EL GHADRAOUI L** pour les conseils qu'il m'a prodigué et pour l'aide qu'il m'a réservé pour le bon déroulement de ce travail.

Mes très sincères remerciements **AUX MEMBRES DU JURY** qui ont bien voulu accorder une part de leur précieux temps pour examiner ce document.

## **Dédicaces**

JE DEDIE CE TRAVAIL AVEC GRAND AMOUR :

A MES CHERS PARENTS, SOURCE DE TENDRESSE, DE NOBLESSE ET  
D'AFFECTION.

A MON FRERE ET MES SŒURS, EN TEMOIGNAGE DE LA FRATERNITE,  
AVEC MES SOUHAITS DE BONHEUR, DE SANTE ET DE SUCCES.

ET A TOUS LES MEMBRES DE LA FAMILLE.

A TOUS MES AMIS, TOUS MES PROFESSEURS ET A TOUT QUI  
COMPULSE CE TRAVAIL.

## Résumé

Le présent travail mené dans la commune Belksiri qui relève de la région du Gharb à pour objectif de tester l'effet tardif du spirotetramte (Produit chimique systémique) sur *Parlatoria ziziphi* et *Parlatoria pergandii* comme une première activité, et de suivre l'évolution des acariens tétranyque comme une deuxième activité. Au Maroc, ces dernières années Les cochenilles diaspinés (*Parlatoria ziziphi* et *Parlatoria pergandii*) sont devenu des ravageurs d'une grande importance économique sur les agrumes à cause de phénomènes de pullulation non négligeable, particulièrement dans la région du Gharb. Des expérimentations ont été initiées dans cette région pour évaluer l'effet du spirotetramate. Trois doses différentes 25cc/hl, 30cc/hl et 40cc/hl ont été évaluées. Toutes les doses ont été efficaces contre *P.pergandii* et *P.ziziphi*. Toutefois la dose 25cc paraît moins nocive vis-à-vis du parasitoïde *Aphytis hispanicus* par rapport aux autres doses pratiquées.

Concernant la surveillance des acariens tétranyques l'espèce *Tetranychus urticae* est la plus abondante sur la Variété Valencia late, suivie de *Panonychus citri* puis *Eutetranychus Orientalis*. Tandis que sur la variété Nules l'effectif de *T.urticae* et *P.citri* à été faible, alors que celui d'*E orientalis* a été nul.

Mots clés : Agrumes, Effet tardif, Cochenilles diaspinés, Produit chimique systémique, *Parlatoria ziziphi*, *Parlatoria pergandii*, spirotetramte, Acariens tétranyques, *Tetranychus urticae*, *Panonychus citri*, *Eutetranychus Orientalis*.Cochenilles diaspinés

## Abstract

This study conducted in the area of Gharb (Belksiri), has as aim to test the effect of spirotetramte (systemic Chemicals) on *Parlatoria ziziphi* and *Parlatoria pergandii* as a first activity, and to follow the evolution and activity of the population of mites as a second activity. In Morocco, in recent years, the scales insects Diaspididae (*Parlatoria ziziphi* and *Parlatoria pergandii*) have become of great economic significance for citrus on account of pullulation phenomena, particularly in the Gharb area. Then to fight against these scales a systemic product containing active ingredient spirotetramat was sprayed. Experiments were initiated in this area to assess the effect of this product in order to select the most effective dose that can decrease the rate of these scales to tolerable levels and which has the least aggressive effect on predators. We have applied three different doses 25cc, 30cc and 40cc. Any doses were effective on *P.pergandii* and *P.ziziphi*. While the dose of 25cc was less harmful compared to other doses on the parasitoid *Aphytis hispanicus* .

The monitoring of spider mites has revealed that *Tetranychus urticae* was most abundant on the variety Valencia late, then followed by *Panonychus citri* then *Eutetranychus orientalis*,. While the variety Nules effective of *T.urticae* and to *P.citri* was low, while that of *E. orientalis* was zero.

Keywords: spirotetramte, Systemic Chemicals, *Parlatoria ziziphi*, *Parlatoria pergandii*, scales insects Diaspididae, *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae*, *Eutetranychus orientalis*, spider mite, variety

## ● ملخص

تهدف هذه الدراسة التي أجريت في منطقة الغرب قرب مدينة بلقصيري إلى اختبار تأثير المادة الكيماوية سيبروتيتيرامات على قمل الحوامض (القمل الأسود *Parlatoria ziziphi* والقمل الرمادي *Parlatoria pergandii*) كنشاط أول ، وتتبع تطور كثافة القراديات ومضاداتها البيولوجية كنشاط ثاني. القمل الأسود والقمل الرمادي تسبب آفات كبرى في بساتين الحمضيات في المغرب، لا سيما في منطقة الغرب، مص محتويات الخلية من طرف هذه المدمرات تسبب تشوه الأوراق وضعف معمم على الأشجار، لمحاربة هذه المدمرات تم رش المادة الكيماوية النظامية سيبروتيتيرامات . بدأت التجارب في منطقة الغرب لتقييم تأثير هذا المبيد من أجل تحديد الجرعة الأكثر فعالية التي تمكن من تقليل معدل الهجوم إلى مستويات مقبولة والتي لها أقل تأثير على معدلات التطفل. تم تطبيق ثلاث جرعات مختلفة ، 25 ، 30 و 40 مكعب سونتي متر . وكانت الجرعات كلها فعالة على القمل الأسود و على القمل الرمادي. في حين أن جرعة 25 كيب سونتي متر للهكتولتر الواحد أدت إلى أقل ضرر على معدل التطفل ل *Aphytis hispanicus* . فيما يخص تتبع القراديات، كان النوع *Tetranychus urticae* أكثر وفرة في صنف الحوامض فالانسيا لبت، تليها *Panonychus citri* وفي الأخير *Eutetranychus orientalis* . أما في صنف النولس كان معدل *Tetranychus urticae* و *Panonychus citri* ضعيف فيما كان النوع *Eutetranychus orientalis* غائب.

الكلمات المفتوحة : سيبروتيتيرامات , صنف، القراديات، مضادات البيولوجية، المادة الكيماوية, *Parlatoria ziziphi*, *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae*, *Parlatoria pergandii*, *Eutetranychus orientalis*.

## Liste des figures

Figure 1: Répartition géographique des pays producteurs d'agrumes dans le monde .....	5
Figure 2: Principaux pays producteur d'agrumes dans le monde (moyenne sur la période 2009-2010) (FAO 2010). .....	5
Figure 3: Evolution de superficie productive d'agrumes (Kha) (MAPM, 2013). .....	6
Figure 4: Rythme de plantation des petits fruits et orangers (Kha). .....	6
Figure 5: Répartition géographique des agrumes au Maroc. ....	7
Figure 6: Femelle adulte de <i>P.ziziphi</i> (Cabi, 2001). .....	12
Figure 7: Cochenille violette (femelle adulte). .....	16
Figure 8: Mâle adulte et larve d' <i>E.orientalis</i> F. Leblanc, Cirad. ....	19
Figure 9: Adulte et œufs d' <i>E.orientalis</i> (Pedro Torrent Chocarro). .....	21
Figure 10: <i>Panonychus citri</i> sur feuille d'agrumes. ....	23
Figure 11: Femelle adulte et les œufs de <i>T.urticae</i> (F. Price , Université de Floride). .....	28
Figure 12: Parcelle d'essai 1 (Variété Valencia late BelKsiri 2015). ....	32
Figure 13: Atomiseur tracté utilisé pour la réalisation des traitements. ....	33
Figure 14: Comptage des cochenilles sous la loupe binoculaire. ....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 15: Evolution du pourcentage des larves vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	35
Figure 16: Evolution du pourcentage des larves mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	36
Figure 17 : Effet de différentes doses sur les larves de <i>P.ziziphi</i> . ....	36
Figure 18 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	37
Figure 19: Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	37
Figure 20: Effet de différentes doses sur les jeunes femelles F1 de <i>P.ziziphi</i> . ....	38
Figure 21: Evolution du pourcentage des femelles âgées vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	39
Figure 22: Evolution du pourcentage des femelles âgées mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	39
Figure 23: Effet de différentes doses sur les femelles âgées de <i>P.ziziphi</i> . ....	40
Figure 24 : Evolution du pourcentage des mâles vivants en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	40
Figure 25 : Evolution du pourcentage des mâles morts en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	40
Figure 26: Effet de différentes doses sur les mâles de <i>P.ziziphi</i> . ....	41
Figure 27 : Evolution du pourcentage de la population vivante en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	42
Figure 28: Evolution du pourcentage de la population morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	42
Figure 29: Effet de différentes doses sur les populations de <i>P.ziziphi</i> . ....	42
Figure 30: Evolution du pourcentage des larves vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015. ....	43

Figure 31: Evolution du pourcentage des larves mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	44
Figure 32: Effet des différentes doses sur les larves de <i>P.pergandii</i> .....	44
Figure 33 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	45
Figure 34 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	45
Figure 35 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	46
Figure 36: Effet des différentes doses sur les jeunes femelles de <i>P.pergandii</i> .....	46
Figure 37: Evolution du pourcentage des femelles âgées vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	47
Figure 38: Evolution du pourcentage des femelles âgées mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	48
Figure 39: Evolution du pourcentage des femelles âgées parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	48
Figure 40: Effet des différentes doses sur les femelles âgées de <i>P.pergandii</i> .....	48
Figure 41 : Evolution du pourcentage des mâles vivants en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	49
Figure 42 : Evolution du pourcentage des mâles morts en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	50
Figure 43 : Evolution du pourcentage des mâles parasités en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	50
Figure 44: Effet des différentes doses sur les mâles de <i>P.pergandii</i> .....	50
Figure 45: Evolution du pourcentage de la population vivante en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	52
Figure 46 : Evolution du pourcentage de la populations morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	52
Figure 47 : Evolution du pourcentage de la population parasitée en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.....	52
Figure 48 Effet des différentes doses sur les populations de <i>P.pergandii</i> .....	53
Figure 49: Effet du traitement sur les cochenilles occupées par les fruits sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015. ....	53
Figure 50: pourcentage des fruits infestés par les cochenilles en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	53
Figure 51: Parcelle d'essai 2 (variété Nules Belksiri .2015).....	56
Figure 52: Evolution de l'effectif de feuilles occupées par les tétranyques sur Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015. ....	58
Figure 53 : Evolution de l'effectif de feuilles occupées par les tétranyques sur Nules à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	58
Figure 54: Evolution de l'effectif des prédateurs et des acariens tétranyques sur Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015. ....	59
Figure 55 : Evolution de l'effectif des prédateurs et des acariens tétranyques sur Nules à Mechraâ Bel Ksiri 2015.....	59



## Liste des abréviations

**µm: micromètre**

**C : degré Celsius**

**Cc: centimètre cube**

**FAO: Food and Agriculture organisation**

**G: gramme**

**Ha: Hectare**

**hl: hectolitre**

**HR: humidité relative**

**Kha: kilohectare**

**Km: kilomètre**

**l: litre**

**M: mètre**

**MAPM: Ministère de l'agriculture et des pêches maritimes**

**Mm: millimètre**

**Mt : millions de tonnes**

**P.c: produit chimique**

**T : Température**

## Table des matières

<i>Remerciements</i> .....	i
Résumé .....	iv
Liste des abréviations .....	ix
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Importance du secteur agrumicole .....	2
I. Importance des agrumes.....	2
I.1. Origine et distribution géographique .....	2
I.2. Taxonomie .....	2
I.3. Ecologie et phénologie des agrumes .....	3
I.3.1. Ecologie .....	3
I.3.2. Phénologie.....	4
I.4. Production des agrumes dans le monde .....	4
I.5. Importance du secteur agrumicole au Maroc .....	6
I.5.1. Superficie .....	6
I.5.2. Rendement .....	7
I.5.3. Régions agrumicoles .....	7
I.6. Variétés .....	7
II. Situation phytosanitaire des agrumes au Maroc .....	8
II.1. Contraintes du secteur agrumicole au Maroc.....	8
II.2. Situation actuelle des ravageurs associés aux agrumes au Maroc .....	9
Chapitre II : Importance des cochenilles Diaspines et des acariens tétranyques en vergers d'agrumes	11
I. Introduction.....	11
II. Cochenille noir.....	12
II.1. Morphologie .....	12
II.2 Gamme d'hôtes.....	12
II.3. Dégâts .....	12
II.4. Cycle biologique et écologique.....	13
II.5. Méthodes de lutte.....	14
III. Cochenille violette.....	15
III.1 Morphologie .....	15
III.2. Dégâts.....	16
III.3. Gamme d'hôtes.....	16
III.4. Cycle biologique.....	17

III.5. Méthodes de Lutte .....	17
IV. Importance des acariens tétranyques.....	18
IV.1. Nuisibilité des acariens sur agrumes .....	18
IV.2. Tétranyque jaune orientale.....	19
IV.2.1. Classement taxonomique.....	19
IV.2.2. Morphologie.....	19
IV.2.3. Gamme d'hôtes .....	20
IV.2.4. Dégâts.....	20
IV.2.5. Cycle biologique et écologique .....	20
IV.2.6. Méthodes de lutte .....	22
IV.3. Acarien rouge des agrumes .....	23
IV.3.1 Classement taxonomique.....	23
IV.3.2. Morphologie.....	23
IV.3.3. Gamme d'hôtes .....	24
IV.3.4. Dégâts.....	24
IV.3.5. Cycle biologique et écologique d'Acarien rouge des agrumes .....	25
IV.3.6. Méthodes de lutte .....	26
IV.4. Tétranyque jaune.....	27
IV.4.1. Classement taxonomique.....	27
IV.4.2. Morphologie.....	28
IV.4.3. Gamme d'hôtes .....	28
IV.4.4. Dégâts.....	29
IV.4.5. Cycle biologique et écologique .....	29
IV.4.6. Méthodes de lutte .....	30
Chapitre III: Evaluation de l'effet du traitement foliaire tardif à base de spirotetramate sur les cochenilles diaspinés <i>Parlatoria ziziphi</i> et <i>P.pergandii</i> sur agrumes dans la région du Gharb .....	31
I. Introduction.....	31
II. Matériel et méthodes.....	32
II.1. Région d'étude.....	32
II.3. Description du produit utilisé .....	33
II.4. Description des traitements.....	33
II.5. Echantillonnage et évaluation.....	34
II.6. Analyse statistique .....	34
III. Résultats .....	35

III.1. Cas du pou noir <i>P.ziziphi</i> .....	35
III.1.1. Evolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	35
III.1.2. Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	36
III.1.3. Evolution du pourcentage des femelles âgées (F2-F3) vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	38
III.1.4. Evolution du pourcentage des mâles vivants et morts en fonction du traitement sur la variété Valencia late.....	38
III.1.5. Evolution du pourcentage de la population vivante et morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	41
III.2. Cas de la cochenille violette <i>P.pergandii</i> .....	43
III.2.1. Evolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	43
III.2.2. Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes, mortes et parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	44
III.2.3. Evolution du pourcentage des femelles âgées vivantes, morte et parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	46
III.2.4. Evolution du pourcentage des mâles vivants, morts et parasité en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	49
III.2.5. Evolution du pourcentage de la population vivante, morte et parasité en fonction du traitement sur la variété Valencia late .....	51
III.2.6. Pourcentages des cochenilles occupées par les fruits en fonction du traitement sur la variété Valencia late.....	51
IV. Discussion et conclusions .....	54
Chapitre IV: Evolution des populations des acariens Tétranyques sur agrumes dans la région du Gharb .....	55
I. Introduction.....	55
II. Matériel et méthodes: .....	55
II.1. Parcelles d'étude.....	55
II.2. Echantillonnage et comptage.....	56
III. Résultats .....	56
III.1. Evolution de l'effectif des acariens .....	56
III.2. Evolution de l'effectif des acariens et de leurs prédateurs .....	57
IV. Discussion et conclusions .....	60
Conclusion générale .....	62
References bibliographiques .....	63

## Introduction générale

Au Maroc, le secteur des agrumes joue un rôle socio-économique de premier ordre. Il est classé parmi les secteurs les plus importants de l'économie nationale. Selon le dernier recensement réalisé par la direction de la programmation et des affaires Economique (DPAE), les agrumes occupent une superficie de l'ordre de 120000 hectare, soit près de 15% des superficies emblavées en arboriculture et produit annuellement environ 2,2 millions de tonnes (MAPM, 2013). Le secteur des agrumes est un levier vital de l'économie nationale. L'agrumiculture génère en plus de 21 millions de journées de travail par an, dont 12 millions au niveau des vergers et 9 millions relatifs à l'industrie de conditionnement et de transformation ainsi que d'autres activités relevant du secteur agrumicole. La production exportée, assure, l'équivalent de 3 milliards de dirhams de devise. (MAPM, 2008).

La productivité nationale reste encore faible puisqu'elle connaît des fluctuations qui varient d'une année à une autre. De multiples contraintes contribuent à cette faiblesse en particulier les problèmes liés aux facteurs de production et les contraintes abiotiques et biotiques, notamment les ravageurs. Les cochenilles et les acariens phytophages sont des ravageurs d'importance économique pour les agrumes au Maroc. En suçant le contenu cellulaire des organes végétaux attaqués, ils entraînent la déformation, la décoloration, le brunissement des feuilles et l'affaiblissement généralisé de la plante. Les cochenilles comme *Aonidiella aurantii*, *Parlatoria pergandii*, *Parlatoria ziziphi* et *Lepidosaphes beckii*, sont les espèces diaspiques les plus importantes sur agrumes dans les conditions marocaines. Au niveau des vergers certifiés Global-Gap, leur contrôle est souvent réalisé par deux principales matières actives, le Chlorpyrifos éthyl et le spirotetramate. Les acariens, en particulier, *Panonychus citri*, *Tetranychus urticae* et *Eutetranychus orientalis*, sont des ravageurs également d'importance économique, se caractérisent par une fécondité importante, un cycle de vie rapide et plusieurs générations par année. Leur contrôle se fait par plusieurs matières actives acaricides.

Ce travail a pour objectif, dans une première partie, d'évaluer l'effet du traitement tardif à base de spirotetramate sur les deux cochenilles diaspiques *P.ziziphi* et *P. pergandii* et dans une deuxième partie, de suivre l'évolution des acariens tétranyques et leur prédateurs dans la région du Gharb.

# Chapitre I: Importance du secteur agrumicole

## I. Importance des agrumes

### I.1. Origine et distribution géographique

Les agrumes sont originaires du Sud-Est asiatique (De Rocca Serra & Ollitrault, 1992). Cependant, les données historiques plaident en faveur de l'existence de trois centres de diversification primaire (Webber, 1967 ; Scora, 1988). Le Nord-Est de l'Inde, les régions proches de la Birmanie et de la Chine, auraient abrités la diversification de *Citrus medica* et l'apparition de *C. aurantifolia*, *C. limon*, *C. aurantium* et *C. sinensis*. La Malaisie et l'Indonésie sont citées comme centre d'origine de *C. grandis*. Le Vietnam, le Sud de la Chine et le Japon seraient la zone de diversification de *C. reticulata* (Anonyme, 1998).

La diffusion des agrumes à travers le monde s'est faite très lentement. Le cédratier a été le premier connu en Europe (300 ans av. J.C. d'après Webber, 1967). Le bigaradier, le citronnier et l'oranger ont été introduits dans le bassin méditerranéen vers la moitié du XIIe siècle, et le mandarinier au XIXe siècle. Le bassin méditerranéen constitue à présent une importante zone de production pour ces trois dernières espèces (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

### I.2. Taxonomie

Les agrumes appartiennent à trois genres botaniques: *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* (De Rocca Serra & Ollitrault, 1992 ; Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996; Anonyme, 1998). Ceux-ci forment avec 10 autres genres (*Atalantia*, *Burkillanthus*, *Citropsis*, *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Hespertusa*, *Limnocitrus*, *Microcitrus*, *Pleiospermium* et *Severinia*) la sous-tribu des Citrinae (Anonyme, 2001a). Cette sous-tribu appartient à la tribu des Citreae, sous-famille des Aurantioideae dans la famille des Rutacées.

Le genre *Citrus* renferme la plupart des agrumes cultivés pour leurs fruits ou leurs huiles essentielles. Deux classifications du genre prévalent. Celle de Tanaka (1961) identifie 156 espèces, tandis que celle de Swingle et Reece (1967) n'en distingue que 16 espèces. En référence à cette dernière classification, les huit espèces cultivées sont : *C. sinensis* (L.) Osb., l'oranger ; *C. aurantium* L., le bigaradier; *C. reticulata* Blanco, le mandarinier ; *C. paradisi* Macf., le pomelo ; *C. maxima* (Burn.) Merr., le pamplemoussier ; *C. limon* (L.) Burm., le

citronnier ; *C. aurantifolia* (Christm.) Swing., le limettier et *C. medica* L., le cédratier. Ces espèces renferment un grand nombre de variétés.

Certaines études répartissent ces 8 espèces d'importance économique dans 3 grands groupes en fonction des similarités génétiques. Il s'agit du groupe des orangers et mandariniers, du groupe des pomélos et pamplemoussiers et du groupe des limes et citronniers (Luro *et al.*, 2001). D'autres travaux plus récents sur la diversité génétique et la structure des populations des agrumes penchent plutôt en faveur de l'existence de 3 espèces « ancestrales » d'agrumes. Il s'agit du bigaradier (*C. medica*), du pamplemoussier (*C. maxima*) et du mandarinier (*C. reticulata*). Ces espèces seraient à l'origine de nombreuses espèces comptabilisées de nos jours, qui en réalité sont des hybrides issus de croisement entre les premières espèces (Barkley *et al.*, 2006).

### **I.3. Ecologie et phénologie des agrumes**

#### **I.3.1. Ecologie**

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. Leur culture est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13°C et inférieure à 39°C. Les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500 mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (Anonyme, 2006). La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements. Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux), bien drainés.

Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5%). Le PH idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Loudyi *et al.*, 2003). C'est à cet effet que le choix du porte-greffe est un des facteurs essentiels de réussite car il peut conférer à la plante une tolérance à des maladies et à des contraintes abiotiques (salinité, PH, froid, sécheresse, calcaire...).

L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents. Au-dessous de 800 m, les fruits manquent de saveur. La peau des oranges reste verte, les cloisons deviennent plus épaisses (Loussert, 1989).

### **I.3.2. Phénologie**

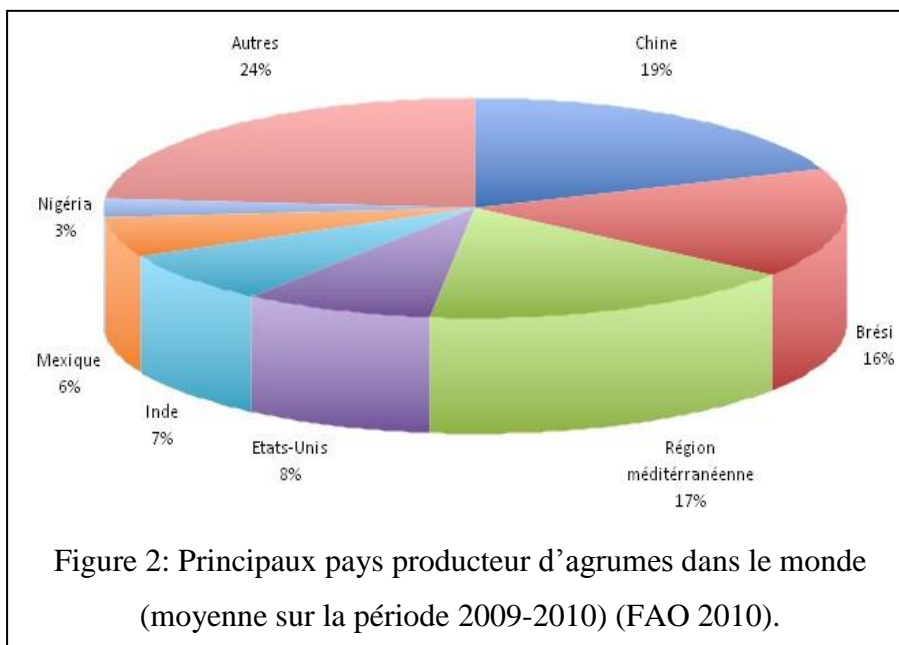
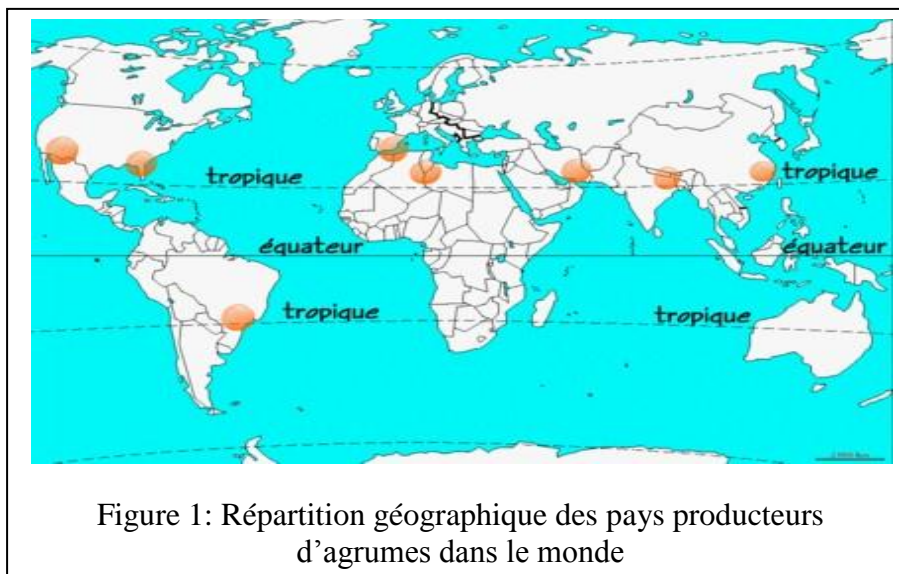
Le développement de la frondaison des agrumes se fait sous forme de flux végétatif ou poussée foliaire (flush). Ces flux végétatifs succèdent à des périodes d'arrêt végétatif. Ce phénomène s'observe même en climat tropical humide où les conditions permettent une activité végétative continue (Praloran, 1971). Il existe généralement 3 flux végétatifs par an. Ils commencent avec le début des pluies. Le premier flux, qui est de loin le plus important (longueur et nombre de rameaux émis), débute en mars avec le retour des pluies. Le second se fait au mois d'août, il est également déclenché par le retour des pluies. Le dernier survient en octobre.

La floraison se produit en même temps que la pousse qui suit le repos végétatif. Les fleurs sont isolées ou en grappes et se forment sur le bois de l'année précédent (Praloran, 1971 ; Menino *et al.*, 2003). La floraison est continue tout au long de l'année sur les citronniers et limettiers. Sur les autres espèces on peut avoir une ou 2 périodes de floraisons par an. Sur un même arbre, on peut ainsi retrouver des feuilles, des fleurs et des fruits de différents âges (Van Ee, 2005).

### **I.4. Production des agrumes dans le monde**

Les productions d'agrumes proviennent essentiellement des régions méditerranéennes et tropicales. En 1988, la superficie totale plantée en agrumes a été évaluée à plus de 3 millions d'hectares répartie sur une aire très large située approximativement entre les 40° de latitudes Nord et Sud tout autour du Monde (Anonyme, 2004 ; Polese, 2008). Les agrumes sont donc de nos jours implantés dans toutes les zones du monde où leur production est possible. Les pays producteurs forment une ceinture terrestre entre le 40ème parallèle nord et sud (Fig. 1). Les Principaux pays producteurs d'agrumes (en 2009-2010) étaient la Chine, le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, les Etats-Unis, et l'Inde,



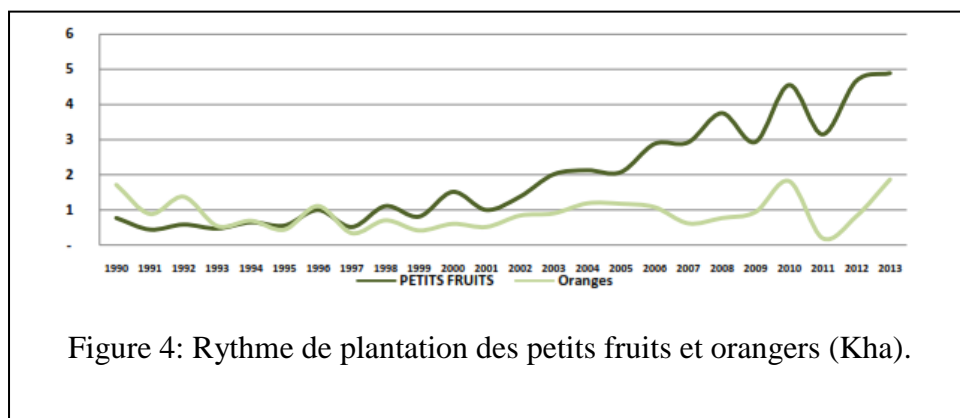
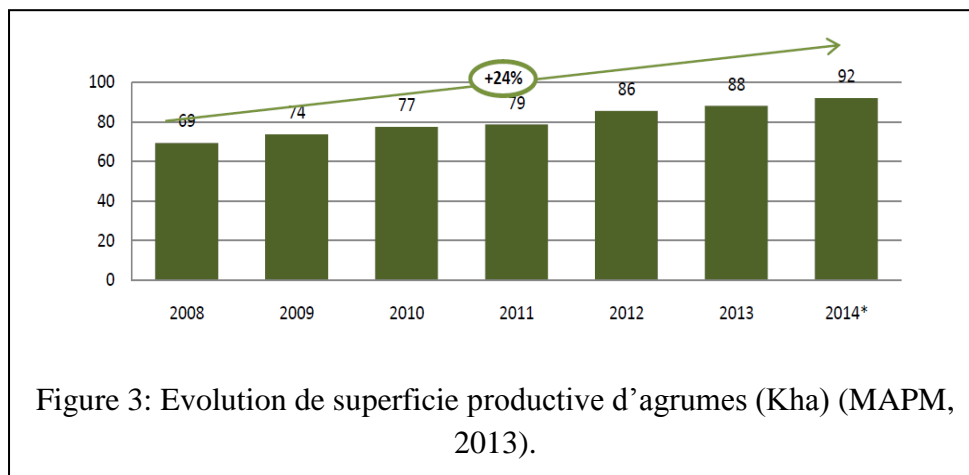


## I.5. Importance du secteur agrumicole au Maroc

### I.5.1. Superficie

La superficie totale actuelle des agrumes est de 120 000 ha dont 92 000 Ha de superficie productive. Entre 2007/08 et 2013/14 cette superficie a augmenté de 37 000 Ha soit une superficie moyenne annuelle additionnelle de 5285 Ha/an (Figure 3). Le rythme de plantation ayant pratiquement doublé à partir de la campagne 2010/11 suite aux nouvelles incitations mise en place à travers la FDA (MAPM, 2013).

Par rapport à l'année 2008 on observe une tendance nette vers la plantation des petits fruits Ainsi, la superficie productive des petits fruits a augmenté de 31%, soit 15 kHa de plus (Fig 4), tandis que celle des oranges a connu une hausse de 24%, soit 6kHa (MAPM, 2013).

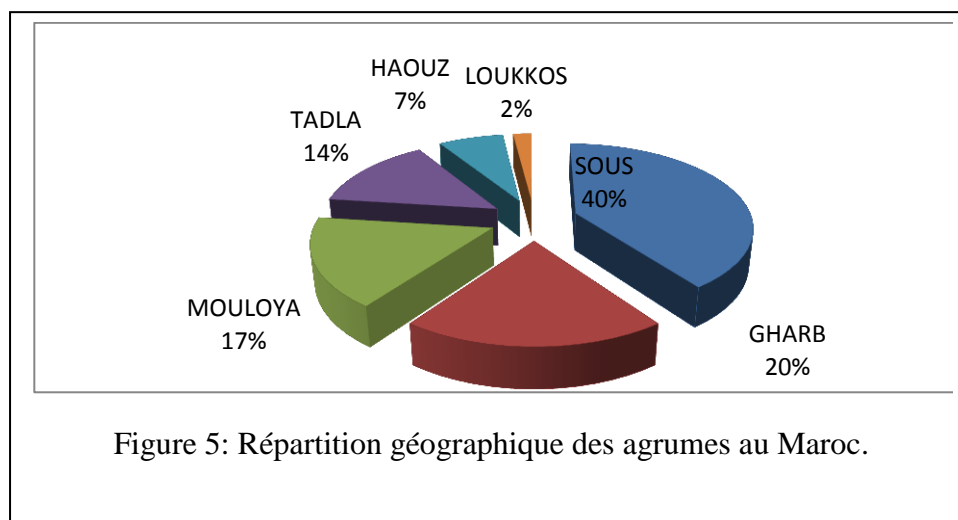


### I.5.2. Rendement

Le rendement moyen en (2011/2012) est de l'ordre de 21 tonnes/Ha. Au cours des 15 dernières années, il est passé de 17 à 21 t/ha (4 tonnes de plus). Ceci est le résultat de l'amélioration variétale, du rajeunissement du verger et du passage à l'irrigation localisée (MAPM, 2013).

### I.5.3. Régions agrumicoles

Les agrumes couvrent présentement une superficie globale de 120 000 ha. Répartie entre cinq grandes régions agrumicoles: la région de Sousse/Massa occupe 33 027.9 Ha de la superficie totale agrumicole, suivi par la région du Gharb qui occupe la deuxième du royaume avec 16 122.9 Ha, la région orientale de Moulouya avec 13716.4 Ha, Tadla 11460.7 Ha et Haouz 5936.6 Ha .le reste de la superficie soit 2% étant placé dans des régions telles que khémisat et Taounate (Fig 5).



### I.6. Variétés

Le matériel végétal est très diversifié. Au sein des grands groupes tels que les Navels, les Valencia Late et les Clémentines, des mutations spontanées ont été sélectionnées pour des caractères spécifiques qui apportent un progrès sensible au niveau de la qualité ou du rendement. Ainsi par exemple à côté de Washington Navel, on trouve Nevelina et Newhall, deux Navel précoces et Navelate, une Navel tardive. Cadoux, Carte Noire, G. Pourreron,

Caffin, Nour sont toutes des sélections marocaines de clémentinier. En matière de citronnier, on trouve Eureka, Lisbonne, Santa Teresa mutant de Feminnello etc...

Le porte-greffe le plus utilisé au Maroc est le bigaradier qui présente une bonne résistance à la gommose, une compatibilité satisfaisante avec les grandes variétés commerciales, une production abondante de fruit de qualité. Malheureusement, c'est un porte-greffe très sensible à la Tristeza, une maladie à virus qui sévit dans plusieurs pays méditerranéens en particulier en Espagne. Ce pays a d'ailleurs complètement supprimé le Bigaradier de ses cultures d'agrumes. Les porte-greffes de remplacement sont les Citrange Troyer et Carrizo, les deux tolérants à la Tristeza (El Macane *et al.*, 2003).

## **II. Situation phytosanitaire des agrumes au Maroc**

### **II.1. Contraintes du secteur agrumicole au Maroc**

Malgré l'importance du secteur des agrumes dans l'économie nationale et de son intérêt particulier, ce secteur est touché depuis quelques années par des sérieux problèmes (Smaili, 2008) qui limitent son développement et qu'on peut les résumer dans les points suivants :

Φ Problèmes liés à la commercialisation ;

Φ Problèmes liés aux exigences du marché extérieur tant en ce qui concerne le calibre, les résidus et la forme de présentation des fruits ;

Φ Problèmes liés à la disponibilité de Main d'œuvre ;

Φ Problèmes liés aux stress biotiques et abiotiques ;

Φ Problème liés aux choix du porte greffe, association variétale (pour chaque région);

Φ Problème liés à la complexité des statuts fonciers ;

Φ Les taux élevés des écarts de triage au niveau des stations de conditionnement : (variables selon les conditions climatiques de la campagne, les zones de production et les variétés) ;

Φ Nombre de traitements chimiques souvent trop élevé et par conséquent un coût de production élevé (la part de post phytosanitaire s'élève de 25% jusqu'à 30% des charges globales de l'exploitation);

Φ Menace du développement de Tristeza (CTV) : Le porte-greffe le plus utilisée au Maroc (Bigaradier) est très sensible à la Tristeza;

Φ Menace de l'apparition du puceron vecteur de la maladie CTV (*Toxoptera citricida*)

Φ Menace du greening (Huanglongbing ou citrus greeningdisease) et son vecteur le psylle africain des agrumes *Trioza erythrae*.

Φ Menace de la maladie causée par la bactérie *Xylella fastidiosa* (les agrumes représentent un deuxième hôte potentiel après l'olivier).

Φ Problèmes liés aux ravageurs, maladies virales, cryptogamiques et aux marbrures.

## **II.2. Situation actuelle des ravageurs associés aux agrumes au Maroc**

Le Maroc, par sa position géographique ainsi qu'à la diversité de ses cultures et l'importance des échanges de matériel végétal avec les pays riverains et éloignés, est constamment menacé par l'introduction de ravageurs redoutables à son patrimoine agrumicole. Cependant, le potentiel faunistique paraît très restreint en comparaison avec d'autres pays. La majorité de ces espèces de ravageurs réels ou potentiels se rattachent principalement à l'ordre des hémiptères, les acariens, néanmoins les diptères, les lépidoptères dont les principaux sont énumérés sur le tableau 1.

Tableau 1: Principaux ravageurs des agrumes au Maroc (Abassi, 1975 ;1980 &1990 ; Smaili *et al.*, 2004; Benziane, 2003).

<b>Affiliation taxonomique</b>	<b>Espèces</b>	<b>Nom commun</b>
<b>Hemiptera:</b>		
Diaspididae	<i>Aonidiella aurantii</i> Maskell (1878)	Pou de californie
	<i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas(1853)	Pou noir
	<i>Lepidosaphes beckii</i> Newman (1869)	Cochenille virgule
	<i>Parlatoria pergandii</i> (Comstock, 1881)	Pou gris
Coccidea	<i>Coccus hesperidum</i> Linneus (1758)	Cochenille plate de l'oranger
Aleurodidae	<i>Paraleyrodes minei</i> Iaccarino (1989)	
	<i>Aleurothrixus floccosus</i> Maskell (1895)	Mouche blanche floconneuse
	<i>Dialeurodes citri</i> Ashmead (1885)	Mouche blanche des citrus
Aphididae	<i>Aphis spiraecola</i> Patch (1914)	Puceron vert de l'oranger
	<i>Toxoptera aurantii</i> Boyer (1841)	Puceron noir de l'oranger
Pseudococcidae	<i>Planococcus citri</i> Risso (1813)	
Cicadellidae	<i>Empoasca sp.</i>	
<b>Lepidoptera:</b>		
Gracillaridae	<i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (1856)	Mineuse des agrumes
<b>Diptera</b>		
Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann (1824)	Cératite
<b>Acariens</b>		
Tetranychidea	<i>Panonychus citri</i> MC Gregor (1919)	Acarien rouge des agrumes
	<i>Tetranychus urticae</i> Koch (1836)	Acarien jaune
	<i>Eutetranychus orientalis</i>	Acarien jaune oriental
<b>Gastéropode</b>		
helicidae	<i>Theba (Helix) pisana</i> Mueller (1774)	Escargot blanc
	<i>Eobonia vermiculata</i>	
	<i>Helis spp.</i>	Escargot gris

## Chapitre II : Importance des cochenilles Diaspines et des acariens tétranyques en vergers d'agrumes

### I. Introduction

Les cochenilles diaspines comptent près de 8000 espèces mondialement (Scalenet, 2013), Elles se présentent sous l'aspect de petites croûtes arrondies ou allongées facilement décollables à l'ongle. Les femelles sont dépourvues d'ailes, elles peuvent avoir ou non des pattes sans distinction entre la tête, le thorax et l'abdomen. Les mâles ressemblent à des insectes classiques, ailés et pourvus de pattes développées et un corps bien segmenté. Les cochenilles secrètent une matière cireuse de protection qui prend l'aspect d'un bouclier, d'une carapace ou d'un revêtement cotonneux. Les cochenilles passent par trois stades de développement: l'œuf, la nymphe qui est mobile et l'adulte. La femelle adulte peu mobile se fixe sur l'épiderme de la plante afin de se nourrir puis pond de nombreux œufs très petits. Les œufs sont pondus sous le bouclier, sous le corps de la femelle ou encore groupés dans un ovisac (selon l'espèce). Malgré la diversité de leurs formes et de leurs cycles de vie, ce sont tous des insectes piqueurs-suceurs. Le classement taxonomique des cochenilles est comme suit :

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Superfamille : Coccoidea

Famille : Diaspididae

Genre : *Parlatoria*

En plus du pou de Californie, les espèces les plus redoutables sur agrumes appartenant à ce genre *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) et *Parlatoria pergandii* (Comstock, 1881).

## II. Cochenille noir

### II.1. Morphologie

Le bouclier est de couleur noir brillant (tache noir), de petite taille (0,6 à 0,75 mm x 1,25 à 1,4 mm pour les adultes). Une identification précise nécessite l'examen au microscope. Les femelles adultes sont relativement faciles à distinguer de celles des autres espèces du Genre *Parlatoria* par la présence d'un lobe en forme d'oreilles au niveau de la tête (CABI, 2001).



Figure 6: Femelle adulte de *P.ziziphi* (Cabi, 2001).

### II.2 Gamme d'hôtes

*Parlatoria ziziphi* peut infester plusieurs genres d'agrumes : l'Oranger, le Citronnier, le Calamondin, le Pamplemoussier, le Bigaradier, le Mandarinier, le Lime, le Pomelo, le Cédriatier, le Poncirier, le Kumquat. C'est un ravageur polyphage. On le trouve aussi notamment sur les genêts, les acacias, le robinier et les Pittosporum, le murier, les Rutacées (CABI, 2001).

### II.3. Dégâts

La cochenille *P. ziziphi* affecte les jeunes pousses, les feuilles et les fruits (Blackburn & Millert, 1984). Les prélèvements de sève conduisent à une diminution de la vigueur de l'hôte, le dépérissement des brindilles, et la déformation des fruits (Podsiadlo & Bugila, 2007). Le feuillage et les fruits peuvent montrer des décolorations jaunes; ces symptômes peuvent être



confondus avec ceux occasionnés par d'autres cochenilles (Praloron, 1971). De sévères infestations peuvent causer la chute prématurée des feuilles et des fruits (Quilici, 2003). Les feuilles sont les sites d'alimentations préférées, mais les fruits et les branches sont également attaqués

#### **II.4. Cycle biologique et écologique**

Cette cochenille est biparentale et ovipares, le cycle de vie complet prend 30 à 40 jours en conditions favorables (Monastero, 1962). Le moment le plus favorable pour l'augmentation de la population était Avril et Septembre. Le nombre d'individus a été très faible au cours de Janvier et Février. Le temps d'une seule génération est d'environ 62 jours à été observée sur orange-aigre au laboratoire (Stathas *et al.*, 2008). Praloron (1971) signale que la femelle de *P. ziziphi* pond de 10 à 20 œufs. Il y a 4 à 5 générations par an, parfois 6 à 7 dans les pays où les conditions sont favorables. Bien que le taux de multiplication soit très faible, cet insecte est un ennemi sérieux des agrumes. En conditions contrôlées, la période d'incubation la plus courte (4,4 jours) est enregistrée à 27°C et pour une humidité relative (HR) de 65%.

Dans des conditions naturelles de températures (8,4 - 34,6°C), la période d'incubation varie de 5,4 à 12,1 jours. En fonction de la saison, le stade de l'œuf dure 2-4 jours, le premier stade (L1) 6-13 jours, le deuxième stade (L2) de 13 à 30 jours, et l'adulte vit de 11 à 24 jours, la période de ponte dure de 7 à 18 jours (Chang et Huang, 1963. Au Brésil, *P. ziziphi* sur Citrus est moins affectée par une faible température et faible humidité que son concurrent, *Selenaspidus articulatus* (Watanabe *et al.*, 2000a).

Les cochenilles se déplacent peu d'elles-mêmes sinon sur l'arbre. Tant qu'elles ne se sont pas fixées sur un support végétal (au stade L1 mobile), elles peuvent être véhiculées par le vent ou sur des animaux. A plus grande échelle, la dissémination se fait par le transport de matériel végétal infesté (CABI, 2001).

Une température chaude et un taux d'humidité élevé accélèrent le rythme du cycle biologique. Le fait de pulvériser régulièrement de l'eau sur le feuillage accentue le phénomène.

## **II.5. Méthodes de lutte**

Pour lutter contre les infestations de *P. ziziphi* sur les agrumes, la lutte biologique est souvent la plus utilisée car c'est la cochenille la plus difficile à combattre chimiquement à cause de très forte adhérence sur les feuilles et les fruits et de sa résistance aux produits chimiques.

### **II.5.1. Surveillance**

La petite taille de cette cochenille, sa couleur noire et son bouclier aplati contre le support peuvent la rendre difficile à voir, sauf si elle est présente en grand nombre (CABI, 2001). Les femelles sont pourtant bien visibles sur un feuillage pale ou des fruits de couleur claire comme les oranges ou les citrons mais peuvent être facilement confondues avec les poussières sur fond sombre (CABI, 2001).

### **II.5.2. Lutte chimique**

Actuellement les pulvérisations d'insecticides (Organophosphorés ou huiles blanche de pétrole) sont fréquemment utilisées contre les cochenilles Diaspines en agrumiculture (Abbassi *et al.*, 1998). Néanmoins, l'utilisation abusive de ces pesticides pourrait produire plusieurs effets néfastes. La période d'intervention par des pesticides se situe au moment des essaimages des larves qui sont les stades les plus sensibles du ravageur vis-à-vis aux traitements (non protégées par le bouclier). En Chine, *P. ziziphi* a été combattue d'une manière efficace grâce à diverses matières actives comme l'Ométhoate, le Chlorpyrifos, le Quinalphos, le Lambda-cyhalothrine, le Fenvalérate ou Cyperméthrine (Huang *et al.*, 1988). En Floride, l'utilisation des huiles diméthoate ont été très efficaces (Dekle, 1976). Des traitements inconsidérés, néfastes à la faune auxiliaire peuvent favoriser *P. ziziphi*, il faut donc veiller à une application raisonnée des insecticides contre les autres ravageurs des agrumes (Huang *et al.*, 1988).

### II.5.3. Lutte biologique

#### Ennemis naturels:

La coccinelle *Chilocorus bipustulatus* : est une espèce coccidiphage, polyphage répandue dans tout le bassin méditerranéen. Elle s'alimente essentiellement aux dépens des cochenilles Diaspines (20 à 40 cochenilles par jour) inféodées aux arbres surtout aux rosacées (*Oceanaspidiotus sp.*, *Pseudaulacaspis sp.* et *Parlatoria sp.*) et aux dépend des larves mobiles des Lecanines . Les larves de ce prédateur se nourrissent également de *P. ziziphi* (BICHE, 2012). Au Maroc, elle est observée sur *P.pergandii*, *P. ziziphi* et *L beckii* et *A.aurantiitii* à BelKsiri, Sidi Sliman, Rabat et Kénitra (Smaili *et al.*;2013)

*Coniopteryx sp*: c'est une espèce appartenant à l'ordre des Neuroptera (*Coniopteryx sp.*) et à la famille des Coniopterygidae (fig. 18), qui vit sur *P.ziziphi* (Biche, 2012).

*Chilocorus kuwanae*: attaque les nymphes et les adultes de *P. ziziphi* en Chine (Rosen, 1990).

*Leptodiplosis aonididiellae*: attaque les nymphes et les adultes au Maroc) (Rosen, 1990).

*Encarsia citrina*: attaque les nymphes, adultes, en Algérie, China, Hawaii, Egypt (Rosen, 1990).

*Exochomus quadripustulatus* (Coleoptera :Coccinellidae): C'est une espèce indigène Observée sur *A. aurantii*; *L. beckii*, *P. pergandi* et *P. ziziphi*, à Larrache, Sidi Slimane et Kenitra (Smaili *et al.*; 2013).

### III. Cochenille violette

#### III.1 Morphologie

Le bouclier des femelles mesure 1 à 2mm de long. Il est gris-brun, circulaire à ovale, plat ou légèrement convexe, tandis que le bouclier des mâles, de couleur brun-clair, ne mesure que 1mm de long. Le stade larvaire est brun jaunâtre et ovalaire (Miller & Davidson, 2005).



Figure 7: Cochenille violette (femelle adulte).

### III.2. Dégâts

*Parlatoria pergandii* est listée comme un sérieux ravageurs dans le monde (Miller & Davidson, 1990). Depuis les années 1970, elle est devenue l'un des principaux ravageurs dans tous les domaines producteurs d'agrumes dans les pays méditerranéens (Chao & Zeng 1997). De fortes infestations peuvent causer des problèmes de croissance de l'arbre, une décoloration du feuillage, la formation des tâches sur les fruits, des flétrissements, des chutes prématurées des feuilles ou la mort des arbres atteints (Walker & Deitz, 1979).

Sur les agrumes, *P. pergandii* a une préférence pour les sujets de 10 ans ou plus, les branches et les troncs sont colonisés en premier puis les générations suivantes infestent les jeunes pousses et les fruits, les fortes infestations entraînent une production de gomme, des craquements de l'écorce et la mort des branches infestées et parfois des arbres (Bodenheimer, 1951).

### III.3. Gamme d'hôtes

La cochenille *P.pergandii* est une espèce polyphage, signalée dans 36 familles végétales. Le genre citrus est l'hôte le plus préféré (Heu, 2002; Ben-Dov, 2010; Pellizzari & Germain, 2010).

### III.4. Cycle biologique

L'étude de la biologie de *P.pergandii* au laboratoire a montré que le cycle de développement de l'insecte, la durée de chaque stade, la fécondité, le rythme de ponte et le sex-ratio est largement influencé par la plante hôte. En effet, le cycle dure en moyenne 56.28 jours sur citron et seulement 45.33 jours sur courge. La fécondité est de 86 larves par femelle sur citron et 109 sur courge. Le nombre moyen de larve mobile émise par femelle par deux jours est de 6.05 sur courge et 4.13 sur citron (Jebbour & Abbassi, 2006). Autres études ont montrées que cette espèce à quatre générations annuelles au moyen orient, quatre en Floride et cinq à six générations en Australie

### III.5. Méthodes de Lutte

#### III.5.1. Lutte chimique:

En absence d'ennemis naturels, sprays insecticides sont souvent nécessaires. Deux traitements peuvent être appliqués en conformité avec le cycle de vie du parasite: le premier à la fin de mai / début Juin; le deuxième au début de Septembre. Les principaux insecticides de sprays utilisés sont: l'azinphos-méthyl, le chlorpyrifos, pirimiphos-méthyl et quinalphos. En Espagne, des études ont montrées que Chlorfenvinphos et quinalphos étaient les plus efficaces contre *P. pergandii*, donnant le contrôle de plus de 80% (Soto *et al.*, 1994; OEPP, 2004).

#### III.5.2. Lutte biologique:

##### Ennemis naturels

*Aphytis hispanicus*: attaque les œufs, les nymphes et les adultes, en Italie; Espagne; Israël; Chine; Mexique; USA, Texas; Caucase; Ghana et Maroc. (Rosen & DeBach, 1979).

*Aphytis melinus*: attaque les œufs, les nymphes et les adultes, en Inde, au Pakistan. Introduite en États-Unis (Californie), l'Afrique du Sud, l'Australie, l'Argentine, le Chili, Chypre, Israël, Italie. (Rosen & DeBach, 1979).

*Encarsia citrina* : attaque les nymphes et les adultes, au Japon, au Ghana. Introduite en USA; Australie; Bassin méditerranéen; inde; Italie, Indonésie (Bali), Tahiti, Fidji, les îles Cook et l'Afrique. (Rosen & DeBach, 1979).

*Aleurodothrips fasciapennis* : attaque les œufs, les nymphes et les adultes, en Indonésie. (Rosen & DeBach, 1979).

*Chilocorus bipustulatus* : attaque les nymphes et les adultes, en Israël, en Espagne, au Maroc et en Grèce. (Rosen & DeBach, 1979).

*Hemisarcophaga coccophaga* : attaque tous les stades en dehors des œufs en Israël. (Rosen & DeBach, 1979).

*Hyperaspis algerica* (Crotch 1874) (Coleoptera : Coccinellidae): C'est une espèce Introduite, Observée sur *L. beckii* et *P. pergandii* à Sidi Kacem (Smaili *et al.*; 2013).

*Pharoscymnus setulosus* (Chevrolat 1861) (Coleoptera :Coccinellidae): C'est une espèce Indigène. Observée sur *P. pergandii*, *L. beckii* et *A. aurantii* en 2011 à Tihli (Smaili *et al.*; 2013).

#### **IV. Importance des acariens tétranyques**

##### **IV.1. Nuisibilité des acariens sur agrumes**

Les acariens ne sont pas des insectes, ils appartiennent à l'embranchement des Arthropodes et à la classe des Arachnides. Ils possèdent généralement quatre paires de pattes au lieu de trois chez les insectes. Ils sont très petits (0,20-1mm de long) et souvent invisibles à l'œil nu. Ils ne possèdent ni ailes, ni antennes ; la tête, le thorax et l'abdomen sont fusionnés. Leur reproduction est ordinairement sexuée : ovipare ou vivipare. Ils possèdent un développement complexe passant parfois par 6 stades larvaires et 2-3Stades nymphaux ; leur développement est fortement favorisé par temps chaud et sec; Des fortes pluies réduisent rapidement leurs populations. Les larves, nymphes et adultes sont mobiles et se nourrissent en suçant le contenu cellulaire des organes attaqués entraînant la déformation, la décoloration, le brunissement des feuilles et l'affaiblissement généralisé de la plante.

## IV.2. Tétranyque jaune orientale

### IV.2.1. Classement taxonomique

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Chelicerata

Classe: Arachnida

Ordre: Acarina

Famille: Tetranychidae

Genre: *Eutetranychus*

Espèce: *Eutetranychus orientalis*



Figure 8: Mâle adulte et larve d'*E.orientalis* F. Leblanc, Cirad.

### IV.2.2. Morphologie

L'œuf est ovale ou circulaire et aplati, pointu dorsalement. Récemment pondus les œufs sont brillants et hyalins mais plus tard ils tournent à un jaune (Smith & Meyer, 1981). Le diamètre des œufs est de 0,14 mm. La taille moyenne des larves est de 190 x 120  $\mu\text{m}$ . La protonympe varie du marron pâle au vert clair, les pattes sont plus courtes que le corps, la taille moyenne: 240 x 140  $\mu\text{m}$ . La deutonympe est marron pâle à vert clair, la taille moyenne: 300 x 220  $\mu\text{m}$ . La Femelle adulte est grossièrement ovale, aplatie, variant en couleur du marron pâle au vert foncé en passant par un vert-marron, avec des points plus sombres sur le corps; les pattes sont à peu près de la même longueur que le corps et d'une

couleur jaune-marron, la taille moyenne est de 410 x 280 µm. Le mâle est beaucoup plus petit que la femelle, d'une forme triangulaire allongée, avec des longues pattes (les pattes faisant environ 1,5 fois la longueur du corps). Les soies corporelles sont courtes et ne peuvent être vues sans une loupe (Smith & Meyer, 1981; Dhooria & Butani, 1984).

#### **IV.2.3. Gamme d'hôtes**

*Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae) est un ravageur cosmopolite et très polyphage. Ce ravageur s'attaque à un grand nombre de cultures à environ 220 plantes hôtes (KLEIN, 1984) Les Citrus sont les principales plantes-hôtes d'importance économique. En Egypte, le citronnier (*C. limon*), le mandarinier (*C. reticulata*) et l'oranger (*C. sinensis*) sont attaqués de la même manière. Cet acarien a été recensé sur une vaste gamme d'autres cultures parmi lesquelles amandier (*Prunus dulcis*), bananier (*Musa parasidica*), cognassier (*Cydonia oblonga*), cotonnier (*Gossypium*), figuier (*Ficus carica*), goyavier (*Psidium guyava*), manioc (*Manihot esculenta*), mûrier (*Morus*), olivier (*Olea europaea*), papayer (*Carica papaya*), pastèque (*Citrullus lanatus*), patate douce (*Ipomoea batatas*), pêcher (*Prunus persica*), Plumeria, poirier (*Pyrus*), *Ricinus communis*, tournesol (*Helianthus annuus*). En Inde, sur les sept espèces recensées sur agrumes, seul *E.orientalis* est déclaré être un organisme nuisible important dans toutes les régions (Dhooria & Butani, 1984).

#### **IV.2.4. Dégâts**

L'acarien *E.orientalis* commence à se nourrir à la face supérieure de la feuille, le long de la nervure centrale puis se dispersent vers les nervures latérales, provoquant un début de chlorose des feuilles. Des rayures jaune pâle se développent le long des nervures. Lors d'infestations plus graves, les acariens se nourrissent et pondent sur toute la face supérieure des feuilles. Les infestations très graves sur agrumes provoquent un dépérissement des branches qui peuvent entraîner la défoliation des arbres. (Dhooria & Butani, 1984).

#### **IV.2.5. Cycle biologique et écologique**

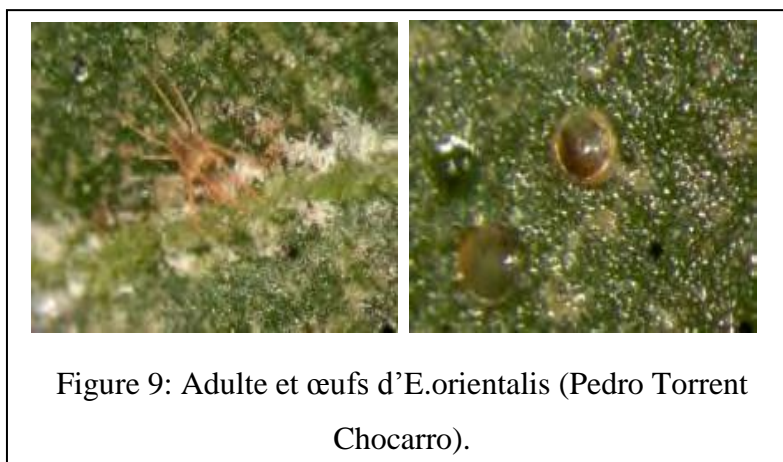
Le tétranyque jaune orientale est ovipares avec un cycle de vie achevé en quatre stade active (larve, protonympe, deutonympe et adultes) et trois étapes de repos



(nymphochrysalis, deutochrysalis et teleochrysalis) (Lal, 1977). Les œufs sont pondus à la face supérieure de la feuille, mais avec de fortes infestations, les œufs peuvent être trouvés sur la face inférieure (Smith *et al.*, 1997). *E. orientalis* dépose ses œufs le long des nervures des feuilles qui éclosent en 4 à 6 jours. Sur agrumes en Afrique du Sud, à 27°C et à une humidité relative de 45%, les femelles commencent à pondre, le long de la nervure principale à la face supérieure des feuilles, à un rythme de 6 œufs par jour. Les stades larvaires, protonymphale et deutonymphale durent chacun 1 à 2 jours. La durée du cycle biologique est de 10 à 12 jours en été; le mâle vit 7 à 8 jours, la femelle 8 à 11 jours, (Smith-Meyer, 1981). Alors qu'en Moyen Orient, les femelles pondent de l'ordre de 8 œufs par jour et que lors d'infestations graves, pendant l'hiver, les œufs sont pondus sur les deux faces de la feuille. (Jeppson *et al.*; 1975).

L'acarien *E. orientalis* commence à se développer quand la température dépasse les 10°C, et pour un bon développement le tétranyque rouge orientale exige 14 jours autour d'une température de 27°C. A l'est méditerranéen le ravageur à environ 20 générations (Marquez *et al.*, 2008).

Les tétranyques se dispersent par le vent et ceci est probablement le principal mode de dissémination d'*E.orientalis* au champ. Au cours d'échanges internationaux, ils peuvent être transportés sur des plants d'agrumes. Comme ils n'infestent pas les fruits, ceux-ci ne présentent un risque que s'ils sont accidentellement contaminés ou lors de transport des débris foliaires. Le développement peut avoir lieu entre 18 et 30°C et entre 35 et 72% d'humidité relative. (Jeppson *et al.*, 1975). La sensibilité du tétranyque rouge orientale au faible taux d'humidité et de températures peut restreindre la distribution potentielle de ces ravageurs (Smith *et al.*, 1997).



## **IV.2.6. Méthodes de lutte**

### **IV.2.6.1. Surveillance**

Une loupe suffit pour voir ces acariens. Les lieux à inspecter en priorité sont la nervure centrale en face supérieure des feuilles. La présence d'*E.orientalis* peut être détectée par une décoloration des feuilles et des stries jaune pâle le long des nervures médianes et des veines (Osman, 1976).

### **IV.2.6.2. Lutte chimique**

C'est actuellement la méthode la plus utilisée pour intervenir contre les pullulations de Tetranychidae. Les traitements ne devraient être entrepris qu'au-delà d'un seuil d'infestation déterminé par l'échantillonnage. Le seuil critique d'infestation est estimé à 80% de feuilles attaquées, mais étant donné qu'il est plus faible sur les jeunes plantations, on préfère retenir la valeur de 50 % de feuilles attaquées pour la période qui va de l'apparition des boutons floraux au premier stade de la maturation des fruits (Wilson *et al.*, 1991). Parmi les acaricides qui sont utilisés couramment contre *E.orientalis* et d'autres tétranyques des agrumes, la flubenzimine et l'ométhoate ont donné des bons résultats en Jordanie (Sharaf, 1989). A Taïwan, le cyhéxatin est utilisé pour lutter contre l'acarien sur carambole (Chang & Leu, 1986). Sur neuf pesticides testés en Inde, le dicofol (0,025%) et le soufre (0,15%) ont été les plus efficaces contre *E. orientalis* (Deshpande *et al.*, 1988).

### **IV.2.6.3. Lutte biologique**

Les tétranyques sont attaqués par un grand nombre de prédateurs qui sont soit des insectes, soit d'autres acariens: Les insectes appartiennent aux ordres des Coléoptères, des Thysanoptères, des Diptères, des Hémiptères, des Neuroptères et des Dermaptères. Seuls les trois premiers ordres comprennent en réalité des prédateurs spécifiques de ces acariens. Pour les Coléoptères, il s'agit de Staphylinidae du genre *Oligota* (une dizaine d'espèces citées par Chazeau, 1985 tel que *Oligota flavicornis* ) ou de Coccinellidae du genre *Stethorus* (une trentaine d'espèces citées par Chazeau., 1985). Ces insectes prédateurs sont relativement indifférents à la plante hôte et leur faculté de voler leur permet d'intervenir sur de fortes concentrations de tétranyques (Wilson *et al.*,1991).

Au maroc L'acarien phytoséiide, *Euseius scutalis* a pu maintenir *E.orientalis* à des niveaux de populations inférieurs au seuil économique (Smaili *et al.*; 2013). En Israël, *Amblyseius rubini* et *Euseius hibisci* se reproduisent lorsqu'ils sont élevés sur *E.orientalis* qui était le tétranyque préféré (Gerson *et al.*, 1979). *Neoseiulus californicus* (Acarina: phytoseiidea) est observée sur agrumes à Beni Mellal. (Smaili *et al.*; 2013).

### IV.3. Acarien rouge des agrumes

#### IV.3.1 Classement taxonomique

Embranchement: Arthropoda

Classe: Arachnida

Ordre: Acarina

Famille: Tetranychidae

Genre: *Panonychus*

Espèce: *Panonychus citri*



Figure 10: *Panonychus citri* sur feuille d'agrume.

#### IV.3.2. Morphologie

*Panonychus citri* ressemble beaucoup à *Panonychus ulmi* mais chez le premier, les extrémités du corps sont rouges alors qu'elles sont blanches chez *P.ulmi*, les œufs diffèrent également. La femelle adulte mesure 0.5 à 0.6 mm de long; le corps est rouge violacé plus ou moins foncé. Nettement arrondi, avec des soies robustes portées par des tubercules pales. Le mâle adulte est similaire à la femelle mais plus petit, mince et aux tubercules mois

remarquables. L'œuf est rouge vif et plus ou moins sphérique. La larve est rouge foncé avec trois paires de pattes. La Nymphe est rouge brique avec quatre paires de pattes (Bedford *et al.*, 1998 ; CABI, 2001).

#### IV.3.3. Gamme d'hôtes

**Hôtes primaires:** *Citrus deliciosa*, *Citrus limon*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus unshiu*.

**Hôtes secondaires:** *Averrhoa carambola*, *Carica papaya*, *Eriobotrya japonica*, *Fragaria* sp., *Malus pumila*, *Manihot esculenta*, *Morus rubra*, *Osmanthus fragrans*, *Prunus dulcis*, *Prunus laurocerasus*, *Prunus persica*, *Pyrus communis*, *Ricinus communis*, *Rosa* spp., *Vitis vinifera*, *Ziziphus mauritiana*.

**Hôte sauvage:** Arbres et arbustes feuillus, *Ilex crenata*

**Plantes Hôtes au Maroc:** elles sont des citrus notamment le citronnier, le pamplemoussier, l'oranger et le mandarinier (El macane *et al.*, 2003).

#### IV.3.4. Dégâts

L'acarien rouge des agrumes se nourrit préférentiellement sur la face supérieure des jeunes feuilles plutôt que sur les tiges vertes ou les fruits. Ces acariens causent une décoloration évidente des feuillages qui vire à l'argenté, au jaune ou se couvre de taches; ces attaques peuvent aboutir à une chute prématurée des feuilles, tout particulièrement en situation de stress hydrique. Des infestations massives affaiblissent les plantes hôtes et peuvent aller jusqu'à tuer les jeunes pousses (Davidson & Lyon, 1987). Ces symptômes ressemblent à ceux causés par *E.orientalis*. Les fruits présentent le même genre de symptômes, qui leur donnent une apparence pâle. S'ils sont attaqués prématurément (ce qui est le plus fréquent), ils présenteront à maturité un aspect normal ; si par contre ils sont attaqués une fois mûre, les taches persistent.

Les symptômes sont fortement accentués par 3 facteurs principaux :

- ☼ Infestations importantes,
- ☼ Conditions climatiques sèches (taux d'humidité faible),
- ☼ Faible humidité foliaire due à divers facteurs (sécheresse, mauvais système racinaire...).

La combinaison de ces 3 facteurs peut provoquer la chute des feuilles avec toutes les conséquences physiologiques: chute de l'activité photosynthétique, mort des rameaux, mauvaise qualité et chute des fruits (Bedford *et al.*, 1998).

#### **IV.3.5. Cycle biologique et écologique d'Acarien rouge des agrumes**

Les femelles adultes pondent en moyenne entre 20 à 50 œufs à raison de 2 à 4 œufs par jour. Ils sont pondus d'une manière isolée sur les feuilles, sur la face supérieure et préférentiellement le long de la nervure centrale, Ils éclosent au bout d'une à trois semaines, selon la température et l'hygrométrie (CABI, 2001). Les stades immatures s'alimentent pendant environ deux semaines avant de se transformer en adultes, la reproduction se poursuit tout au long de l'année, étant la plus active autour 25°C. Toutefois, selon Van Rooyen (1966), la fécondité moyenne ne serait que de 0,3 à 11 œufs par mois. La fécondité est donc sans doute très variable, en fonction de divers paramètres (T°, humidité.....). Certaines femelles pondent des œufs non fécondés donnant des mâles (parthénogénèse arrhénotoque) (Bedford *et al.*, 1998). A 35°C, les mâles meurent et à 40°C, tous les stades actifs de l'acarien meurent (Keetch, 1968).

Le développement larvaire se fait en 3 étapes ponctuées chacune par un stade immobile (de couleur blanche) pendant lequel s'opère la mue. Le premier stade est le stade larvaire: la larve déambule sur la plante mais ne se nourrit apparemment pas. La protonymphe (2ème stade), la deutonymphe (3ème stade) et l'adulte se nourrissent en pratiquant des piqûres dans le végétal (CABI, 2001). Le temps de développement de l'œuf à l'adulte varie en fonction de la température et de l'humidité et est en moyenne de 11 jours à 25°C et 50 à 70 % HR. Il peut y avoir jusqu'à 16 générations par an dont 10 à 11 pendant le printemps et l'été (CABI, 2001).

Comme d'autres acariens, *P. citri* est adapté à la dissémination par le vent. En effet, les femelles peuvent se laisser pendre au bout d'un fil qu'elles ont au préalable sécrété et attaché au bout d'une feuille ou d'un rameau ; lorsque le vent est assez fort, il détache le fil et l'emporte avec l'acarien vers un autre arbre ou un autre verger (Bedford *et al.*, 1998). En outre, L'acarien peut aussi être transporté involontairement par les ouvriers agricoles ou sur les machines agricoles (Bedford *et al.*, 1998).

Des fortes températures et une humidité relative très basse freinent le développement de cet acarien (Jeppson *et al.*, 1975). Cet acarien préfère des conditions de température et d'humidité moyennes (Bedford *et al.*, 1998).

### **IV.3.6. Méthodes de lutte**

#### **IV.3.6.1. Surveillance**

Pragmatiquement, le suivi visuel des acariens tétranyques constitue le seul moyen fiable d'évaluation des populations et du degré d'infestation des vergers d'agrumes. Il concerne à la fois les acariens phytophages et leur prédateurs, il est réalisé la plupart du temps sur place des feuilles ayant atteint 50 à 100% de leur développement.

#### **IV.3.6.2. Lutte culturelle**

Les dégâts occasionnés par *P.citri* sont plus sévères lorsque les plantes sont soumises à un stress hydrique ; il semble donc important d'irriguer les vergers avant que les arbres ne se retrouvent en manque d'eau (Hare *et al.*, 1992). Ainsi le travail du sol et la destruction des mauvaises herbes sur lesquelles se réfugient certaines espèces polyphages telles que l'acarien *P.citri* permettent de réduire significativement les attaques de ce ravageur. Une fertilisation équilibrée confère à l'arbre une vigueur satisfaisante capable de limiter l'action de certains acariens phytophages.

#### **IV.3.6.3. Lutte chimique**

L'application de pesticides peut aggraver les dommages économiques causés par l'acarien d'une part en décimant les populations d'auxiliaires et d'autre part en induisant l'apparition de phénomènes de résistance dans les populations de l'acarien. En Afrique du Sud, la lutte chimique contre *Aonidiella aurantii* a provoqué des infestations secondaires de *P.citri* qui est de ce fait considéré comme un ravageur important sur Citrus ; après l'allègement du calendrier de traitements chimiques, l'acarien n'a plus posé de problèmes (Bedford *et al.*, 1998). Après une étude de 4 ans sur Citrus en Californie, Hare *et al.* (1992) ont démontré que le seuil de dégâts économiques utilisé pour déclencher les traitements (2 femelles adultes par feuilles) était trop bas ; une moyenne de 10 femelles par feuille peut être tolérée.

Les traitements réalisés avec les huiles blanches constituent un très bon traitement acaricide aussi bien sur les formes mobiles que sur les œufs tout en étant peu agressif sur la faune auxiliaire. Les travaux réalisés par le SASMA en 1996 au Maroc, ont montré que les

applications à base d'huiles (au moins 1%) contre *P.citri*, avec un contrôle judicieux des adventices permettent une protection efficace pendant toute la campagne.

#### **IV.3.6.4. Lutte biologique**

Les ennemis naturels sont en général suffisamment efficaces pour réguler les populations de *P.citri*:

***Euseius stipulates***: C'est un prédateur efficace de *P.citri* en vergers d'agrumes au Maroc (Smaili *et al.*; 2013), il a été introduit aux Etats Unis en 1971 et s'y est établi. Ce Phytoseiidae est très efficace lorsque les populations de *P.citri* ne sont pas trop importantes mais peut se retrouver insuffisant dans le cas contraire (Mc Murtry *et al.*, 1992).

***Stethorus tridens***: Récemment Reyes a détecté son activité prédatrice sur *P.citri* et *Tetranychus urticae* (Reyes *et al.*, 2010).

***Euseius rubini***: Dans la région de Haouz ce ravageur à réaliser une prédation sur *P.citri* très satisfaisante et donc il a été noté comme un entomophage très important à ce phytophage.

***Amblyseius californicus***: se nourrit principalement de tétranyques tisserands, mais aussi d'autres acariens nuisibles, comme l'araignée rouge (*Panonychus ulmi*), l'acarien rouge des agrumes (*Panonychus citri*), Le prédateur adulte vit environ 20 jours et pond des œufs pendant 14 jours (une moyenne de 3 œufs /jour). L'*A.californicus* adulte peut avaler 5 araignées rouges adultes par jour plus éventuellement quelques œufs et larves.

***Euseius tularensis*** : acariens rouges et thrips d'agrumes sont des proies communes (Swirski *et al.*, 1986).

#### **IV.4. Tétranyque jaune**

##### **IV.4.1. Classement taxonomique**

Embranchement: Arthropoda

Classe: Arachnida

Ordre: Acarina

Famille: Tetranychidae

Genre: *Tetranychus*

Espèce: *Teranychus urticae*





Figure 11: Femelle adulte et les œufs de *T.urticae* (F. Price).

#### IV.4.2. Morphologie

*Teranychus urticae* est de forme ovale peut être brun ou orange-rouge, mais une couleur verte, jaune-verdâtre est la plus commune. La femelle est d'environ 0,4mm de longueur avec un corps elliptique qui porte 12 paires de soies dorsales. Les Femelles d'hivernages sont orange au rouge-orange. Le contenu du corps (grandes taches sombres) est souvent visible à travers la paroi du corps transparent. Le mâle est elliptique et plus petit que la femelle. Les œufs, déposés sur la face inférieure des feuilles, sont ronds, d'un diamètre de 0,13mm. Au départ, ils sont transparents puis deviennent opaque-foncé et juste avant la sortie de la larve, virent au jaune palle. Il y a généralement trois stades larvaires. Durant le premier stade, la larve est incolore, elle possède des yeux rouge-foncé et 3 paires de pattes. Dès qu'elle est suffisamment nourrie, elle se repose sur une feuille avant de passer au deuxième stade larvaire, cette dernière possède 4 paires de pattes et sa couleur varie du vert pâle au vert foncé. Le troisième stade larvaire ressemble au stade précédent, mais la larve est légèrement plus grosse. Les adultes mesurent environ 0,5 mm et sont de couleur jaune-marron avec deux taches noir (Osborne 1991).

#### IV.4.3. Gamme d'hôtes

L'acarien *T.urticae* est un ravageur très polyphage et pouvant être hébergé par près de 200 espèces végétales. Il s'attaque notamment aux arbres fruitiers, légumineux, floraux et sauvages. Il est particulièrement redouté sur la Vigne, le Haricot, le Concombre, le Houblon, le Cotonnier, le Trèfle, le Tournesol, les arbres fruitiers (van de Vrie *et al.*, 1972;. Khanjani, 2005).



#### IV.4.4. Dégâts

Ces acariens en se nourrissant sur la face inférieure des feuilles, ils provoquent le jaunissement des feuilles, des Taches nécrotiques apparaissent sur les feuille, *T.urticae* endommage aussi les fleurs en provoquant un brunissement et flétrissement des pétales ressemblant aux poussières issus de brûlage (Johnson 1991). À la fin de l'été ces acariens provoquent d'énormes dégradation sur les fruits (Ansaloni *et al.*, 2008; Aucejo-Romero *et al.*,2004; Martinez-Ferrer *et al.*,2006).

#### IV.4.5. Cycle biologique et écologique

Les Femelles hibernent dans la litière du sol ou sous l'écorce des arbres ou des arbustes. Les femelles ayant hiverné quand les conditions deviennent favorables migrent sur les adventices ou autres plantes herbacées ou fruitières, après une période d'alimentation, y pondent un nombre élevé d'œufs, une centaine d'œufs à raison de 10 par jour, à tous les stades actifs, ce Tétranyque tisse à la face inférieure des feuilles des toiles soyeuses qui retiennent l'humidité et assurent une excellente protection de toutes les formes contre le vent, notamment les prédateurs et les traitements, Pour se nourrir, il pique les feuilles et aspire le suc cellulaire. Son développement est optimal entre 23 et 30°C et à une humidité relative inférieure à 50 %. Généralement 6 à 7 générations d'été (Osborne; 1991).

Le développement larvaire dure 16 jours à 20°C et 7 jours à 31°C. Les femelles qui hibernent. Elles reprennent leur activité en mars ou avril. Au-dessus de 20°C, le cycle de développement se déroule en moins de deux semaines et en dessous de 12°C, le développement de l'acarien est stoppé, ainsi qu'à des températures supérieures à 40°C, les adultes commencent à hiberner jusqu'à janvier. *T. urticae* se reproduit à travers l'arrhénotoquie , une forme de parthénogenèse où les œufs non fécondés se développent en mâles. Ils éclosent pour donnés des larves, puis deux étapes de nymphe qui se succèdent : une protonymphe, puis une deutonymphe, qui peut afficher des étapes de repos. Le tétranyque à deux points préfère le temps chaud et sec de l'été et l'automne, mais il peut se développer à n'importe quel moment de l'année, De façon générale il se développe lentement par période froide et lorsque les températures augmentent au printemps et en été, la population croît rapidement.

#### IV.4.6. Méthodes de lutte

##### IV.4.6.1. Lutte chimique

Le tétranyque à deux points développe une résistance à la plupart des acaricides après une utilisation prolongée. La plupart des acaricides ne sont pas efficaces sur les œufs. Par conséquent, deux ou plusieurs applications de l'acaricide seront tenus à intervalles de cinq jours pendant les intervalles d'été ou de sept jours au cours de l'hiver.

##### IV.4.6.2. Lutte biologique

Les ennemis naturels sont en général suffisamment efficaces pour réguler les populations de *T.urticae*:

***Amblyseius californicus***: c'est un Petit acarien de couleur jaune pâle, il est de forme ronde avec des pattes courtes, Le développement d'*A.californicus* dépend de la température, du type et de la disponibilité de la nourriture et de l'humidité ambiante. Il est actif de 8°C à 35°C. La durée de vie d'un adulte est d'environ 20 jours. Une femelle peut consommer plus de 150 proies sur une période de 16 jours.

***Metaseiulus occidentalis*** (Nesbitt) est un prédateur efficace d'araignées rouges sur cultures de plantes à feuilles caduques, À San Joaquin Valley en Californie (U.S.A.), ce prédateur est efficace, sur vergers d'amandiers et en vignobles, contre *T.urticae* (Koch) et *T. pacifialis* (McGregor),

***Phytoseiulus persimilis***: L'adulte se nourrit de tous les stades de *T.urticae*. La larve ne se nourrit pas. Il possède un cycle de développement plus court que celui de *T.urticae*. A 20°C, son cycle dure 7 jours (de l'œuf à l'adulte). Au Maroc elle est observée sur *T.urticae* à Sidi Slimane, Sidi Kacem et Sidi abdelaziz (Smaili *et al.*; 2013).

***Feltiella acarisuga***: C'est une cécidomyie dont la larve est prédatrice de *T.urticae*. Il est courant de la trouver spontanément dans les cultures durant l'été. Ce prédateur consomme 5 fois plus d'acariens que *P.persimilis* et il a une bonne capacité de dispersion.

***Stethorus tridens***: Récemment Reyes a détecté son activité prédatrice sur *P.citri* et *T.urticae* (Reyes *et al.* 2010).

• ***Euseius stipulatus***: (Athias-Henriot 1960) (Acarina:Phytoseiidae):C'est une espèce Indigène. Observée sur *T.urticae*, *T.cinnabarinus*, *P.citri* à Kenitra, Sidi Slimane, Belksiri, Sidi Kacem, Tazi, Sidi abdelaziz et Rabat (Smaili *et al.*; 2013). En Espagne *E.stipulatus* est l'espèce la plus tolérantes aux actions des produits chimiques, suivis par *N.californicus* et *P.persimilis* (Urbaneja *et al.*, 2014).

### **Chapitre III: Evaluation de l'effet du traitement foliaire tardif à base de spirotetramate sur les cochenilles diaspines *Parlatoria ziziphi* et *P.pergandii* sur agrumes dans la région du Gharb**

#### **I. Introduction**

Au Maroc, le secteur des agrumes revêt une grande importance pour le développement socio-économique avec une production estimée à 2,2 millions de tonnes par année (MAPM, 2011). Ce secteur génère annuellement une source de devise estimée à 3 milliards de Dhs et plus de 21 millions de journées de travail dont 12 millions au niveau des vergers et 9 millions au niveau de l'industrie de conditionnement et de transformation et des autres activités liées au secteur (MAPM, 2011). La productivité nationale par hectare reste encore faible en comparaison à celles atteintes par certains pays de l'Europe et de l'Amérique. De multiples contraintes contribuent à cette faiblesse, en particulier l'âge des plantations, le non maitrise de certaines techniques de production et les contraintes biotiques, notamment les ravageurs tels que la cératite, les cochenilles, la mineuse des agrumes, les acariens, le thrips, les escargots et les pucerons. Il est connu que les deux espèces comme *A.aurantii* et *P.pergandii*, sont des ravageurs d'importance économique pour plusieurs régions agrumicoles au Maroc. Dans les conditions marocaines, le contrôle chimique de ces deux ravageurs est souvent réalisé par l'application de deux principales matières actives, le chlopyriphos- Ethyl et le spirotétramate.

En plus de ces deux cochenilles, la pullulation de la cochenille noire *P.ziziphi* représente actuellement un sérieux problème pour certaines régions du Maroc. Cela est encore vrai pour la région du Gharb, où cette cochenille est devenue un ravageur d'importance économique ces trois dernières années. En, effet, il est souvent normal d'observer une grande pullulation sur feuilles d'agrumes durant la période automnale. Cette pullulation induit une grande infestation sur les fruits des variétés tardives comme les oranges en particulier la Valencia late. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour objectif d'évaluer l'effet de l'application foliaire du Spirotetramate sur les populations de la cochenille durant la période d'automne sur agrumes.

## II. Matériel et méthodes

### II.1. Région d'étude

Ce travail a été réalisé dans la commune Belksiri qui relève de la région du Gharb, caractérisée par un climat de type continental, avec une période sèche (Avril à Octobre) et une période relativement humide (Novembre à Mars). La pluviométrie de cette région est souvent irrégulière entraînant une moyenne annuelle variant de 300 à 565 mm avec en moyenne 60 jours de pluies par an. En été, la saison est chaude et sèche et la zone subit l'influence des vents d'Ouest-Est avec certaines périodes de Chergui, particulièrement aux mois, Mai, Juillet et Août, alors qu'en hiver, saison froide et pluvieuse, avec des valeurs modales en décembre (98 mm), novembre (90 mm) et janvier (82 mm). Les températures moyennes de Belksiri varient de 28 °C à 30 °C en été et entre 15 °C à 26 °C en hiver (ORMVAG, 2002).

### II.2. Parcelle d'étude

Cet essai a été mené dans une parcelle de 4 hectares plantés par la variété Valencia late greffé sur bigaradier avec un écartement (4x4 m) et dont la récolte est étalée de mai à Juin. Les arbres de cette parcelle sont âgés de 23ans, plantés sur un sol de type Dahs lourd et riche en argile (30 à 40% d'argile) et irrigués en goutte à goutte.



Figure 12: Parcelle d'essai 1 (Variété Valencia late BelKsiri 2015).

### II.3. Description du produit utilisé

Le Spirotetramate 150 OD (Oil Dispersion) est un régulateur de croissance des insectes (IGR), utilisé contre les insectes piqueurs-suceurs ravageurs des plantes cultivées. Il appartient à la famille des acides tétramique (Kétoénole) et agit par l'inhibition de la biosynthèse des lipides. Le Spirotetramate inhibe l'acétyl-CoA carboxylase, une enzyme clé de la biosynthèse des lipides et entraîne une diminution des taux de lipides chez les insectes (Hubner, 2008 et Kuhnhold et al., 2008).

### II.4. Description des traitements

Le verger a été arrangé et divisé en quatre parcelles dont chacune a reçu un traitement différent:

T1: Les arbres sont traités par le spirotetramate à une dose de 25cc/hl.

T2: Les arbres sont traités par le spirotetramate avec une dose de 30 cc/hl.

T3: Les arbres sont traités par le spirotetramate avec une dose de 40cc/hl.

T0: Les arbres sont traités uniquement par l'eau.

Une seule application du traitement foliaire, réalisée le 28/10/2014 a été effectuée avec un atomiseur tracté muni d'une citerne de 1600 L. La pression de pulvérisation est de 45 bars débitant 6 litres de bouillie par arbre, permettant le mouillage de toutes les parties de l'arbre.



Figure 13: Atomiseur tracté utilisé pour la réalisation des traitements.

## **II.5. Echantillonnage et évaluation**

Les deux ravageur *P.ziziphi* et *P.pergandii*, ont été récupérés à partir des feuilles âgées de trois mois, infestées et prélevées d'une manière aléatoire pour chaque parcelle à raison de 12 à 15 feuilles par arbres, soit un total de 20 à 25 arbres par parcelle. Le prélèvement des feuilles a été effectué sur les quatre orientations cardinales de l'arbre. Les échantillons ont été mis dans des sachets en plastique référencés et ramener au laboratoire pour une observation et un comptage plus précis. Les relevés ont eu lieu le 05/03/2015, 12/03/2015, 19/03/2015, 26/03/2015, 03/04/2015, 10/04/2015, 24/04/2015 et 06/05/2015.

Les cochenilles vivantes, mortes et parasitées (larves, femelles et males) ont été dénombrées pour chaque parcelle. Sous la loupe binoculaire nous avons compté 200 individu pour chaque espèce à raison de 3 répétitions, et nous avons noté le taux de survie de mortalité et de parasitisme pour les 2 espèces *P.pergandii* et *P.ziziphi*.

Au cour de période de la récolte, un autre relevé concernant les fruits a eu lieu le 12/05/2015. Pour chaque parcelle et durant cette période, l'effectif des cochenilles occupées pour chaque fruit à raison de (200 individu avec 4 répétitions) a été dénombré.

## **II.6. Analyse statistique**

Les traitements statistiques des donnés ont été réalisé par l'analyse de variance (Anova) à un seul facteur (Traitement).

Par la suite un test de comparaison des moyennes a été fait chaque fois qu'il y avait un effet significatif du facteur étudié

L'analyse statistique à été réalisé par le programme SPSS 20.

### III. Résultats

#### III.1. Cas du pou noir *P.ziziphi*

##### III.1.1. Evolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late

L'évolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 15 et 16. L'analyse de la variance montre que le facteur traitement a un effet hautement significatif sur les larves vivantes (Anova,  $F=5.897$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). Le témoin a montré un pourcentage de survie supérieur par rapport aux autres parcelles traitées par le spirotetramate qui semblent être identiques. Ce produit a permis une augmentation de la population larvaire morte par rapport au témoin non traité durant le mois de mars. Toutefois, au mois d'avril on constate une baisse de taux de mortalité pour les différentes doses.

La figure 17 montre l'effet des différentes doses appliquées sur les larves de la cochenille noire. Au niveau du témoin, le pourcentage des larves mortes a été inférieur par rapport à ceux des autres traitements. Alors que celui des larves vivantes a été inférieur sur les trois doses appliquées par rapport au témoin.

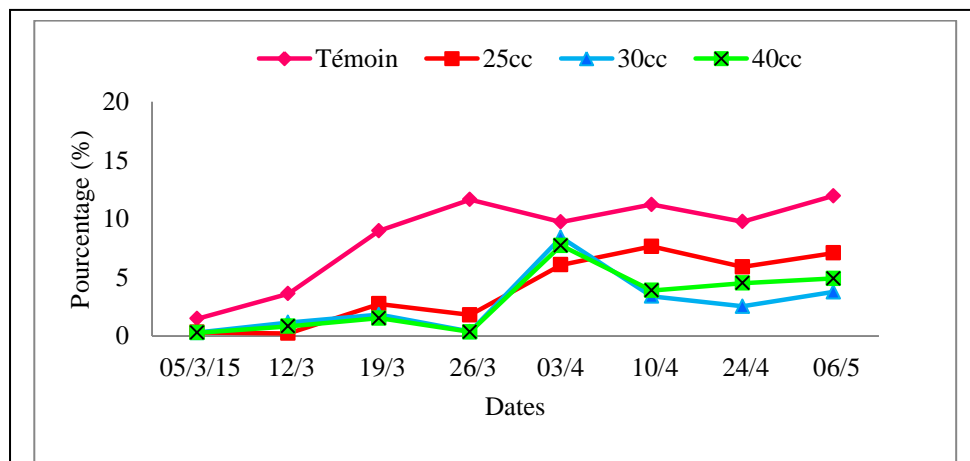


Figure 14: Evolution du pourcentage des larves vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

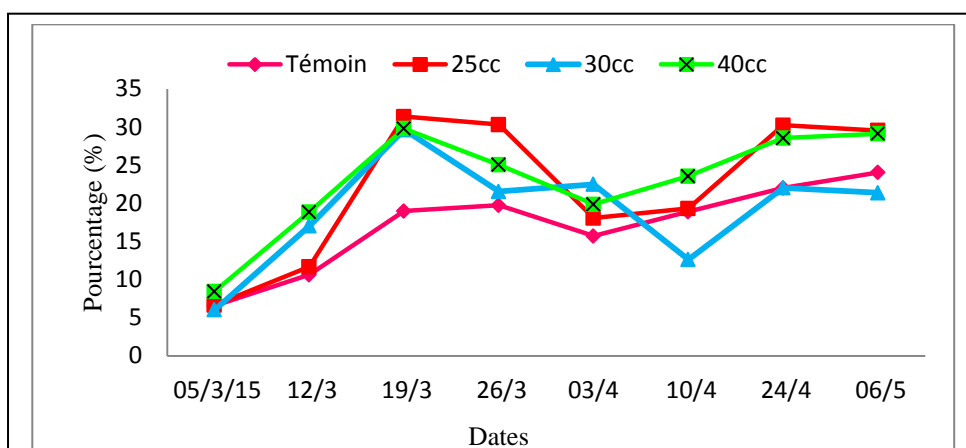


Figure 15: Evolution du pourcentage des larves mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

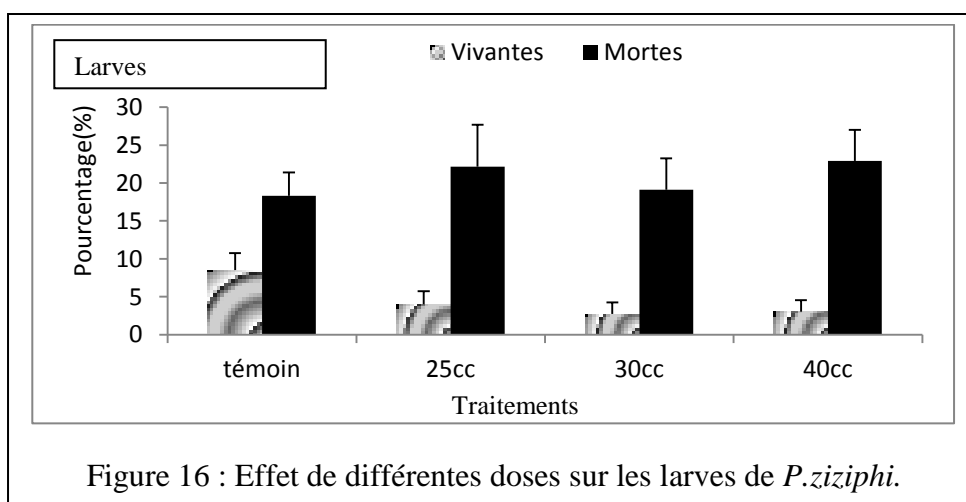


Figure 16 : Effet de différentes doses sur les larves de *P.ziziphi*.

### III.1.2. Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late

La variation du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes et mortes en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 18 et 19. Des différences statistiquement significatives ont été obtenus pour le pourcentage des jeunes femelles vivantes (Anova,  $F=4.714$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). Pendant toute la durée d'observation, le pourcentage des jeunes femelles vivantes est resté faible sur les trois doses par rapport au témoin, ce qui montre l'efficacité du traitement quelle que soit la dose pratiquée. Alors que le traitement 30cc



paraissait efficace par rapport aux autres traitements dans les 3 derniers relevés. Tandis que celui de mortalité a été supérieur sur les parcelles traitées par rapport au témoin.

La figure 20 montre l'effet des différentes doses appliquées sur les jeunes femelles de la cochenille noir. Sur les trois parcelles traitées, le pourcentage des jeunes femelles mortes était supérieur par rapport au témoin. Alors que celui des jeunes femelles vivantes à été supérieur sur le témoin par rapport aux autres.

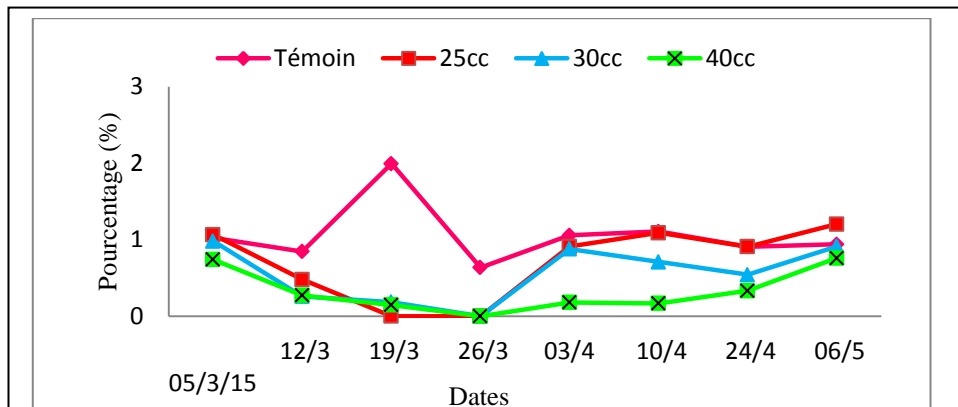


Figure 17 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

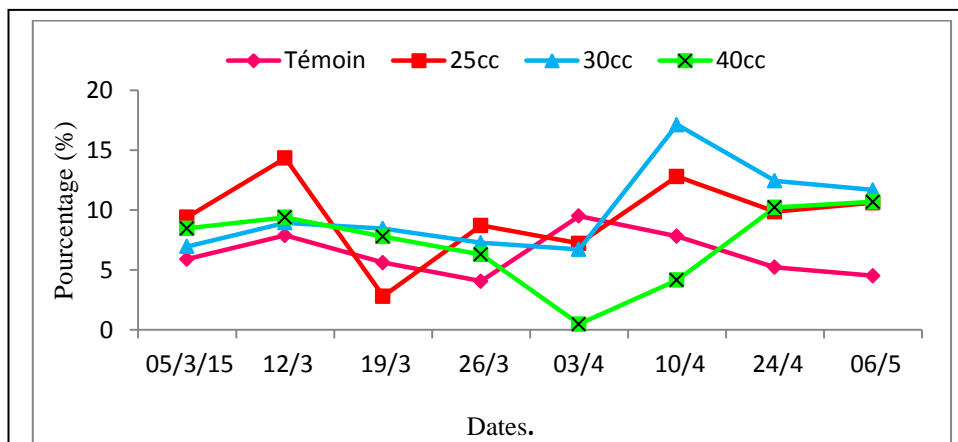
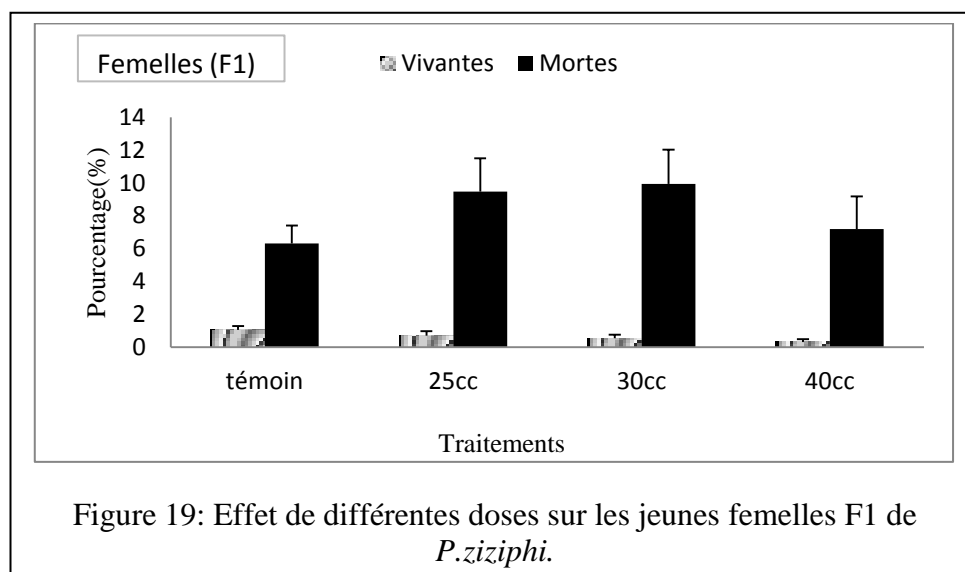


Figure 18: Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.



### III.1.3. Evolution du pourcentage des femelles âgées (F2-F3) vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late

La variation du pourcentage des femelles âgées (F2-F3) vivantes et mortes en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 21 et 22. . L'analyse de la variance montre que le facteur traitement à un effet hautement significatif sur les femelles âgées vivantes (Anova,  $F=8.250$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). Pendant toute la durée d'observation, Le témoin a montré un pourcentage de survie supérieur par rapport aux autres traitements qui paraissent similaires. Le taux de mortalité a été important durant les 2 mois d'essai au niveau des parcelles traitées par rapport au témoin, mais similaire entre eux. Pour les trois doses, le pourcentage des femelles âgées mortes à été supérieur par rapport au témoin (figure 23). Alors que celui des femelles âgées vivantes a été supérieur sur le témoin par rapport aux différentes doses appliquées.

### III.1.4. Evolution du pourcentage des mâles vivants et morts en fonction du traitement sur la variété Valencia late

L'évolution du pourcentage des mâles vivants et morts en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 24 et 25. , Des différences non significatives ont été obtenus entre les traitements (Anova,  $F=0.281$ ;  $ddl=3$ ;  $P > 5\%$ ). le pourcentage de la population mâle est resté sur toute la durée de l'essai très faible par rapport à celui des femelles, avec un taux

qui n'a pas dépassé 7%. La proportion des mâles vivants à été nul pendant le mois de mars pour augmenter graduellement durant le mois d'avril est arrivé à 2% sur le témoin, la dose de 40cc et 30cc et à 1% pour 25cc durant la première semaine du mai. En revanche le taux des mâles morts a connu une baisse durant le premier mois, avec des fluctuations très importantes au mois suivant.

La figure 26 montre l'effet des différentes doses appliquées sur les mâles de la cochenille noir. Pour le pourcentage des mâles morts, La dose 40cc a été supérieure par rapport aux autres traitements. Alors que le taux des mâles vivants a été supérieur sur le témoin par rapport aux autres doses.

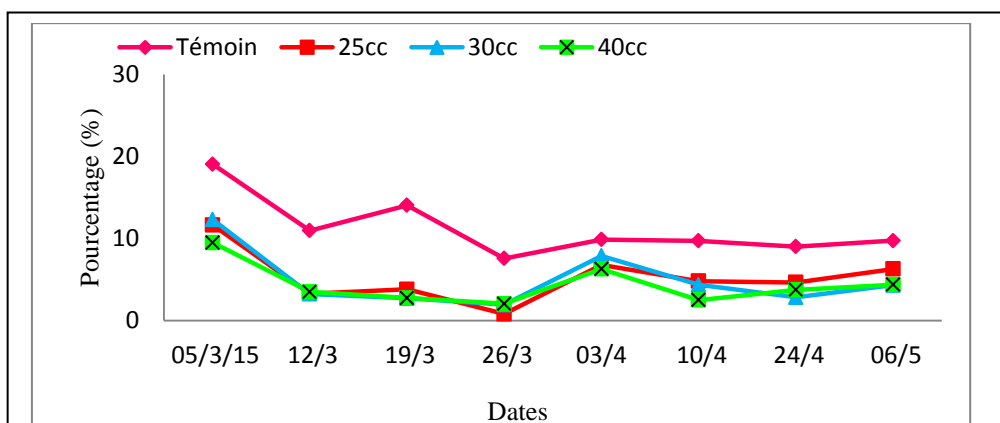


Figure 20: Evolution du pourcentage des femelles âgées vivantes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

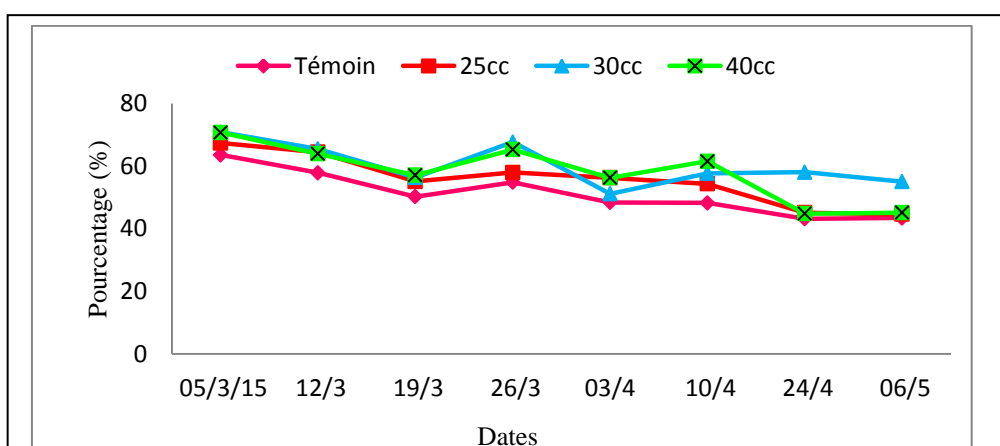
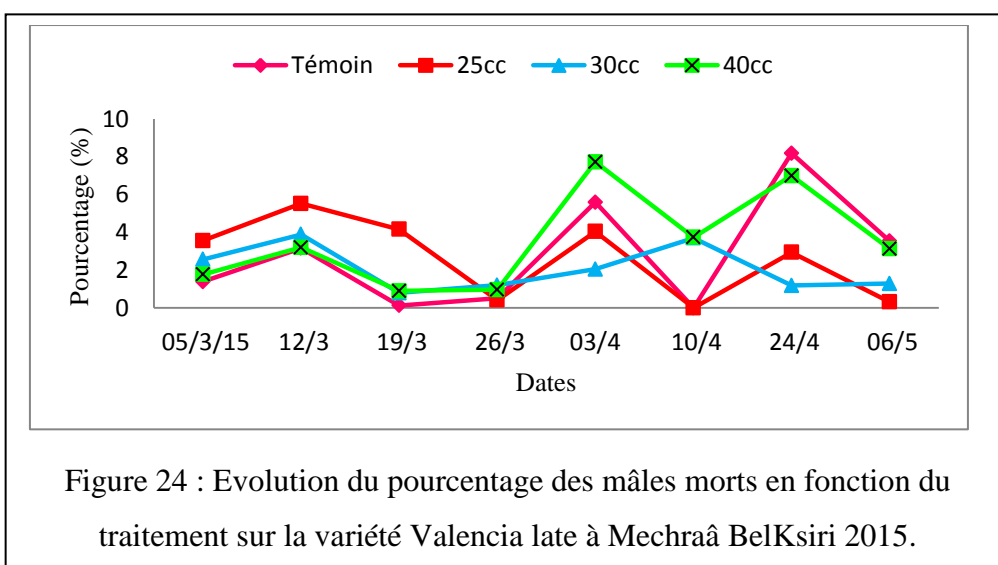
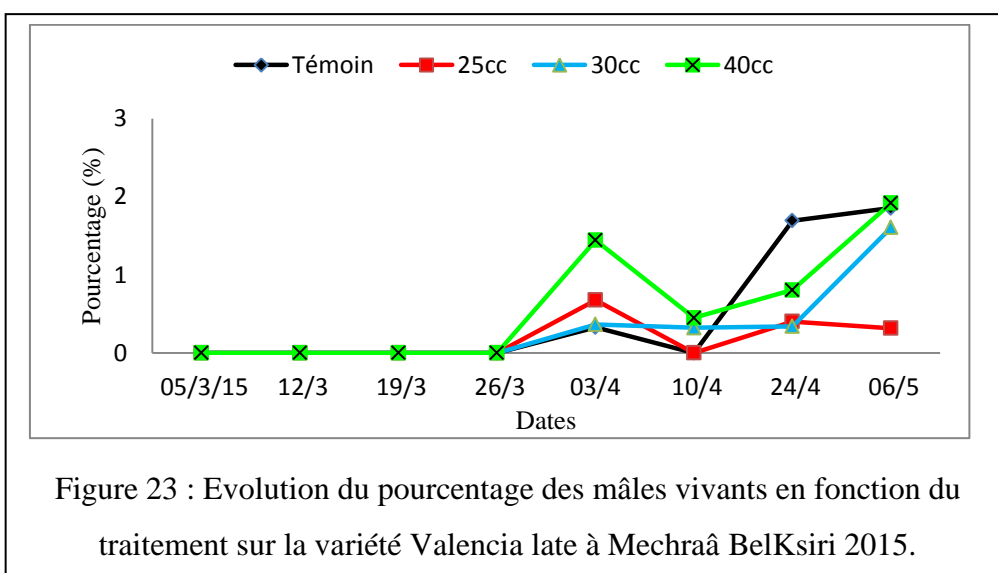
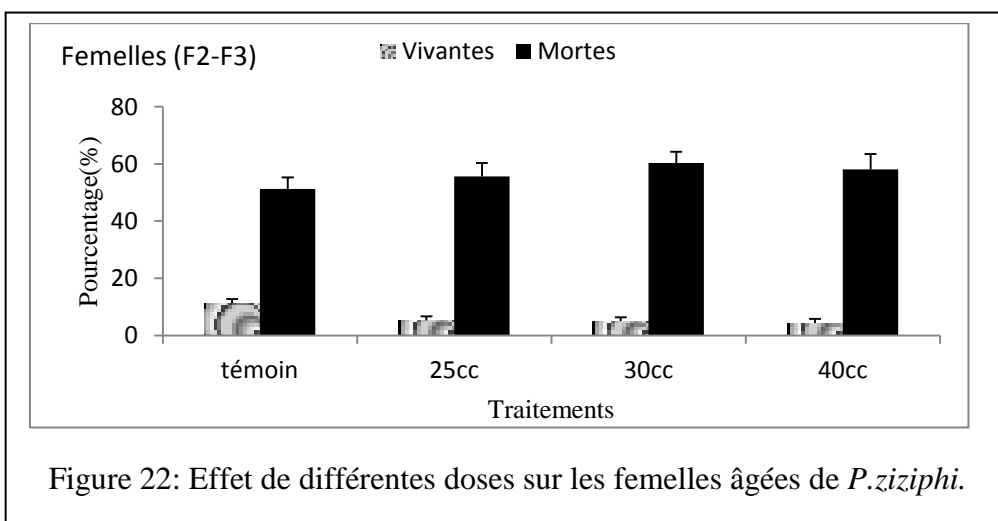
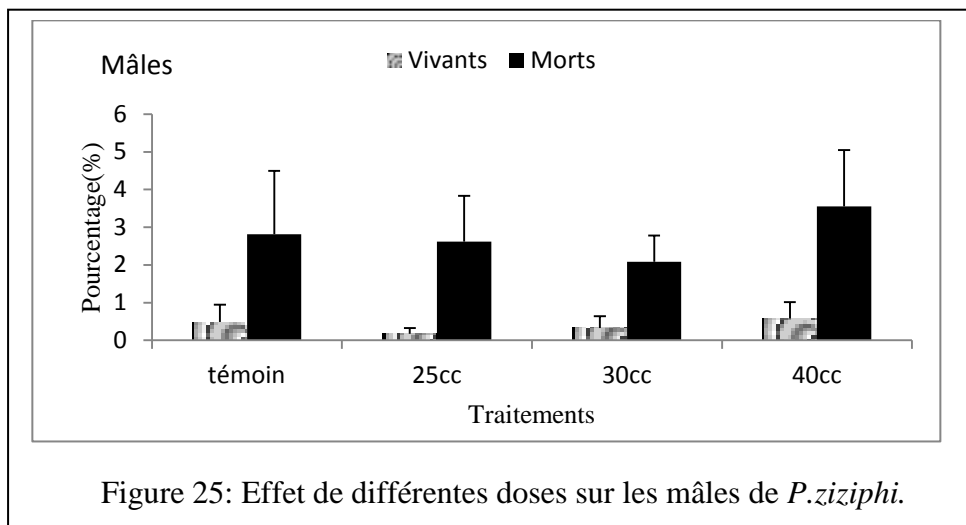


Figure 21: Evolution du pourcentage des femelles âgées mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.





### III.1.5. Evolution du pourcentage de la population vivante et morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late

Les figures 27 et 28 présentent les pourcentages des populations vivantes et mortes obtenus sur les différents traitements. L'analyse de variance relative à la population vivante de la cochenille noir a relevé un effet hautement significatif du facteur étudié (Anova,  $F=14.622$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). L'application du spirotetramate a permis une réduction importante du taux de survie par rapport au témoin. La figure 29 montre l'efficacité des différentes doses appliquées. Au niveau du témoin, le pourcentage de cochenilles mortes a été de 78% alors que sur les parcelles traitées ce pourcentage a augmenté pour atteindre 89% pour les traitements 25cc et 30cc et 91% pour 40cc.

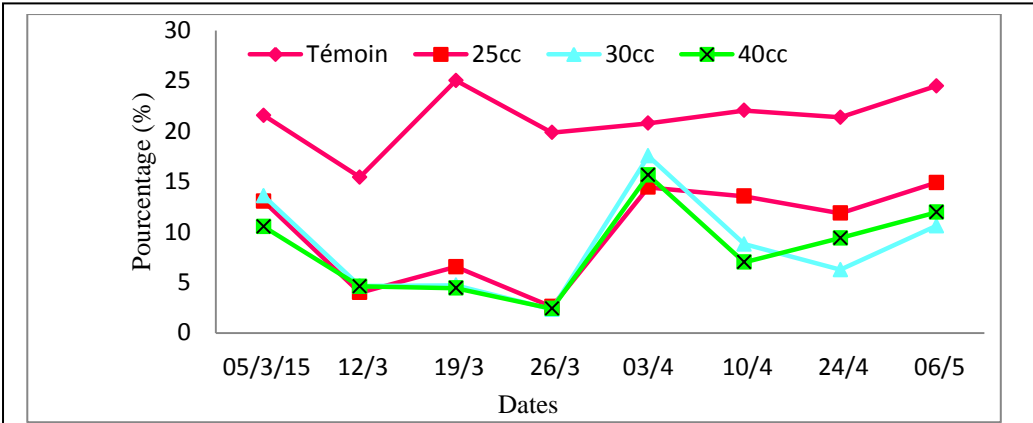


Figure 26 : Evolution du pourcentage de la population vivante en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

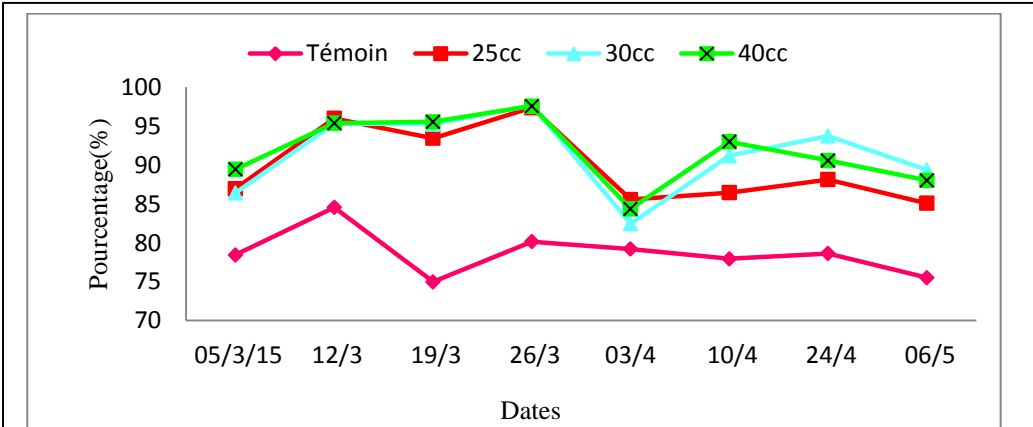


Figure 27: Evolution du pourcentage de la population morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

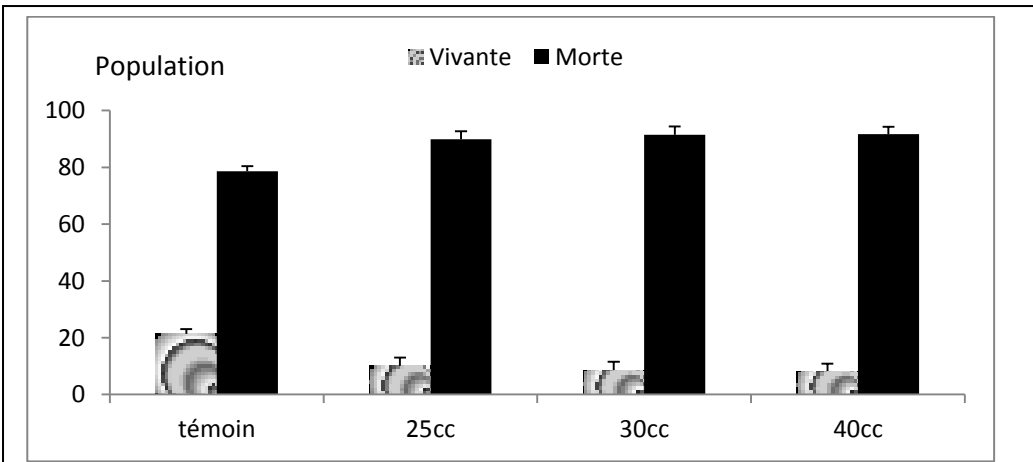


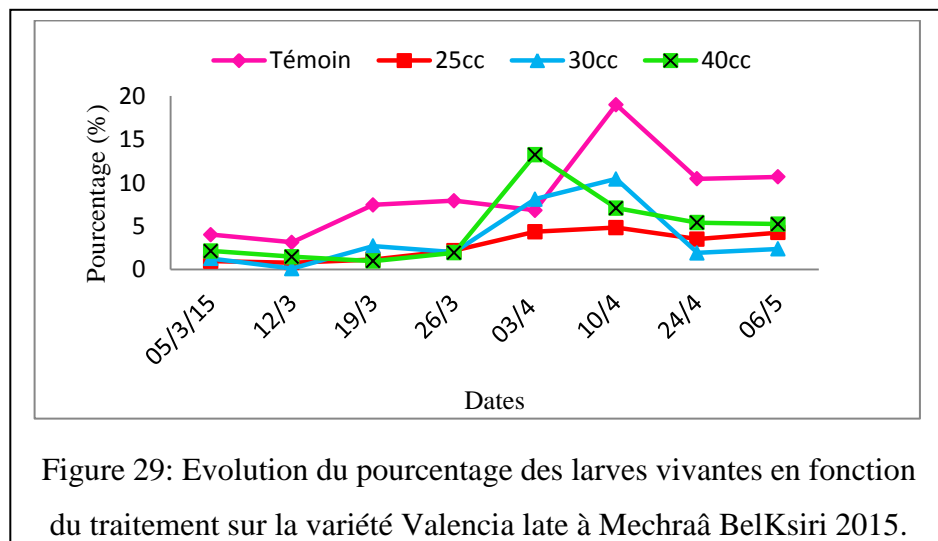
Figure 28: Effet de différentes doses sur les populations de *P. ziziphi*.

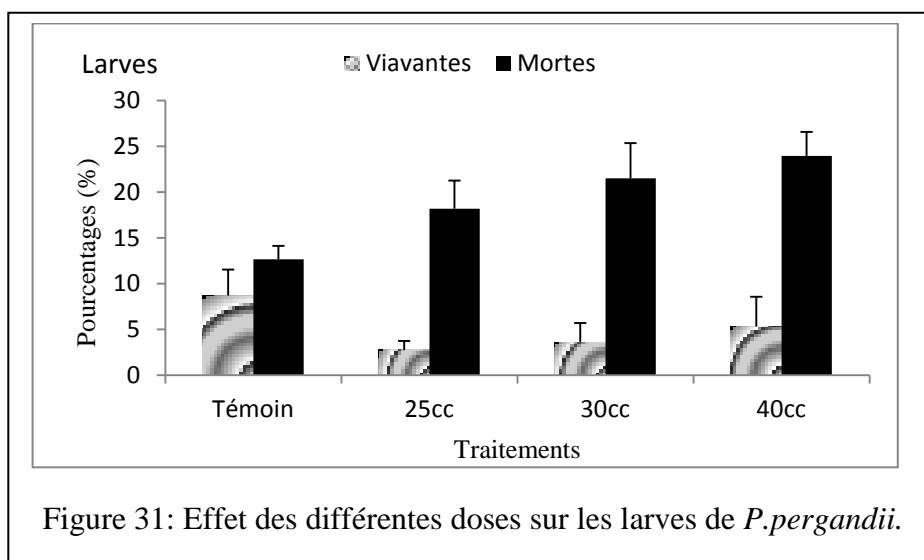
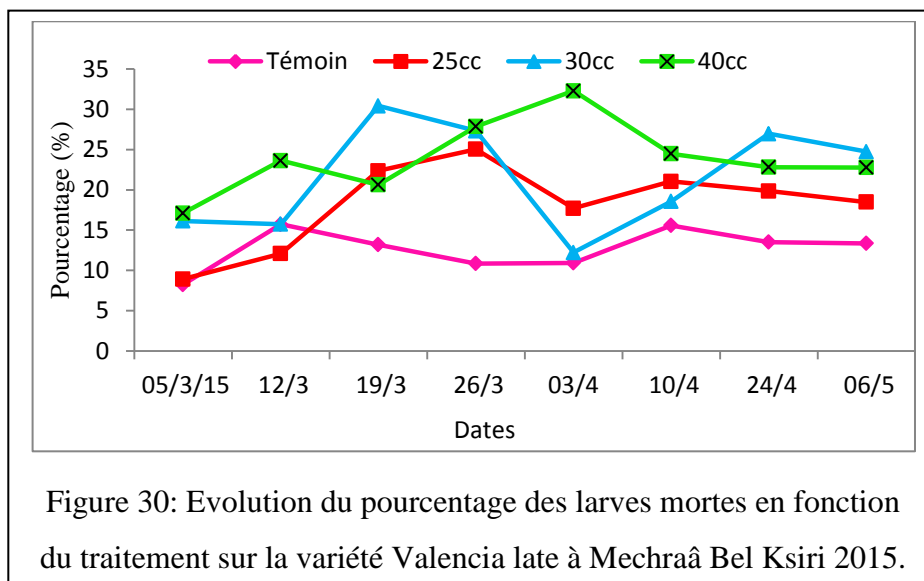
### III.2. Cas de la cochenille violette *P.pergandii*

#### III.2.1. Evolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late

L'évolution du pourcentage des larves vivantes et mortes en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 30 et 31. Des différences statistiquement significatives ont été notées entre les différents Traitements (Anova,  $F=8.129$ ;  $ddl=3$ ;  $P\leq 5\%$ ). Dans l'ensemble on observe que les trois doses ont permis de réduire le pourcentage des larves vivantes durant les 2 mois d'essai par rapport au témoin, alors que ces dernières donnent la même efficacité pendant le premier mois d'essai, après cette période on remarque que le traitement de 25cc a été à peu près le plus efficace par rapport aux autres. Pour la mortalité, on constate que toutes les doses appliquées présentent une efficacité par rapport au témoin, qui ont permis d'augmenter ce pourcentage jusqu'à 25%, 30% et 33% pour les traitements 25cc, 30cc et 40cc respectivement.

La figure 32 montre l'effet des différentes doses appliquées sur les larves de la cochenille violette. Sur le témoin, le pourcentage des larves mortes (12%) a été inférieur par rapport à ceux des autres traitements. Alors que celui des larves vivantes a été inférieur sur les trois doses appliquées de spirotetramate par rapport au témoin.





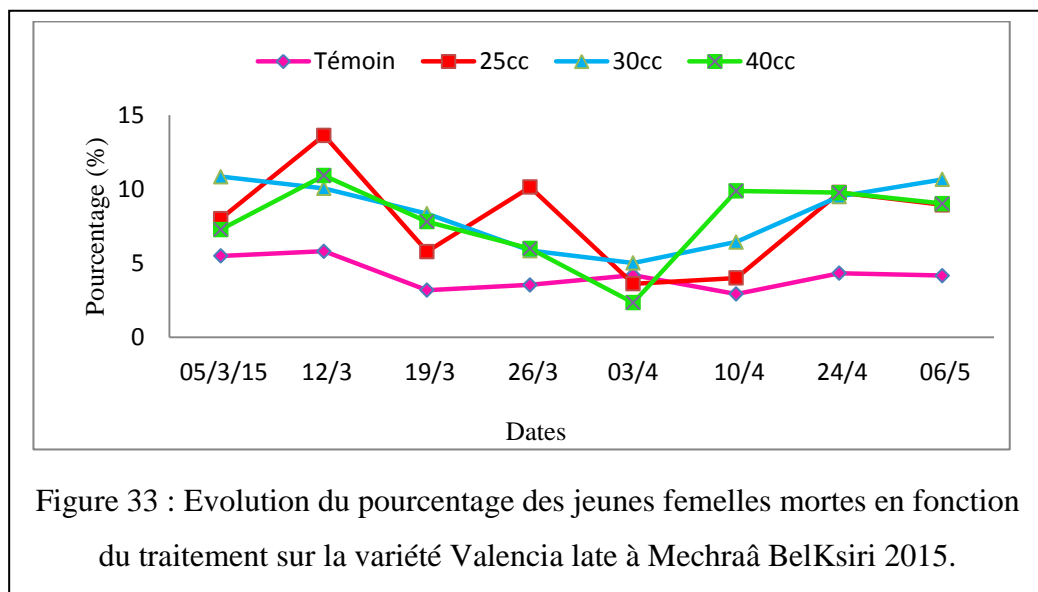
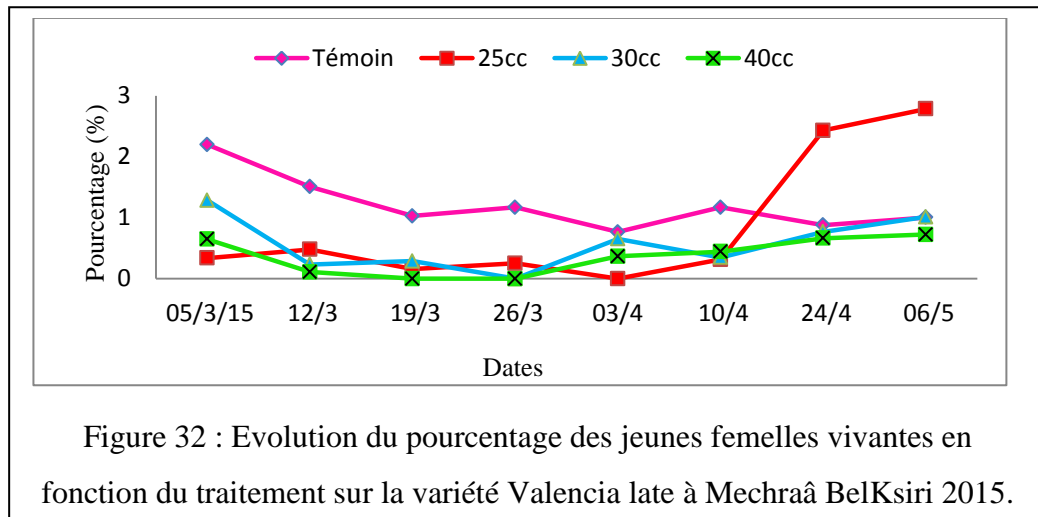
### III.2.2. Evolution du pourcentage des jeunes femelles F1 vivantes, mortes et parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late

Les figures 33, 34 et 35 représentent l'effet des trois doses de spirotetramate sur les variations du pourcentage des jeunes femelles vivantes, mortes et parasitées. Pour le pourcentage de mortalité ou de survie, L'analyse de la variance montre que le facteur traitement à un effet hautement significatif sur ces deux variables (Anova,  $F=31.558$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). Le pourcentage de survie à été supérieur sur les parcelles traitées par rapport a celle non traitée durant les 6 premiers relevés, ce taux à augmenter sur le traitement 25cc pour



dépasser celui du témoin pendant les 2 derniers relevés. Pour le pourcentage de parasitisme on constate que toutes les doses pratiquées ont plus au moins un effet négatif sur le pourcentage de parasitisme, la dose de 0.25cc a marquée l'effet le moins nocif sur le pourcentage de parasitisme durant les 2 premières semaines.

La figure 36 montre l'efficacité des différentes doses appliquées et l'effet secondaire des différentes doses testées sur le taux de parasitisme. Sur le témoin le pourcentage de cochenilles mortes à été de 4%, alors que sur les objets traités ce pourcentage a augmenté d'une façon significatives, pour aller jusqu'à 8% sur les 3 objets traités.



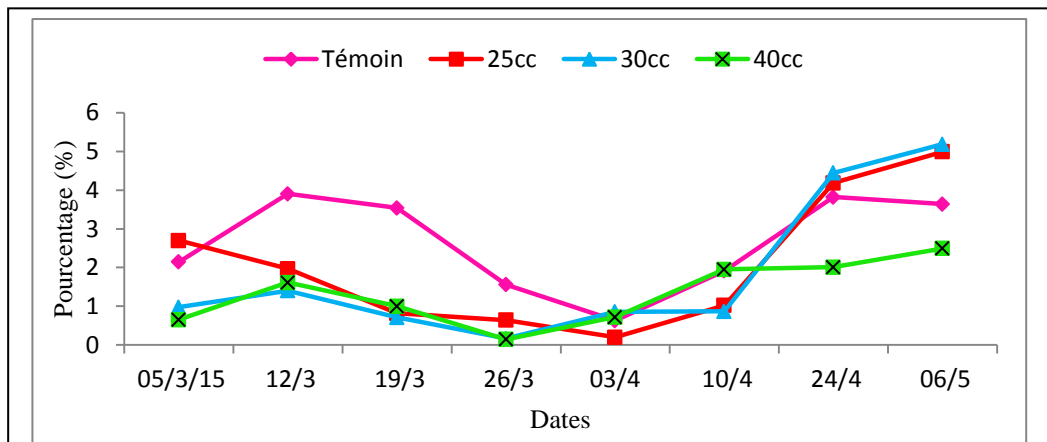


Figure 34 : Evolution du pourcentage des jeunes femelles parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

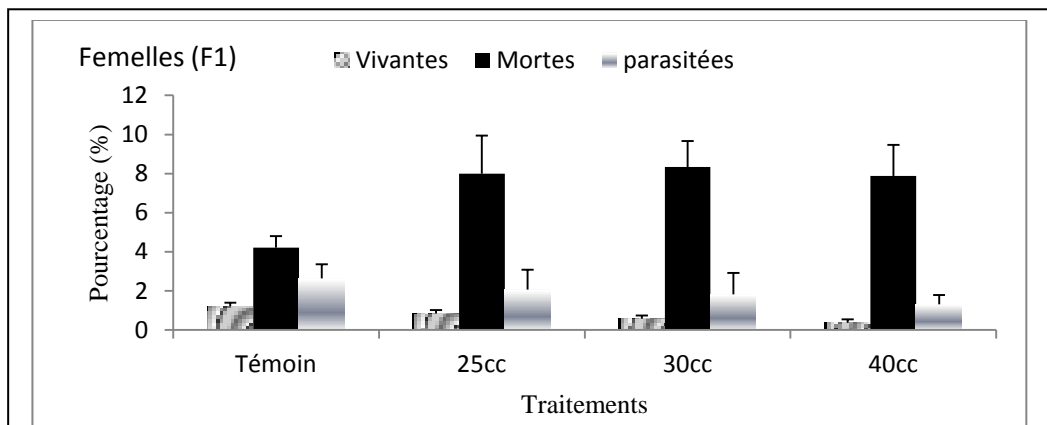


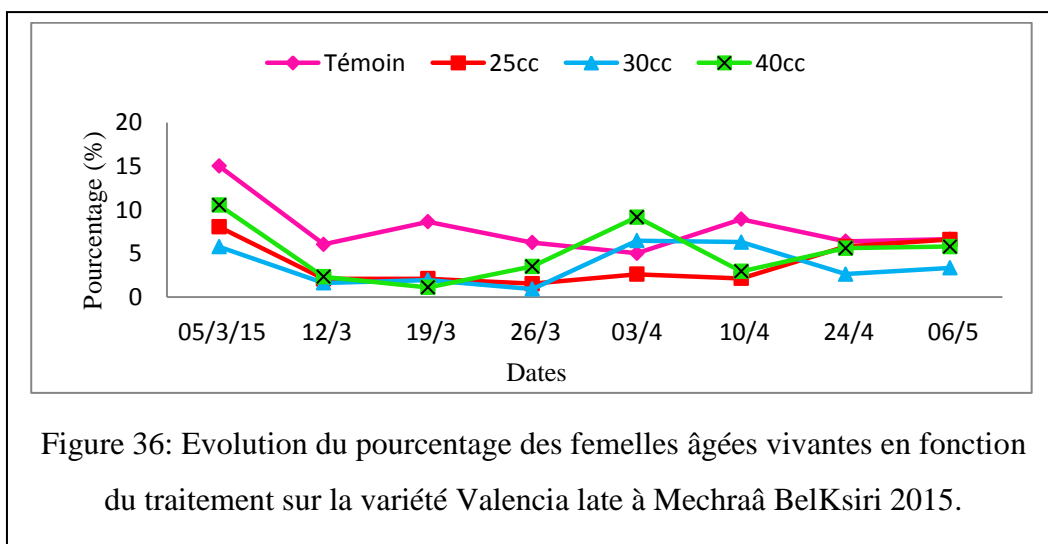
Figure 35: Effet des différentes doses sur les jeunes femelles de *P. pergandii*.

### III.2.3. Evolution du pourcentage des femelles âgées vivantes, morte et parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late

Les figures 37, 38 et 39 représentent l'effet des différents traitements sur les variations du pourcentage des femelles âgées vivantes, mortes et parasitées. L'analyse de la variance montre que le facteur traitement a un effet hautement significatif sur les femelles vivantes (Anova,  $F=17.817$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). Pour le pourcentage de mortalité ou de survie, quelle que soit la dose appliquée, ce produit a permis de produire un effet sur les femelles de la cochenille violette, il a réduit le pourcentage de survie à 12 % , 9% et 6% pour les doses 40cc, 25cc et 30cc respectivement par rapport au témoin qui a montré un pourcentage de survie de

16% pendant la première semaine de l'essai, cette efficacité à demeurer jusqu'à la fin du mois mars. Pour le pourcentage de parasitisme on constate que toutes les doses pratiquées ont plus au moins un effet négatif sur le pourcentage de parasitisme. Des différences statistiquement significatives ont été notées entre les différents Traitements (Anova,  $F=59.832$ ;  $ddl=3$ ;  $P \leq 5\%$ ). La dose de 0.25cc a marquée l'effet le moins nocif sur le pourcentage de parasitisme, tandis que la dose de 40cc, son effet nocif est très marqué sur les parasitoïdes, dès la première semaine, la dose de 25cc a réduit le pourcentage de parasitisme à 18% par rapport au témoin qui est de 24%, et de 15% et 10% pour les doses 30cc et 40cc respectivement.

La figure 40 montre l'efficacité des différentes doses appliquées et l'effet secondaire des différentes doses testées sur le taux de parasitisme. Sur le témoin non traité le pourcentage de cochenilles mortes a été de 25%, alors que sur les autres ce pourcentage a augmenté d'une façon significatives, pour aller jusqu'à 40% pour le traitement 25cc, 44% pour 30cc et 41% pour l'objet 40cc. La proportion du parasitisme a été de 27% sur le témoin et de 16% pour 25cc, 11.5% pour 30cc et 9% pour 40cc, alors la concentration de 25cc montre l'effet le moins nocif par rapport aux autres doses sur le taux de parasitisme.



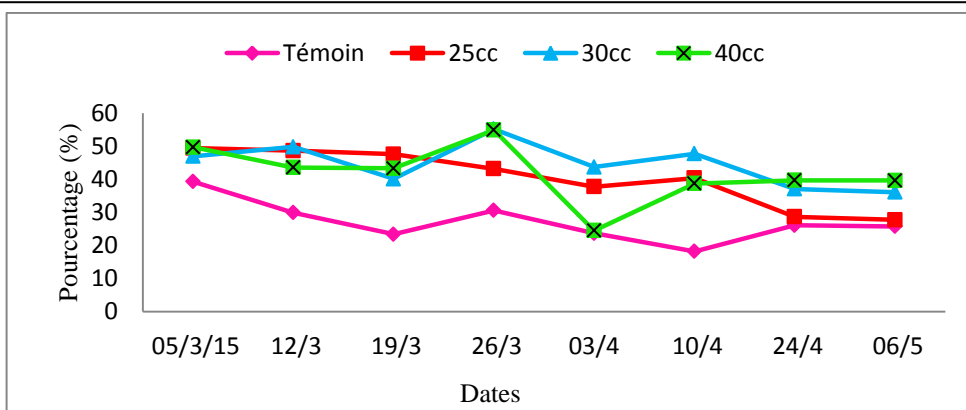


Figure 37: Evolution du pourcentage des femelles âgées mortes en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

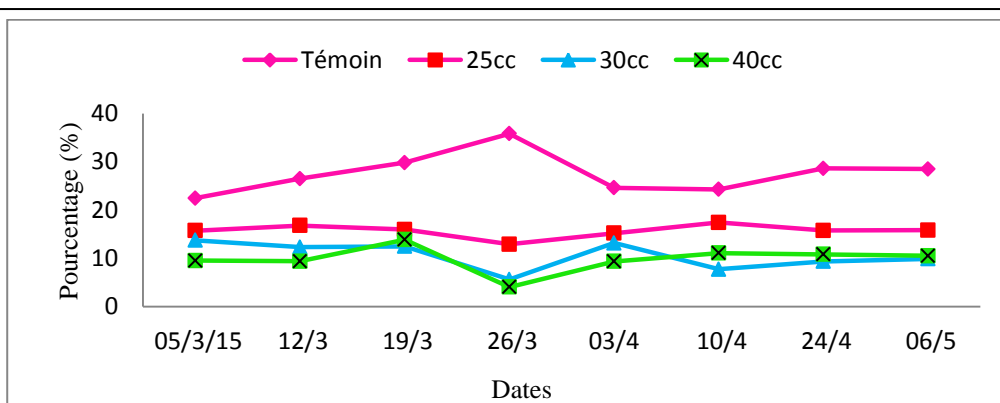


Figure 38: Evolution du pourcentage des femelles âgées parasitées en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.

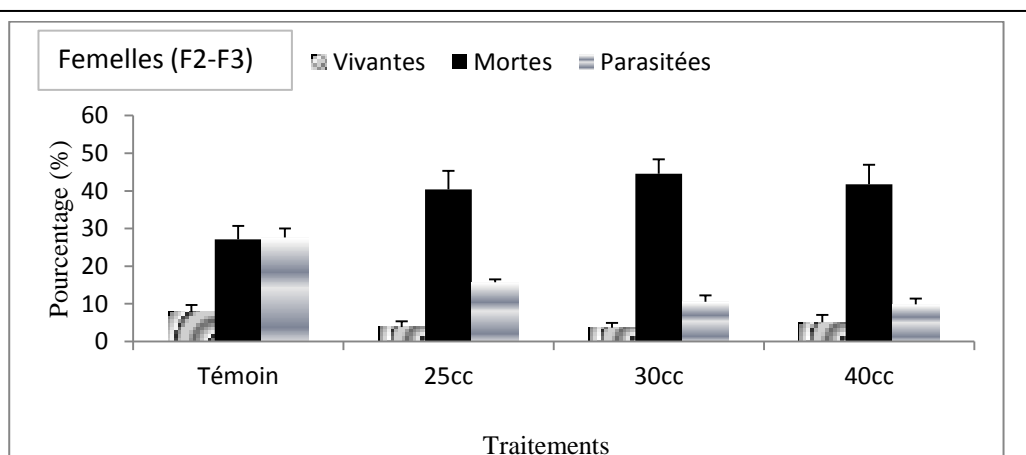
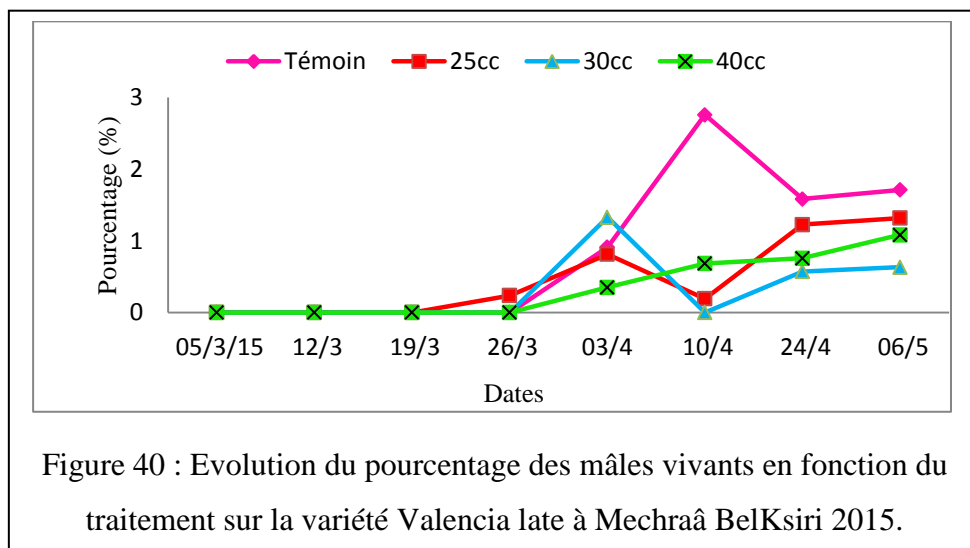


Figure 39: Effet des différentes doses sur les femelles âgées de *P.pergandii*.

### III.2.4. Evolution du pourcentage des mâles vivants, morts et parasité en fonction du traitement sur la variété Valencia late

L'évolution du pourcentage des mâles vivants, morts et parasités en fonction du traitement est donnée au niveau des figures 41, 42 et 43. L'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative (Anova,  $F=1.061$ ;  $ddl=3$ ;  $P>5\%$ ). Le pourcentage de la population mâle est resté sur toute la durée de l'essai très faible par rapport à celui des femelles, avec un taux qui n'a pas dépassé 10%, le pourcentage des mâles vivants est resté nul jusqu'à la fin du mois mars pour augmenter graduellement durant le mois d'avril, et celui des mâles morts a connu des fluctuations importantes, tandis que celui du parasitisme est faible sur toutes les parcelles.

La figure 44 montre l'efficacité des différentes doses appliquées et leur effet secondaire sur le taux de parasitisme. Sur le témoin le pourcentage de cochenilles mortes à été de 6%, alors que sur les autres ce pourcentage a été de 7% pour le traitement 25cc, 5% pour 30cc et 40cc. Alors que la proportion du parasitisme a été près de 1% sur tous les traitements.



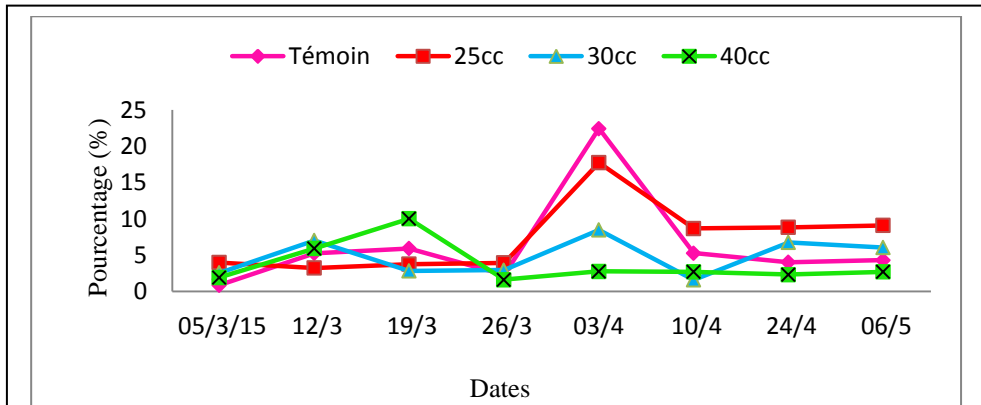


Figure 41 : Evolution du pourcentage des mâles morts en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

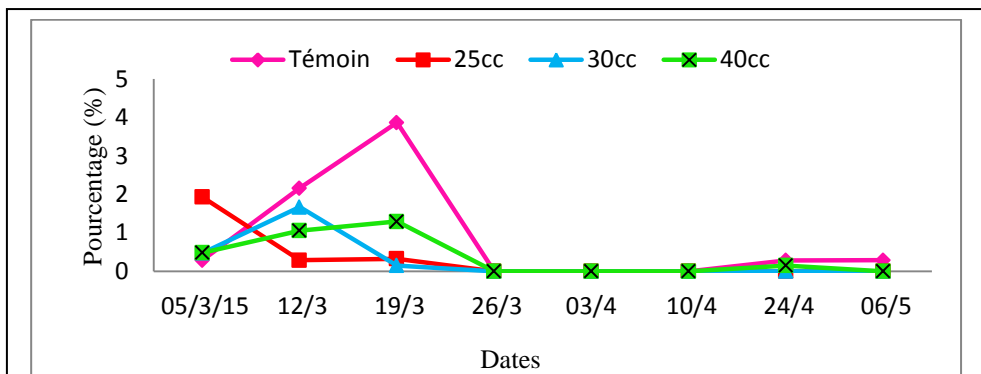


Figure 42 : Evolution du pourcentage des mâles parasités en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

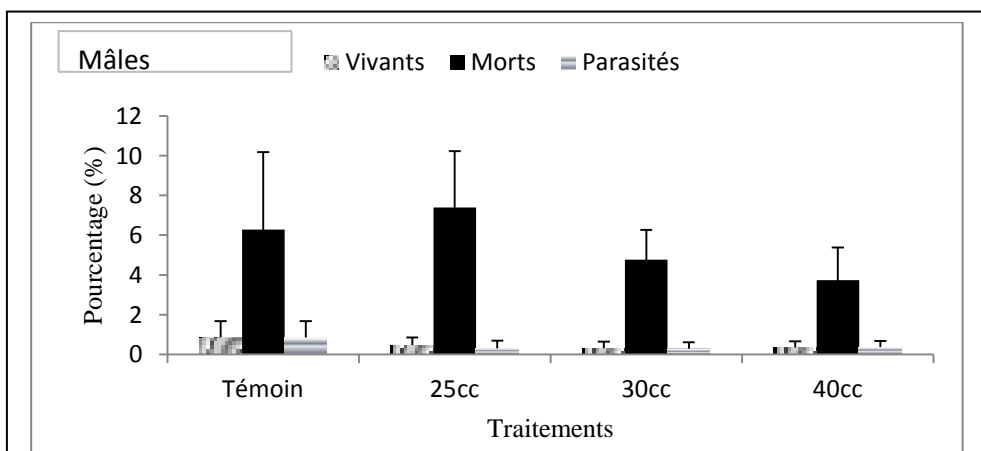


Figure 43: Effet des différentes doses sur les mâles de *P. pergandii*.

### **III.2.5. Evolution du pourcentage de la population vivante, morte et parasité en fonction du traitement sur la variété Valencia late**

Les figures 45, 46 et 47 présentent les pourcentages des populations vivantes, mortes et parasitées obtenus sur le témoin et les différentes doses appliquées. L'analyse de la variance relative à la population vivante de la cochenille noir a relevé un effet hautement significatif du facteur étudié (Anova,  $F=59.499$ ;  $ddl=3$ ;  $P\leq 5\%$ ). Quelle que soit la dose pratiquée, le traitement a permis une réduction significative du taux de survie par rapport au témoin. Pour la proportion du parasitisme, des différences statistiquement significatives ont été notées entre les différents Traitements (Anova,  $F=43.213$ ;  $ddl=3$ ;  $P\leq 5\%$ ). On constate que toutes les doses ont plus au moins un effet négatif sur le pourcentage de parasitisme, la dose de 0.25cc a marquée l'effet le moins nocif sur le pourcentage de parasitisme.

La figure 48 montre l'efficacité des différentes doses appliquées et leur effet secondaire sur le taux de parasitisme. Sur le témoin le pourcentage de cochenilles mortes a été de 50%, alors que sur les autres traitements, ce pourcentage a augmenté d'une façon significative, pour aller jusqu'à 74% pour 25cc, 79% pour 30cc et 77% pour la dose 40cc.. La proportion du parasitisme a été de 30% sur le témoin et de 19% pour 25cc, 12.5% pour 30cc et 11.5% pour 40cc, alors la concentration de 20cc montre l'effet le moins nocif par rapport aux autres doses sur le taux de parasitisme.

### **III.2.6. Pourcentages des cochenilles occupées par les fruits en fonction du traitement sur la variété Valencia late**

Les figures 49 et 50 présentent les pourcentages des fruits infestés par les cochenilles en fonction des différentes doses appliquées. Des différences statistiquement significatives ont été notées entre les différents Traitements (Anova,  $F=77.816$ ;  $ddl=3$ ;  $P\leq 5\%$ ). Sur le traitement 40cc on remarque que 93% des fruits observés présentent un effectif inférieur à 5 cochenilles et 7% qui présentent un taux  $\geq 5$ . Alors que sur le traitement 30cc, 84% des fruits observés présentent un effectif inférieur à 5 cochenilles et 14% qui présentent un taux  $\geq 5$ . La dose de 25cc était aussi efficace par rapport au témoin.

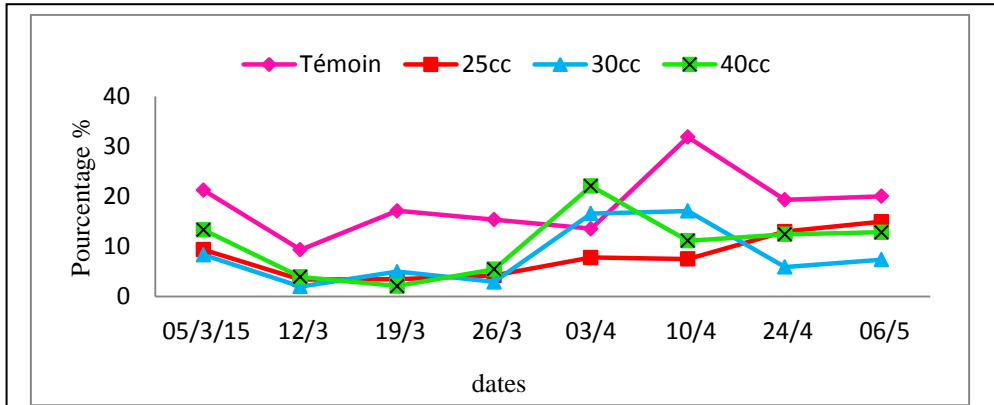


Figure 44: Evolution du pourcentage de la population vivante en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.

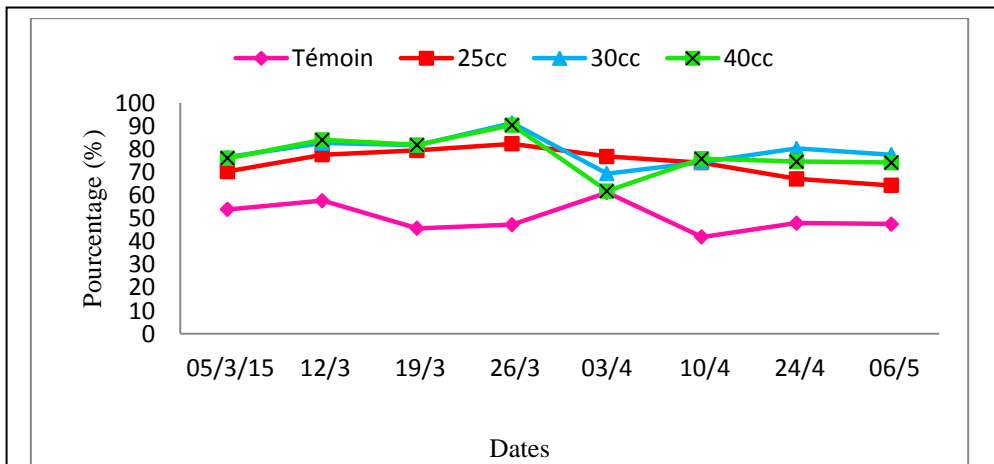


Figure 45 : Evolution du pourcentage de la populations morte en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.

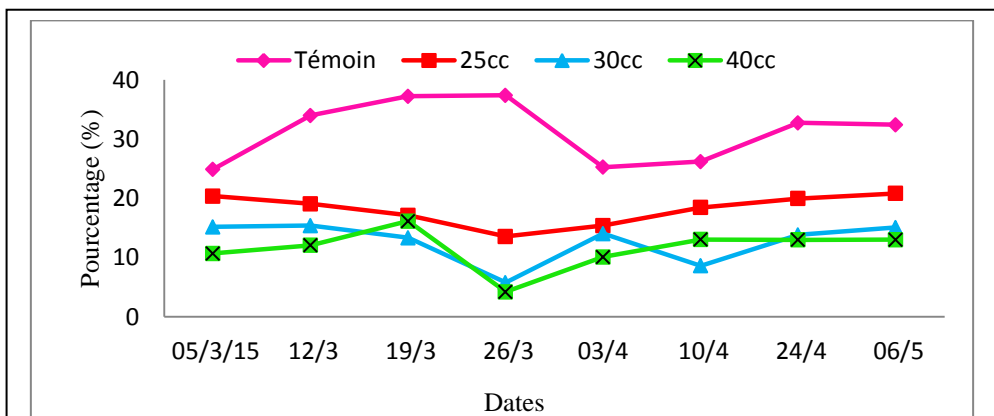
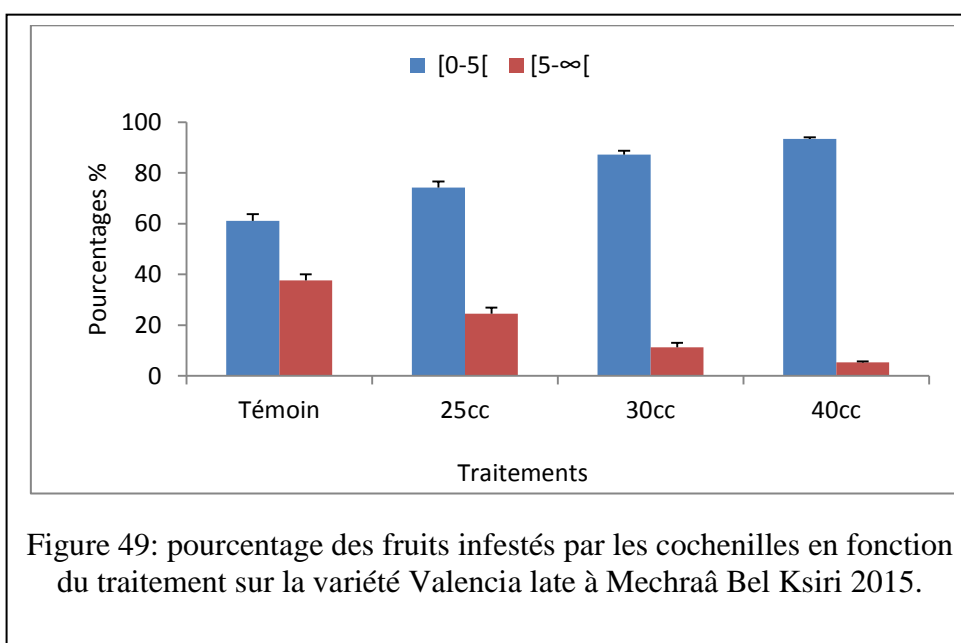
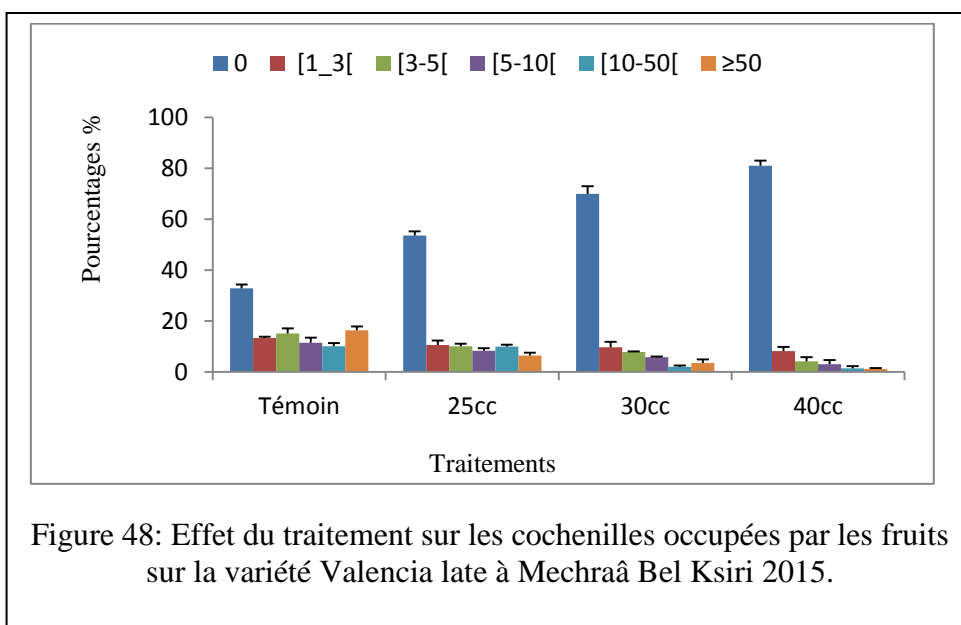
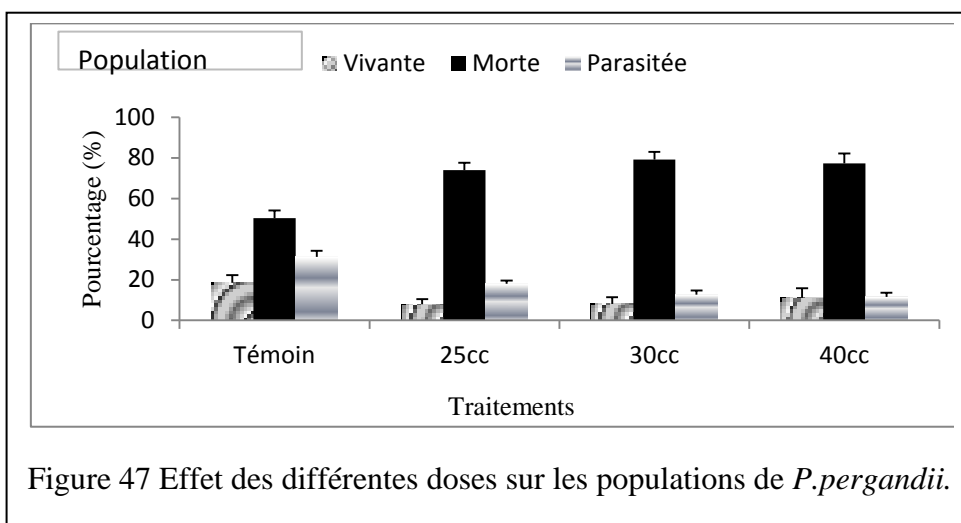


Figure 46 : Evolution du pourcentage de la population parasitée en fonction du traitement sur la variété Valencia late à Mechraâ BelKsiri 2015.





#### IV. Discussion et conclusions

Ce travail a permis de montrer que la pulvérisation foliaire tardive par le spirotetramate, permet une baisse du nombre des cochenilles vivantes sur les feuilles durant les 2 mois d'observation par rapport au témoin. Ce produit pénètre par les racines ou les stomates et remonte dans la plante par la sève brute montante. Nos résultats ont pu montrer que le spirotetramate appliqué à différentes doses a pu diminuer le taux de survie des cochenilles diaspines après 120 jours de son application. D'après Biche *et al.* (2010), la pulvérisation du spirotetramate sur les agrumes a permis de baisser à 100% le taux de survie et la fécondité de la cochenille virgule *L. beckii* durant 172 jours après traitement. D'après Nauen *et al.* (2008), le spirotétramate provoque également chez les larves déposées par les femelles adultes des hémiptères la mort après 24 heures de son application. Ceci confirme les résultats de notre étude. Les différentes doses appliquées ont montrées une efficacité importante par rapport au témoin non traité. La dose de 40 cc/hl a montrée une efficacité par rapport aux autres traitements sur la population de *P.ziziphi*, alors que sur la population de la cochenille violette la dose de 30cc/hl a été un peu efficace par rapport aux autres. Toutefois, la dose 25cc parait moins nocive vis-à-vis du parasitoïde *A.hispanicus* par rapport aux autres doses pratiquées.

Sur les fruits on remarque que tous les doses évaluées ont permis de réduire le nombre des cochenilles sur les fruits par rapport au témoin. La dose 40cc a été la plus efficace par rapport aux autres avec 93% des fruits observé qui présentent un effectif inférieur à 5 cochenilles par fruit (fruits exportés). Cela confirme les résultats trouvés sur les feuilles et souligne l'efficacité du produit appliqué. Cependant on remarque que quelle que soit la dose appliquée sur les populations vivantes de ces cochenilles, ces dernières restent présentes au niveau de ces parcelles traitées et le taux de mortalité n'a jamais atteint 100%. Cela peut être du à la résistance de la cochenille conjugué à son comportement, sans oublier l'effet des conditions climatiques qui pourra affecter l'efficacité de la matière active de cet insecticide systémique sur le ravageur. Jeppson *et al.*, (1952, 1954) Ont rapporté que le calendrier d'application peut affecter l'efficacité des insecticides systémiques. Par exemple, les insecticides systémiques étaient inefficaces lorsqu'ils sont appliqués en Janvier ou Février comparativement aux applications effectuées de Mars à Août. Jeppson & Wedding (1953) ont suggéré que des facteurs tels que l'intensité lumineuse et l'humidité relative peuvent affecter la quantité de principe actif absorbé par les plantes. Des études ont indiqué que l'intensité lumineuse peut avoir une incidence sur le mouvement et l'efficacité des insecticides systémiques en influant sur le taux de transpiration, ce qui est important dans la translocation de l'ingrédient actif à l'intérieur des plantes (Cloyd *et al.*, 2012).

## **Chapitre IV: Evolution des populations des acariens Tétranyques sur agrumes dans la région du Gharb**

### **I. Introduction**

Au Maroc, le secteur des agrumes joue un rôle socio économique très important dans l'économie nationale avec une superficie qui avoisine actuellement les 120.000 ha et une production estimée annuellement à 2,2 millions de tonnes (MAPM, 2013). Ce secteur procure une source de devise importante par année d'environ 3 milliards de dirhams et génère également des effets importants sur l'emploi à travers la création de plus de 21 millions de journées de travail par année, dont 12 millions au niveau des vergers et 9 millions au niveau de l'industrie de conditionnement et de transformation et des autres activités liées au secteur agrumicole. Cependant, le rendement à l'échelle de l'hectare au niveau national reste encore faible (20 à 26 tonnes/ha) par rapport à celui atteint par d'autres pays européens et américains. Plusieurs facteurs sont responsables de cette faiblesse, notamment l'âge des plantations, la non maîtrise de certaines techniques de production et l'importance des contraintes abiotiques et biotiques en particulier les ravageurs comme les acariens.

Les acariens *T.urticae*, *P.citri* et *E.orientalis* constituent un des principaux problèmes phytosanitaire en vergers d'agrumes au Maroc. Ces dernières années, ces ravageurs qui sont devenus d'une grande importance économique, en suçant le suc cellulaire des feuilles provoquent le jaunissement, la nécrose et la chute des feuilles ce qui affaiblit la plante et réduisent la capacité photosynthétique. La surveillance de l'évolution des effectifs de ces acariens reste le moyen le plus adéquat qui permet de suivre l'effectif de leur population, afin de mettre en œuvre la méthode de lutte la plus appropriée. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour objectif de suivre l'activité des acariens tétranyque et celle de leur prédateurs sur deux variétés.

### **II. Matériel et méthodes:**

#### **II.1. Parcelles d'étude**

Cet essai a été mené dans 2 parcelles, la première est celle du premier verger décrit auparavant planté par la variété Valencia late. La deuxième est une parcelle d'un verger de 4

hectares planté par la variété Clémentine Nules. Au cours de cet essai on a suivi l'activité des acariens tétranyques et de leurs prédateurs.



Figure 50: Parcelle d'essai 2 (variété Nules Belksiri .2015).

## II.2. Echantillonnage et comptage

Au niveau de chaque parcelle, 10 arbres, choisis aléatoirement ont été suivis in situ et régulièrement à raison de 8 feuilles par arbre. Sur les feuilles contrôlées, on a examiné à la fois l'activité des acariens ravageurs (*T.urticae*, *P.citri* et *E.orientalis*) et celles de leurs prédateurs (phytoseiides et typhlodromes). L'effectif des acariens tétranyques par feuille pour chaque stade de développement (œuf, larve et adulte) et l'effectif total d'acariens prédateurs et phytophages trouvés sur les huit feuilles sont notés. Les relevés ont été effectués le 12/03/2015, 19/03/2015, 26/03/2015, 03/04/2015, 10/04/2015, 24/04/2015 et 06/05/2015.

## III. Résultats

### III.1. Evolution de l'effectif des acariens

La fluctuation de l'effectif de *T.urticae*, *P.citri* et *E.orientalis* sur la variété Nules et Valencia late sont indiquées dans les figures 52 et 53. L'acarien *T.urticae* est l'espèce la plus abondante par rapport à *P.citri* et *E.orientalis* sur la variété Valencia late. Tandis que *P.citri* a

été présent avec presque le même effectif sur les deux variétés. La variété Valencia late a révélé une présence d'*E.orientalis* avec un effectif très faible qui n'a pas dépassé 2 formes mobiles par 8 feuilles, alors qu'il était absent sur Nules. On constate qu'à partir de la fin du mois avril la pullulation de *T.urticae* a augmenté sur Valencia late pour atteindre une moyenne de 14 formes par 8 feuilles au début du moi de mai, alors que sur Nules celle-ci est resté quasi constante. Pour la même période on remarque aussi que l'effectif de *P.citri* commence à augmenter pour atteindre une moyenne de 3 formes par 8 feuilles au début du moi mai sur Valencia late et 2 formes sur Nules.

### **III.2. Evolution de l'effectif des acariens et de leurs prédateurs**

D'après les figures 54 et 55, on remarque que *Typhlodromus.spp* et *Euseius stipulatis* sont présent sur les deux variétés, alors que *Phytoseilus persimilis* est marquée uniquement sur la variété Valencia late avec un effectif très faible. Les effectif récoltés sur Valencia late montrent que jusqu'à mi -Avril la densité de typhlodromes à une évolution supérieur en terme d'effectifs par rapport à celle des acariens tétranyques. Après cette période on déduit que leur effectif ne rejoint pas la même allure que celle de *T.urticae*. Sur la variété Nules, on constate que la faune auxiliaire (*E.stipulatis* et *Typhlodromus.spp*) montre un effectif supérieur à celui des tétranyques. À la fin du mois d'avril on remarque que l'effectif de typhlodromes baisse alors que celui des tétranyques et *E.stipulatis* augmente.

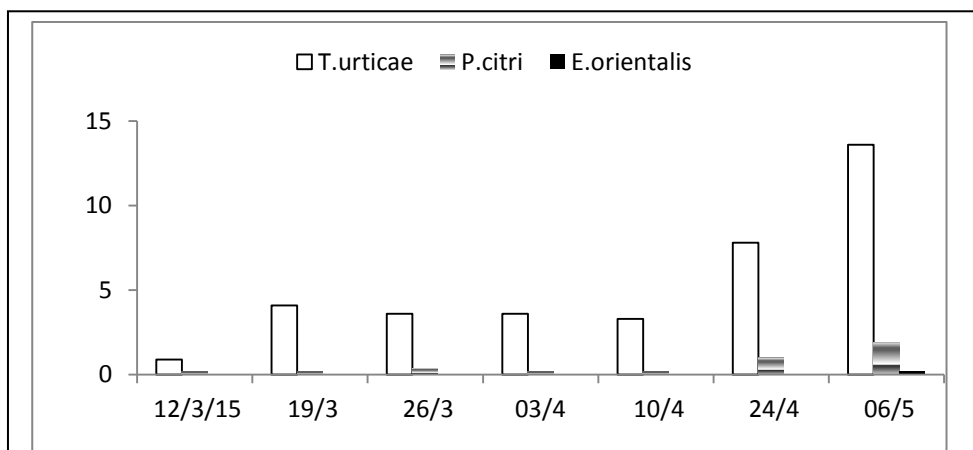


Figure 51: Evolution de l'effectif de feuilles occupées par les tétranyques sur Valencia late à Mechraâ Bel Ksiri 2015.

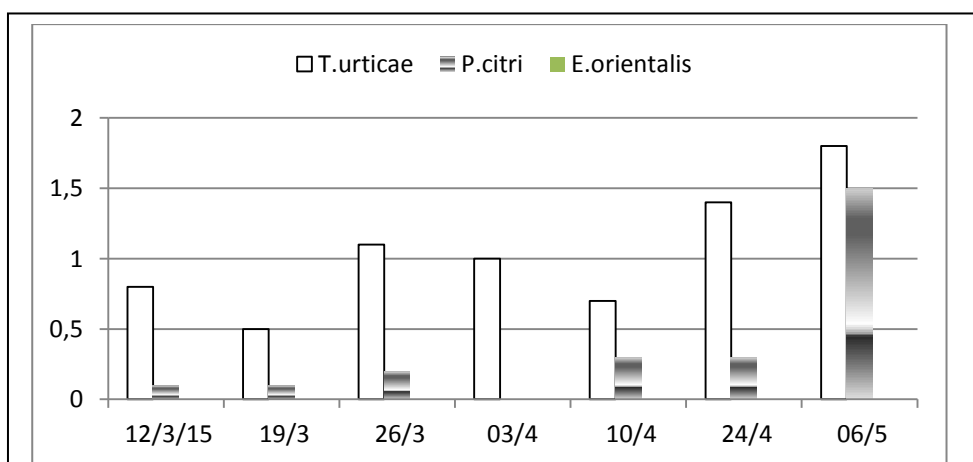
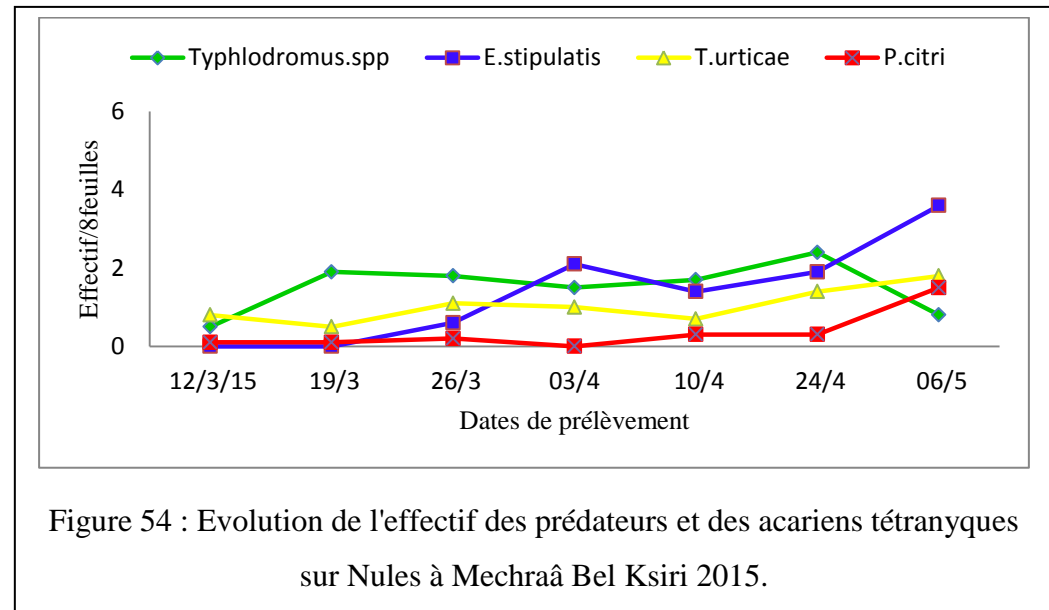
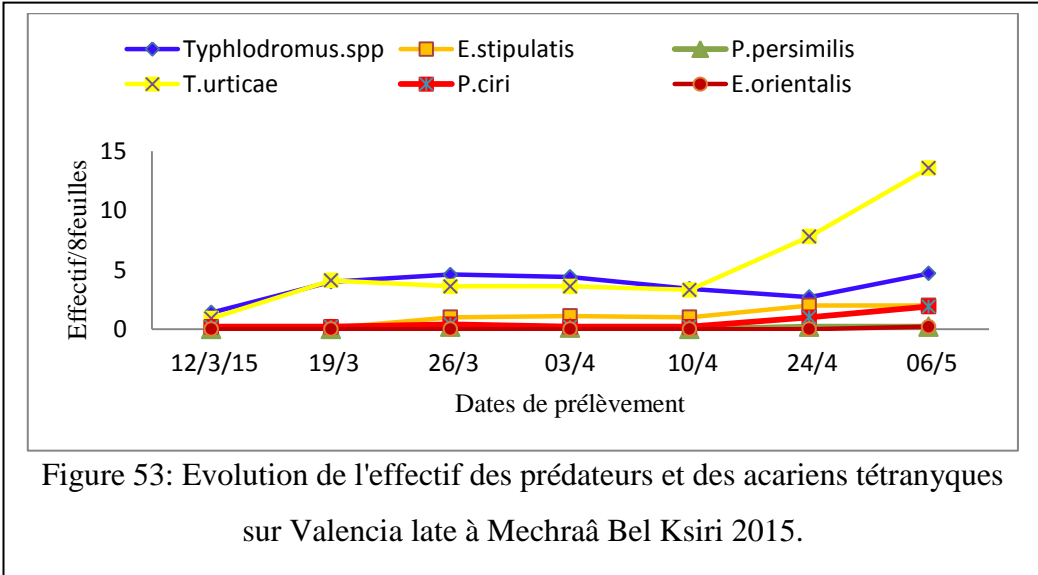


Figure 52 : Evolution de l'effectif de feuilles occupées par les tétranyques sur Nules à Mechraâ Bel Ksiri 2015.



#### IV. Discussion et conclusions

Ce travail a permis de montrer que l'effectif des acariens *T.urticae* et *P.citri* a été faible entre mars et avril sur les 2 variétés Valencia late et Nules. Toutefois, dès l'approche de la période estivale, les populations de ces deux ravageurs augmentent rapidement. Nos résultats sont similaires de ceux trouvés par Zahri (2002) dans la région du Gharb, par Benziane (2003) dans la zone de Belksiri et par Urbaneja. *et al* (2009) en Espagne (Valencia). Ces auteurs ont notés, une abondance élevée de *T.urticae* par rapport à *P.citri* et *E.orientalis*. Zahri (2002) a également noté que la période d'infestation de *T.urticae* débute vers la fin du mois d'avril. On constate que l'augmentation de l'effectif coïncide avec la période estivale, effectivement comme il a mentionné Hmimina (1994). Il a remarqué que la période d'infestation des acariens tétranyques commence dès l'augmentation de la Températures. L'acarien *E.orientalis* était absent pendant toute la période d'observation sur Nules mais très sporadique sur Valencia late.

Les variétés choisies pendant la surveillance ont montrées un comportement différent vis-à-vis des populations de *T.urticae*, *P.citri* et *E.orientalis*. La variété Valencia late a montré un effectif supérieur des tétranyques par rapport à la variété Nules. En effet, les liaisons les plus apparentes entre les populations des tétranyques et leurs hôtes sont de deux ordres: trophiques et phénologiques. L'aspect alimentaire s'explique par le changement d'hôte qui agit sur le développement, la fécondité et la dispersion de l'acarien. Alors que l'aspect phénologique résulte de la compatibilité entre le cycle de développement de l'acarien et celui de son hôte. Ces critères indiquant des réponses liées à l'hôte est un phénomène très commun chez les phytophages. Les différences constatées dans les résultats présentés peuvent relever de la texture de l'hôte, de sa physiologie, de sa valeur alimentaire. En effet, il est reconnu que la composition chimique de l'hôte influence ainsi la fécondité, la mortalité et le développement (Chaboussou, 1969; Van de Vrie *et al.*, 1972 ; Breukel & Poste, 1959). Tout cela peut expliquer la différence révélée sur les 2 variétés.

Pour la faune auxiliaire, *E.stipulatis*, *typhlodromus.spp* et *P.persimilis* ont été les trois prédateurs rencontrés sur agrumes. Leur fluctuation est importante toute la période d'observation. L'effectif de typhlodromes a été supérieur par rapport aux autres prédateurs et même par rapport aux tétranyques sur la variété Valencia late. Durant la période avril-mai on remarque une augmentation de l'effectif *T.urticae* qui a dépassé celui des Typhlodromes qui a connu une baisse à cette période. Xiao & Fadamiro (2010) indiquent que la densité élevée des acariens peut entraîner une perturbation des acariens prédateurs et donc la diminution de



leurs réponses fonctionnelles ou numériques. Tandis que sur Nules les effectifs des prédateurs et des tétranyques ont été faible par rapport à l'effectif trouvé sur Valencia late alors que *P.persimilis* à été absent sur cette variété Nules, Xiao & Fadamiro (2010) mentionnent que les *Phytoseiulus sp* sont des prédateurs spécifiques des tétranyques, ce qui explique l'absence de *P.persimilis* dans la parcelle de la variété Nules, car l'effectif de *T.urticae* était trop faible. Alors que les *Euseius sp* se nourrissent spécialement de pollen et sont des prédateurs généralistes d'où leur présence dans les deux parcelles de suivi. Cette défaillance en effectif des prédateurs sur la variété Nules est du probablement aux méthodes culturales pratiquées dans cette parcelle, telles que le désherbage des adventices qui peuvent héberger la faune acariphage. D'après Malais & Ravensberg, 1993; le taux de prédation dépend de l'âge du prédateur, de la température, de l'humidité et de la densité en proie et en prédateur. En conclusion, il en ressort de cette étude menée dans la commune de Belksiri que l'espece *T.urticae* est la plus abondante sur la Variété Valencia late, suivie de *P.citri* puis *E.Orientalis*. Tandis que sur la variété Nules l'effectif de *T.urticae* et *P.citri* à été faible, alors que celui d'*E.orientalis* à été nul.

## Conclusion générale

Au terme de cette étude conduite dans la région du Gharb (Mechraa Belksiri), nous avons essayé de suivre dans le temps l'effet de trois doses du traitement tardif à base de spirotetramate sur les cochenilles diaspires *P.ziziphi* et *P.pergandii*, et leur effet secondaire sur l'ectoparasite *Aphytus hispanicus*, en parallèle nous avons tracer l'évolution des acariens tétranyques et de leur prédateur sur deux variétés d'agrumes (Valencia late et Nules) , afin de cerner les principaux facteurs responsables de la fluctuation de leur densité et la faisabilité de méthodes culturelles pratiquées au niveau de cette ferme.

Il ressort de cette étude que les différentes doses pratiquées ont été efficace sur les cochenilles diaspires, L'effet des trois doses évaluées semble être similaire sur feuilles. Alors que sur fruit la dose 40cc à été la plus efficaces avec un pourcentage de 93% présentant un effectif inférieur à 5 cochenilles par fruit. La dose 25cc a permis un niveau de parasitisme élevé par rapport aux deux autres doses.

L'analyse de l'effectif moyen des acariens sur feuilles a montré que l'espece *T.urticae* est la plus abondante sur la Variété Valencia late, suivie de *P.citri* puis *E.Orientalis*. Tandis que sur la variété Nules l'effectif de *T.urticae* et *P.citri* à été faible, alors que celui d'*E.orientalis* à été nul. La faune auxiliaire a été présente sur les 2 parcelles d'essai avec des ampleurs différentes. Les trois prédateurs à savoir *Typhlodromus.spp*, *E.stipulatis* et *P.persimilis* ont été présents sur Valencia late, tandis que ce dernier a été absent sur clémentine Nules.

Il est certes que certaines homologations de substances actives utilisées pendant des décennies au Maroc ont été retirées ces dernières années, car elles ont été estimé très dangereuses sur la biodiversité et leurs risques pour la santé et l'environnement. Par ailleurs, la nouvelle ordonnance marocaine sur les produits phytosanitaires homologués pour la lute contre les insectes ravageurs en vergers d'agrumes certifiés n'a laissé que deux matières actives le spirotetramate et chloropyriphos éthyl. En outre, pour une agriculture durable, il faut penser à des techniques alternatives comme la pulvérisation de pesticides à base de micro-organismes ou des produits naturels (pesticides biochimiques, huiles naturelles), car ces méthodes peuvent être tout aussi efficaces d'un point de vue agronomique et plus respectueuses de l'environnement.

## References bibliographiques

- Abbassi, S.,** N. Abbassi and R. Soni, (1998). Heavy metals in the environment, Mittal Publication, New Delhi, India .
- Aguilar H,** ( 1989). Presence of the red citrus mite *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) on *Carica papaya* L. in the southern region of Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, no. 14:61-67; 12 .
- Urbaneja A,** Raquel Abad-Moyano, Tatiana Pina, O´scar Dembilio, E Francisco Ferragut, (2009). Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. 47:49–61.
- Urbaneja A,** J. A. Jacas, Poliane Sá Argolo, (2014). Comparative toxicity of pesticides in three phytoseiid mites with different life-style occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* 54(4):371-394.
- Anonyme,** (1998). Les agrumes. Bureau des Ressources Génétiques, plate-forme espèces tropicales et méditerranéennes.
- Anonyme,** (2001a). Citrinae classification. EGID-Citrus Network. Janvier 2001. 39p. <http://corsica.corse.inra.fr/sra/egspec2.pdf>.
- Anonyme,** (2004). Information de marché dans le secteur des produits de base. Agrumes. CNUCED.
- Anonyme,** (2006). Distribution map of Quarantine pests for Europe *Phaeoramularia angolensis*. EPPO.
- Ansaloni T,** Pascual-Ruiz S, Hurtado MA et al (2008). Can summer and fall vegetative growth regulate the incidence of *Tetranychus urticae* Koch on clementine fruit? *Crop Protect* 27:459–464.
- APPPC,** (1987). Insect pests of economic significance affecting major crops of the countries in Asia and the Pacific region. Technical Document No. 135. Bangkok, Thailand: Regional FAO Office for Asia and the Pacific (RAPA).
- Aucejo-Romero S,** Go´mez-Cadenas A, Jacas-Miret JA (2004). Effects of NaCl-stressed citrus plants on lifehistory parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 33:55–68.
- ASPAM,** (2013). Statistiques de l’association des producteurs d’agrumes du Maroc Lavieec.
- Avidov, Z.** and Harper, I, (1969). *Plant Pests of Israel*. Israel Universities, Jerusalem.
- Baker EW,** Tuttle DM, (1994). *A guide to the spider mites (Tetranychidae) of the United States*. West Bloomfield, USA; Indira Publishing House, 347 pp.

- Baker, E.W.**, (1983). Pests not known to occur in the United States or of limited distribution. No. 41: oriental red mite. APHIS 81-43. USDA, Washington, Etats-Unis.
- Barkley, N.A.**, Roose, M.L., Krueger, R.R., & Federici, C.T, (2006). Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *Theor. Appl. Genet.*,
- Beattie GAC**, Roberts EA, Vanhoff CL, Flack LK, (1991). Effects of climate, natural enemies and biocides on three citrus mites in coastal New South Wales. *Experimental & Applied Acarology*, 11(4):271-295; 87 ref.
- Bedford, ECG** ; Van Den Berg, MA ; De Villiers, EA, (1998). Citrus pests in the Republic of South Africa. 2nd Ed. 287 pp. Institute for Tropical and Subtropical crops, Nelspruit, RSA.
- Ben-Dov, Y.**, (2011). An updated checklist of the scale insects (Hemiptera: Coccoidea) of the Margarodidae *sensu lato* group. *Zootaxa* 2859: 1-62.
- Benziane T.**, (2003). De la lutte dirigée à la lutte intégrée contre les principaux ravageurs en vergers d'agrumes au Maroc : cas de la région du Gharb
- 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.
- Biche, M.**, Siafa, A., Adda, R et Agagna, Y, (2010). Evaluation of Spirotetramat (insecticide) on scale insects on citrus in Algeria. IOBC/WPRS Working Group "integrated control in citrus fruit crop". Morocco.
- BLACKBURN V. L. and MILLERT D. R.**, (1984). Pests not known to occur in the United States or of limited distribution. Black parlatoria scale, n° 44, 13 p.
- Bodenheimer F. S.**, (1951). Citrus Entomology in the Middle East. Junk W. Publisher, Hague, Netherland. 663 pp.
- Book** :Integrated Control of Citrus Pests in the Mediterranean Region publié par Vincenzo Vacante,Uri Gerson.
- Breukel L.M.** & Post A, (1959). The influence of manurial treatment on the population density of *Metatetranychus ulmi* (Koch) (*Acari, Tetranychidae*). *Entomol. exp. appl.* 2:38-47.
- CABI, 2001**,Crop Protection Compendium.  
<http://www.cabi.org/>.
- CABI**, (2010), Invasive Species Compendium, management, *C. floridensis*.  
<http://www.cabi.org/>.
- CABI**, (2011). Crop Protection Compendium, management, *C. dictyospermi*.  
<http://www.cabi.org/>.

- CABI**, (2005). Crop Protection Compendium, 2005 Edition. © CAB International Publishing. Wallingford, UK. [www.cabi.org](http://www.cabi.org)EPPO. European and Mediterranean Plant Protection.
- Chaboussou F**, (1969) .Recherches sur les facteurs de pullulation des acariens phytophages de la vigne à la suite des traitements pesticides du feuillage. Thèse Fac. Sciences,Paris: 238p.
- Chang**, D.C.; Leu, T.S, (1986). Seasonal population changes of spider mites on carambola and their chemical control. Plant Protection Bulletin Taiwan 28, 263-272.
- Chang, K.C. and Huang, L.L**, (1988). A preliminary study on the control of cottony cushion scale by Australian ladybeetle. *Acta Entomologica Sinica* 12(5/6): 688-700.
- Chao, J. and Zeng, X.H**, (1997). Control of *Parlatoria pergandii* Comstock with buprofezin. *Grassland of China* 5: 1-46.
- Cloyd, R.A., K.A. Williams, F.J. Bryne, and K.E. Kemp**, (2012). Interactions of light intensity, insecticide concentration, and time on the efficacy of systemic insecticides in suppressing populations of sweetpotato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and the citrus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology* 105: 505-517. Comstock Publishing Associates. 560 pp.
- D. A. Raworth**, D. R. Gillespie, M. Roy & H. M. A. Thistlewood, (2002). "*Tetranychus urticae* Koch, twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae)". In Peter G. Mason & John Theodore Huber. *Biological Control Programmes in Canada, 1981–2000*. CAB International. pp. 259–265.
- Danzig EM**, Pellizzari G, (1998). Diaspididae. In: Kozár F, ed. Catalogue of Palaearctic Coccoidea. EPPO, 2002. PQR database (version 4.1). European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France.
- Davidson RH**, Lyon WF, (1987). *Insect pests of farm, garden, and orchard*. New York, USA: John Wiley & Sons, 640pp.
- Davidson, J.A. and Miller, D.R**, (1990). Ornamental plants. In. Rosen, D. (eds.). Armoured scale insects, their biology, natural enemies and control, vol 4B. Elsevier, Amsterdam, pp. 603-632.
- DeBach P**, Rosen D, (1991). Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 440 pp.
- De-Rocca-Sierra**, & Ollitrault, P. (1992). Les ressources génétiques chez les agrumes. Le courrier de l'environnement de l'INRA, **Deshpande**, R.R.; Shaw, S.S.; Shrivastav, R.C.; Mandloi, K.C. (1988) .Relative toxicity of pesticides
- Dhooria**, M.S.; Butani, D.K, (1984) .Citrus mite, *Eutetranychus orientalis* (Klein) and its control. *Pesticides* 18, 35-38.

- Dhorria**, M.S., Sandhu, G.S., Khangura, J.S., and Dhatt, A.S, (1982). Incidence of citrus mite, *Eutetranychus orientalis* (Klein) on different varieties of almond in Ludhiana. Punjab Hortic. J. 22(1/2): 110-112.
- EL macane** walali lyoudi .et Skirdj A., et Ellatir H., (2003). Les agrumes, fiche technique. Institut agronomique et vétérinaire HASSAN II Rabat. PNTA N°9. -FAO (2011), Division de la Statistique.
- EPPO**, 2003. PQR database (version 4.2). European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France.
- EPPO/CABI**, (1997). "Eutetranychus orientalis" In: Quarantine pests for Europe 2nd edition (Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R. Holderness, M. editors). CAB International Wallingford, UK. et du développement rural et FAO, 36 p.
- FAO**, (2012), Guide conçu grâce au financement de la FAO – Algérie Régional Integrated Pest.
- FAO**, Agrumes frais et transformés, statistiques annuelles.
- Ferris** GF, (1937). Atlas of the Scale Insects of North America, Series 1, Vol. 1. Serial Nos. SI-1 to SI-136. Stanford University Press, California, USA.
- Gerson**, U. and Cohen, E, (1989). Resurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Experimental and Applied Acarology* 6: 29-46.
- Gerson**, U.; Kenneth, R.; Muttath, T.I. (1979). *Hirsutella thompsonii*, a fungal pathogen of mites. *Annals of Applied Biology* 91, 29-40.
- Gordon R.D.** & Chapin E.A, (1983). A revision of the new world species of *Stethorus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). *Trans. Amer. Ent. Soc.* v.109:229-276.
- Hall, D.G**, (1992). Sampling citrus and red mites and Texas citrus mites in young orange trees. *Proc. Annu. Meet. Fla. State Hort. Soc.* 105: 42-46.
- Heu, R.A**, (2002). Distribution and Host Records of Agricultural Pests and Other Organisms in Hawaii. Survey Program, Plant Pest Control Branch, Plant Industry Division, Department of Agriculture. Honolulu, Hawaii. 69 pp.
- Hmimina** M., Allam L., Ougass Y. & Marmouche A. (1994). Circonstances des pullulations de *Tetranychus urticae* Koch (*Tetranychidae*, *Acari*) en verger d'agrumes *Actes Inst. Agron. Vét. (Maroc)* 14 (1) : 45 -52 Anonyme (1979) La Culture des fraises. Ministère de l'Agriculture, Bruxelles.
- Hubner**, K, (2008). Report the next generation of servant. Ed. Bayer cropscience. Magazine N°2, 51 p.

- Jebbour Y., Abbassi M,** (2006). Recrudescence du pou violet *Parlatoria pergandii* (Comstock) (Homoptera : Diaspididae), sur agrumes au Maroc : biologie et écologie de l'espèce (Université Moulay Ismail).
- Jeppson, L.R,** (1953). Systemic insecticides: entomological aspects of systemic insecticides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1: 830-832.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., and Baker, E.W,** (1975). *Mites Injurious To Economic Plants*. University of California Press: Berkeley.
- Jeppson, L.R., M.J. Jesser, and J.O. Complin,** (1952). Tree trunk application as a possible method of using systemic insecticides on citrus. *Journal of Economic Entomology* 45: 669-671.
- Jeppson, R.L., M.J. Jesser, and J.O. Complin,** (1954). Seasonal weather influences on efficiency of Systox applications for control of mites on lemons in southern California. *Journal of Economic Entomology* 47: 520-525.
- Johnson WT, Lyon HH,** (1991). *Insects El Ghanmi that Feed on Trees and Shrubs*. 2<sup>nd</sup> ed., rev.
- Keizer, M. and Zuurbier, J.** Red Spider Mite. Namibian crop pests. Kuhnhold, J., Klueken, A.M., de Maeyer, L., Van Waetermeulen X., Bruck E. et Elbert A, (2008). Movento, an innovative solution for sucking insect pest control in agriculture. Ed. Bayer cropscience. *Journal N° 61*, Pp 279 – 306.
- Lal, L,** 1977. Studies on the biology of the mite *Eutetranychus orientalis* (Klein) (Tetranychidae: Acarina). *Entomol.* 2(1): 53-57.
- Liburd OE, White JC, Rhodes EM, Browdy AA,** (2007). The residual and direct effects of reduced-risk and conventional miticides on twospotted spider mites, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), and predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Florida Entomologist* 90. (9 April 2013).
- Livre :** Edition 2011, Ravageurs des végétaux d'ornement: Arbres, arbustes, fleurs Par David V..Alford
- Loussert R.,** (1989), Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes, V1:03-41
- Luro, F., Rist, D., & Ollitrault, P,** (2001). Evaluation of genetic relationships in citrus genus by means of sequence tagged microsatellites. *Acta Hort. (ISHS)*, 546, 237-242.  
doi:<http://www.actahort.org/books/546/54627.htm>.
- M,** 1989. Red citrus mite, *Panonychus citri* McGregor, identified [in Morocco]. FAO Plant
- Malais & Ravensberg,** (1993). Les araignées et leur ennemi naturel. Connaitre et reconnaître, mode de vie des ravageurs de serre et leur ennemi naturel. Koppert biological systems, 190p.



- MAPM/DSS/OC/EACCE**, (2013). Management Programme in the Near East /GTFS/REM/070/ITA.Ministère de L'Agriculture et du Développement Rural Institut National de la Protection des Végétaux.
- Marquez AL**, Wong E , Garcia E, Olivero J, (2008) . Efficacy assay of different phytosanitary chemicals for the control of *Eutetranychus orientalis* (Klein((Oeiental spider Mite) on fine lemon and valencia-late orange crops.
- McMurtry, J.A.**, (1985). Citrus. In: Spider mites their biology, natural enemies and control (Ed. by Helle, W.; Sabelis, M.W.), pp. 339-347. World Crop Pests 1(B). Elsevier, Amsterdam, Pays-Bas.
- McMurtry, J.A.** (1985). Citrus. In: Helle, W. and Sabelis, M.W. (eds.). Spider Mites, their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pests 1(B). Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 339-347.
- McMurtry, J.A.**, Shaw, J.G. and Johnson, H.G, (1979). Citrus red mite populations in relation to virus disease and predaceous mites in Southern California. *Environmental Entomology* **8**: 160-164.
- Meyer, M.K.P.S**, (1974). A revision of the Tetranychidae of Africa (Acari) with a key to genera of the world. Entomology Memoir, Department of Agricultural Technical Services, Republic of South Africa No. 36.
- Meyer, M.K.P.S**, ( 1987). African Tetranychidae (Acari: Prostigmata). Ent. Mem. Dept. Agr. Tech. Ser. Rep S. Afr. 69: 1-175.
- Ministère** de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM), 2013. Direction de la Stratégie et des Statistiques .
- Monastero, S**, (1962). Le cocciniglie degli agrumi in Sicilia (*Mytilococcus beckii* New, *Parlatoria zizyphus* Lucas, *Coccus hesperidum* L., *Pseudococcus adonidum* L., *Coccus oleae* Bern., *Ceroplastes rusci* L.). *Bollettino dell' Istituto di Entomologia Agraria dell Università Palermo* **4**:
- Nauen, R.** Reckmann, U. Thomzik, J et Thielert, W,( 2008). Biological profile of Spirotetramat (Movento®), a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against. OEPP/EPPO (1990) Exigences spécifiques de quarantaine. Document technique de l'OEPP n° 1008.
- OISAT**. Online Information Service for Non-Chemical Pest Management in the Tropics. [www.oisat.org](http://www.oisat.org)
- ORMVAG** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVA du Gharb, 2002)



**Osborne LS, Ehler LE, Nechols JR, (1999).** Biological control of the twospotted spider mite in greenhouses. (9 April 2013).

Osborne LS. Peña JE, Oi DH, (1995). Predation by *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: formicidae) on twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) in Florida Greenhouses. *Florida Entomologist* 78. (9 April 2013).

**Osman, A.A.** 1976, (publ. 1980). The role of alfalfa in dispersing tetranychid mites to other crops. *Bull. Soc. Ent. Egypte* 60: 279-283.

**Pellizzari, G.** (2010), New Data on the Italian Scale Insect Fauna (Hemiptera, Coccoidea). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 45(1): 89-92.

**PODSIADLO E. and BUGILA A., (2007)** .Morphology of the second-instar males of *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae). Proceedings of the XI international symposium on scale studies, p. 51 - 53.

**Polese, J. M,** (2008). La culture des agrumes In Artemis (Ed.) (pp. 93).

**Praloran J.C,** (1971): Les Agrumes. Techniques agricoles et productions tropicales. Pub. G-P Maisonneuve et Larose, France. 561 p.

**QDPI/HRDC,** (1997) "Oriental Spider Mite" In: Citrus pests and their natural enemies (Smith, D., Beattie, G.A.C., Broadley, R. editors). DPI Publications.

**QUILICI S., 2003** - Analyse du risque phytosanitaire (ARP); organisme nuisible : *Parlatoria ziziphi* sur les agrumes. 28 p.

**Reyes Bello, J.C., González F.G., Kondo, T.** (2010).First record of the Spider Mite Predator, *Stethorus tridens* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) preying upon the red avocado mite, *Olygonychus yothersi* McGregor (Acari: Tetranychidae). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 11(2):15-19.

**Rosen, D. and DeBach, P,** (1979). Species of *Aphytis* of the world (Hymenoptera: Aphelinidae). In. (eds.). Junk, W. Series Entomologica 17. The Hague, Boston, pp. 780-801.

**Sharaf, N.S,** (1989) Monitoring spider mite populations on lemon for effective control with flubenzimine and omethoate. *Dirasat* 16, 53-64.

**Smaili M. C, M. Abbassi, J. A. Boutaleb and A. Blenzar,** (2013), Richesse spécifique des ennemis naturels associés aux vergers d'agrumes au Maroc: Intérêt et implication pour la lutte biologique

**Smith-Meyer, M.K.P,** (1981).Mite pests of crops in southern Africa. *Science Bulletin, Department of Agriculture and Fisheries, Republic of South Africa,* (No. 397): 65-67.

- Soto, A.J., Costa-Comelles, A.A. and Rodriguez, J.M.**, (1994). Eficacia de algunos plaguicidas sobre los cóccidos diaspinos *Lepidosaphes beckii* (Newman) y *Parlatoria pergandii* Comstock
- Stathas, G.J.**, (2001). Ecological data on predators of *Parlatoria pergandii* on sour orange trees in southern Greece. *Phytoparasitica* 29(3): 207-214.
- Stathas, G.J., Eliopoulos, P.A. and Japoshvili, G.**, (2008). A study on the biology of the diaspidid scale *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) in Greece. Proceedings of the XI International Symposium on Scale Insect Studies, Lisbon, Portugal, pp. 95-101.
- Swingle, W. T., & Reece, P. C.**, (1967). The botany of citrus and its wild relatives . In W. Reuther, L. D. Batchelor & H. J. Webber (Eds.). The Citrus Industry (Vol. 1, pp. 130-190): University of California Berkeley.
- Swirski, E., Gokkes, M. and Amitai, S.**, (1986). Phenology and natural enemies of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in Israel. *Israel Journal of Entomology* 20: 37-44..
- Tuttle DM, Baker EW**, (1968). Spider Mites of Southwestern United States and a Revision of the Family Tetranychidae. University of Arizona Press.143 pp.
- Van de Vrie M., McMurtry J.A. & HufTaker C.B.**, (1972). Ecology of Tetranychid mites and their natural enemies: A Review III Biology, Ecology and Pest Status and Host Plant Relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41: 343-432.
- Van Ee, S.**, (2005). La culture fruitière dans les zones tropicales. Wageningen.
- Walker, A.K. and Deitz, L.L.** (1979). A review of entomophagous insects in the Cook Islands. *New Zealand Entomological* 7: 70-82.
- WATANABE, M. A.; F. J. TAMBASCO; E. A. B. DE NARDO; R. I. VIANA & G. D. PEREIRA**, (2000a). Competition between *Selenaspidus articulatus* and *Parlatoria ziziphi* scales in orchards in the citrus region of São Paulo State. **Laranja** 21(1): 81-97.
- Wedding, R.T.**, (1953). Plant physiological aspects of the use of systemic insecticides. *Agricultural and Food Chemistry* 1: 832-834.
- Xiao Y. & Fadamiro H. Y.**,(2010). Functional response and prey stage preferences of three species of predacious mites on citrus red mite, *Panonychus citri*. *Biological control* 53: 345-352.
- Zahri S.**, (2002). Contribution à l'étude des acariens tétranyques sur agrumes dans la région du Gharb et élaboration d'une base de données sur la gestion phytosanitaire des agrumes. Mémoire de 3ème cycle. ENA de Mekness. 114p.