

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر  
ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE – EL HARRACH- ALGER

# THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques  
Option : Santé Végétale en Milieu Agricole et Forestier

# SUJET

**Effet de la plante-hôte et des conditions environnementales sur  
l'écologie de quelques espèces de cochenilles diaspidines sur  
agrumes (Homoptera : Diaspididae) dans deux régions : Rouïba et  
Oued El Alleug**

Présenté par : M<sup>lle</sup> AROUA Khaoula

Soutenu le : 03/11/ 2020

*Devant le jury :*

<i>Président :</i>	Mr. BENZEHRA A.	Professeur (E.N.S.A. El Harrach)
<i>Promoteur :</i>	Mr. BICHE M.	Professeur (E.N.S.A. El Harrach)
<i>Co-promoteur:</i>	Mr. KAYDAN M. B.	Professeur (Univ. Çukurova Adana, Turquie)
<i>Examineurs :</i>	M <sup>me</sup> MARNICHE F.	Professeur (E.N.S.V. El Harrach)
	M <sup>me</sup> BELGUENDOZ R.	Maître de conférences-A (Univ. Blida)
<i>Invité :</i>	Mr. SAHRAOUI L.	Docteur (E.N.S.A. El Harrach)

*Année universitaire: 2019/2020*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à :*

*À mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père **Abdelouahab***

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman **Sabah AROUA**. Que j'adore.*

*Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour à tous mes frères, mes sœurs, je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements :*

*À mes très chers frères : **Azzeddine, Abdelkarim et Mohamed Heithem**.*

*A ma chère sœur **Djihad** ; Je te remercie pour ton amour et affection si sincère.*

*A ma chère sœur **Imen**, son époux **BOUNAB Mohamed Lamine** et à leur chère bébé '**Mohamed Ishaq**'. Pour toute l'aide et le soutien dans tous les moments les plus difficiles*

*Mon cher grand-père maternel Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

*À toute la famille : **AROUA**.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude,*

*À tous mes amis.*

*À toute la promotion de zoologie que je n'oublierai jamais.*

**Khaoula**

# Remerciement

*En premier, je remercie **ALLAH** le tout puissant pour m'avoir accordée le courage, la force et la patience de mener à bien ce modeste travail*

*Il m'est très agréable d'exprimer ma profonde gratitude et d'adresser mes vifs remerciements à **Mr. BICHE M.**, professeur à l'Ecole National Supérieure Agronomique, d'El Harrach, pour avoir accepté de m'encadrer, ainsi que pour sa patience, son aide ses précieux conseils et orientations et surtout sa sympathie*

*Et je veux remercier aussi **Mr. KAYDAN M. B.** professeur à l'université de Çukurova, Adana (Turquie) pour avoir accepté d'être co-directeur de thèse, et ses orientations, sa confiance et ses conseils, tout au long de ce parcours scientifique.*

*Mes sincères remerciements et surtout respect à **Mr. BENZEHRA A.** professeur à l'Ecole National Supérieure Agronomique d'El Harrach pour m'avoir honorée en acceptant de présider le jury de cette thèse.*

*Que **Mme. MARNICHE F.** professeur à l'Ecole National Supérieure Vétérinaire d'El Harrach, **Mme. BELGUENDOZ R.** Maître de conférences-A à l'université de Blida, et **Mr. SAHRAOUI L.**, ingénieur principal à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach trouvent ici mes profonds remerciements pour avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je remercie aussi **Mr. ACHIRI T. D.**, M<sup>lle</sup> **MERJEM A.**, M<sup>lle</sup> **DAHOUI R.**, M<sup>lle</sup> **Ecran C.** et **Mr. MEHATLA F.** pour leurs aides, encouragements et leur support psychologique.*

*Enfin je remercie tous mes amis et toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*A tout le personnel de Zoologie, j'adresse mes sincères remerciements.*

## Liste des tableaux

	Pages
<b>Tableau 1</b> : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.....	06
<b>Tableau 2</b> : Pluviométrie mensuelle de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.....	08
<b>Tableau 3</b> : Humidité relative ( <b>H R</b> ) moyenne mensuelle de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.....	08
<b>Tableau 4</b> : Vitesse moyenne ( <b>V. moy.</b> ) des vents, exprimée en mètre par seconde ( <b>km/h</b> ), à la région de Rouïba en 2016 et 2017.....	09
<b>Tableau 5</b> : Les dix premiers pays producteurs d'agrumes.....	15
<b>Tableau 6</b> : Superficie, production, rendement et les taux d'accroissement des principaux agrumes en Algérie (2014 / 2015).....	17
<b>Tableau 7</b> : Dates de Floraisons et de maturations de quelques variétés d'agrumes.....	24
<b>Tableau 8</b> : Texture idéale d'un sol agrumicole.....	26
<b>Tableau 9</b> : Les principales maladies des agrumes.....	28
<b>Tableau 10</b> : Les principaux acariens et nématodes ravageurs des agrumes.....	28
<b>Tableau 11</b> : Les principaux insectes ravageurs des agrumes.....	29
<b>Tableau 12</b> : Quelques champignons utilisés dans la lutte contre les cochenilles diaspines.....	44
<b>Tableau 13</b> : Analyses de laboratoire et leurs méthodes.....	77
<b>Tableau 14</b> : Inventaire des espèces cochenilles recensées dans les deux vergers (clémentinier et oranger) à Rouiba et Oued Alleug (+ présence d'espèce).....	82
<b>Tableau 15</b> : Résumé des données d'archives réalisées sur les espèces de cochenilles d'agrumes signalées en Algérie sur les <i>Citrus</i> .....	94
<b>Tableau 16</b> : Degré d'infestation de <i>P.ziziphi</i> sur les deux variétés d'agrumes.....	97
<b>Tableau 17</b> : Décalage temporel de la population globale de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	100
<b>Tableau 18</b> : Décalage temporel de la population globale de <i>P.ziziphi</i> sur l'orange à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	102
<b>Tableau 19</b> : Décalage temporel de la population globale d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	131
<b>Tableau 20</b> : Variation de la fécondité en fonction de la date et la région.....	147
<b>Tableau 21</b> : Résultats physiques de deux sols.....	155
<b>Tableau 22</b> : Echelle d'interprétation du pH eau et les résultats d'analyse du sol.....	158
<b>Tableau 23</b> : Echelle internationale de mesure de la salinité pédologique et les résultats des analyses effectués de la conductivité électrique du sol des deux vergers...	159
<b>Tableau 24</b> : Normes d'interprétation du taux du calcaire du sol et les résultats d'analyse chimique de calcaire total.....	160
<b>Tableau 25</b> : Résultats d'analyses chimiques du sol des deux vergers.....	161
<b>Tableau 26</b> : Résultats d'analyses chimiques du sol des deux vergers.....	162
<b>Tableau 27</b> : Résultats d'analyse chimique de capacité d'échange cationique.....	163

## Liste des figures

	<b>Pages</b>
<b>Figure 1</b> : Proportions des classes de sols dans la Mitidja.....	05
<b>Figure 2</b> : Diagrammes pluviothermiques de Gaussen.....	12
<b>Figure 3</b> : Fruit d'oranger.....	20
<b>Figure 4</b> : Fleur d'oranger.....	20
<b>Figure 5</b> : Fleur de clémentinier.....	21
<b>Figure 6</b> : Fruit de clémentinier.....	21
<b>Figure 7</b> : Présentation du stylet.....	30
<b>Figure 8</b> : Différentes formes de Diaspididae.....	32
<b>Figure 9</b> : (a) : <i>P. ziziphi</i> sur une feuille et fruit d'agrume ; (b) : femelle fécondé du pou noir; (c) œufs du pou noir; (c) mâle du pou noir.....	36
<b>Figure 10</b> : Nymphe de premier stade mâle de <i>P. ziziphi</i> .....	38
<b>Figure 11</b> : Nymphe de premier stade femelle de <i>P. ziziphi</i> .....	38
<b>Figure 12</b> : Pygidium de la femelle de <i>P. ziziphi</i> .....	39
<b>Figure 13</b> : Cycle évolutif de <i>P. ziziphi</i> .....	42
<b>Figure 14</b> : Adulte de <i>Chilocorus bipustulatus</i> .....	44
<b>Figure 15</b> : Adulte de <i>Coniopteryx sp</i> .....	45
<b>Figure 16</b> : Puparium mâle.....	49
<b>Figure 17</b> : Cycle biologique du pou rouge de Californie <i>A.aurantii</i> .....	51
<b>Figure 18</b> : Relation physique plantes - diaspines (a : Bouclier, corps de la femelle, c : œufs, d : tissus végétaux, e: Stylets.....	55
<b>Figure 19</b> : Coupe transversale et longitudinale montrant le trajet du stylet.....	56
<b>Figure 20</b> : Relations anatomiques du labium (lb) et des stylets (st) chez <i>P. manihoti</i> (cl: "clypéus", Cr: "crumena").....	58
<b>Figure 21</b> : L'EPG.....	59
<b>Figure 22</b> : Observations histologiques montrant le trajet du stylet et le Site d'alimentation d' <i>Anomalococcus indicus</i> .....	60
<b>Figure 23</b> : Besoins d'une plante en eau et éléments nutritifs.....	62
<b>Figure 24</b> : Composition moyenne d'une plante en matière sèche.....	63
<b>Figure 25</b> : Principaux symptômes de carences chez les végétaux.....	67
<b>Figure 26</b> : Localisation des vergers d'oranger et de clémentinier à Rouiba.....	70
<b>Figure 27</b> : Localisation des vergers d'oranger et de clémentinier à Oued Alleug.....	71
<b>Figure 28</b> : Verger de clémentinier.....	71
<b>Figure 29</b> : Verger d'oranger.....	71
<b>Figure 30</b> : Schéma de dispositif expérimental.....	72
<b>Figure 31</b> : Echantillonnage du sol.....	73
<b>Figure 32</b> : Schéma du protocole expérimental de la collecte, la conservation et le montage des cochenilles.....	75
<b>Figure 33</b> : Sol séché.....	76
<b>Figure 34</b> : Mortier et pilon.....	77
<b>Figure 35</b> : Un tamis et le sol tamisé.....	77
<b>Figure 36</b> : Femelle adulte d <i>A. aurantii</i> .....	82
<b>Figure 37</b> : Femelle adulte de <i>Ch. aonidum</i> Linnaeus recueillie dans la région de Rouiba... .....	83
<b>Figure 38</b> : Femelle adulte de <i>L. beckii</i> Newman.....	84
<b>Figure 39</b> : Femelle adulte de <i>P. pergandii</i> Comstock.....	85

<b>Figure 40</b> : Femelle adulte de <i>P. ziziphi</i> Lucas.....	86
<b>Figure 41</b> : Femelle d' <i>I. purchasi</i> Maskell.....	87
<b>Figure 42</b> : Femelle de <i>Pl. citri</i> Risso, caractères généraux microscopiques.....	88
<b>Figure 43</b> : Femelle adulte de <i>P. solenopsis</i> Tinsley Recueillie dans la région de Rouïba....	89
<b>Figure 44</b> : Femelle adulte <i>P. solenopsis</i> recueillie dans la région de Rouïba .....	91
<b>Figure 45</b> : Fréquence d'occurrence et abondance relative des espèces de cochenilles recensées sur le clémentinier dans les deux vergers d'étude.....	92
<b>Figure 46</b> : Fréquence d'occurrence et abondance relative des espèces de cochenilles recensées sur l'oranger dans les deux vergers d'étude.....	93
<b>Figure 47</b> : Taux d'infestation des stades évolutifs de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	98
<b>Figure 48</b> : Fluctuation des effectifs de la population globale de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017....	99
<b>Figure 49</b> : Fluctuation des effectifs de la population globale de <i>P.ziziphi</i> sur l'orange à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	101
<b>Figure 50</b> : Fluctuation des larves du 1er stade de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	104
<b>Figure 51</b> : Fluctuation des larves du 1er stade de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	105
<b>Figure 52</b> : Fluctuation des larves du 2eme stade de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	106
<b>Figure 53</b> : Fluctuation des larves du 2 <sup>eme</sup> stade de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	107
<b>Figure 54</b> : Fluctuation du stade nymphal de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	108
<b>Figure 55</b> : Fluctuation du stade nymphal de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	108
<b>Figure 56</b> : Fluctuation des femelles de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	110
<b>Figure 57</b> : Fluctuation des femelles de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	111
<b>Figure 58</b> : Fluctuation des mâles de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	112
<b>Figure 59</b> : Fluctuation des mâles de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	112
<b>Figure 60</b> : Fluctuation des vols des mâles de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	113
<b>Figure 61</b> : Fluctuation des vols des mâles de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	114
<b>Figure 62</b> : Distribution saisonnière des larves mobiles de <i>P. ziziphi</i> sur le clémentinier et l'oranger, dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug.....	116
<b>Figure 63</b> : Distribution selon l'organe végétal des populations de <i>P. ziziphi</i> sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	118
<b>Figure 64</b> : Distribution cardinale des populations de <i>P. ziziphi</i> sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	119
<b>Figure 65</b> : Fécondité moyenne de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	120

<b>Figure 66</b> : Fécondité moyenne de <i>P.ziziphi</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	121
<b>Figure 67</b> : Fécondité moyenne saisonnière chez <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier et sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	122
<b>Figure 68</b> : Fécondité moyenne selon l'organe végétal chez <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier et sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017...	123
<b>Figure 69</b> : Fluctuation des effectifs de la population globale d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	130
<b>Figure 70</b> : Fluctuation des larves du 1er stade de d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	133
<b>Figure 71</b> : Fluctuation des larves du 2eme stade d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	134
<b>Figure 72</b> : Fluctuation du stade nymphal d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	135
<b>Figure 73</b> : Fluctuation des femelles d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	136
<b>Figure 74</b> : Fluctuation des mâles d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	137
<b>Figure 75</b> : Fluctuation des vols des mâles d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	138
<b>Figure 76</b> : Classement des moyennes pour le facteur date.....	139
<b>Figure 77</b> : Classement des moyennes pour le facteur stade.....	140
<b>Figure 78</b> : Distribution saisonnière des larves mobiles d' <i>A. aurantii</i> sur oranger, à Rouïba et Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	141
<b>Figure 79</b> : Fécondité moyenne saisonnière chez <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	143
<b>Figure 80</b> : Distribution selon l'organe végétal des populations d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	144
<b>Figure 81</b> : Distribution cardinale des populations d' <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	145
<b>Figure 82</b> : Fécondité moyenne chez <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.....	147
<b>Figure 83</b> : Fécondité moyenne saisonnière chez <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug en 2016 et 2017.....	148
<b>Figure 84</b> : Fécondité moyenne selon l'organe végétal chez <i>A. aurantii</i> sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug en 2016 et 2017.....	149
<b>Figure 85</b> : Influence de la réaction du sol sur l'assimilabilité des éléments nutritifs (Mathieux et Pieltain, 2003).....	157
<b>Figure 86</b> : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans le sol de clémentinier à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).....	166
<b>Figure 87</b> : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans le sol d'oranger à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).....	168
<b>Figure 88</b> : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).....	169
<b>Figure 89</b> : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans les feuilles d'oranger à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).....	170
<b>Figure 90</b> : Relation entre la fluctuation de l'azote et la fécondité de <i>P.ziziphi</i> sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba.....	171

<b>Figure 91</b> : Fluctuations des populations de <i>P.ziziphi</i> en fonction du taux d'azote assimilable sur clémentinier et oranger à Rouïba.....	172
<b>Figure 92</b> : Fluctuations des populations de <i>P.ziziphi</i> en fonction du taux de Phosphore sur clémentinier et oranger à Rouïba.....	173
<b>Figure 93</b> : Fluctuations des populations de <i>P.ziziphi</i> en fonction de la teneur en Potassium sur clémentinier et oranger à Rouïba.....	174
<b>Figure 94</b> : Fluctuations des populations de <i>P.ziziphi</i> en fonction de la teneur en Magnésium sur clémentinier et oranger à Rouïba.....	175

## Liste des cartes

	<b>Pages</b>
<b>Carte 1</b> : Localisation de la région d'étude dans la plaine de la Mitidja.....	04
<b>Carte 2</b> : Origine et extension des agrumes dans le monde.....	14
<b>Carte 3</b> : Répartition mondiale des agrumes.....	15
<b>Carte 4</b> : Répartition mondiale de <i>Parlatoria ziziphi</i> .....	34
<b>Carte 5</b> : Distribution d' <i>Aonidiella aurantii</i> dans le monde.....	47

## Liste des abréviations

**A. aurantii** : *Aonidiella aurantii*.

**ANOVA** : Analysis of variance.

**C. hesperidum** : *Coccus hesperidum*.

**CE** : Conductivité électrique.

**CEC** : Capacité d'échange cationique.

**Ch. aonidum** : *Chrysomphalus aonidum*.

**Ch. dictyospermi** : *Chrysomphalus dictyospermi*.

**ENSA** : Ecole nationale supérieure agronomique.

**F.A.O.** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**Fig.** : Figure.

**Hr** : Humidité relative.

**I. purchasi** : *Icerya purchasi*.

**K** : Potassium.

**Km** : Kilomètres.

**L** : litre.

**L. beckii** : *Lepidosaphes beckii*.

**L. gloverii** : *Lepidosaphes gloverii*.

**Max** : Maximum.

**Mg** : Magnésium.

**Min** : Minimum.

**ml** : Millilitre.

**MO** : Matière organique.

**Moy** : Moyenne.

**N** : Azote.

**O.N.M.** : Office National de la Météorologie.

**P (mm)** : Précipitation en millimètre.

**P** : Phosphore.

**P. pergandii** : *Parlatoria pergandii*.

**P. solenopsis** : *Phenacoccus solenopsis*.

**P. ziziphi** : *Parlatoria ziziphi*.

**Pl. citri** : *Planococcus citri*.

**Qx** : Quintaux.

**S. oleae** : *Saissetia oleae*.

**T (°C)** : Température en degré Celsius.

**Tab.** : Tableau.

**VPM** : Nombre des individus vivants, morts et parasités.

**µl** : Microlitre.

**%** : Pourcentage.

# Sommaire

**Pages**

Dédicaces	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des cartes	
Liste des abréviations	

<b>Introduction</b> .....	01
---------------------------	----

## **CHAPITRE I : Revue bibliographique**

<b>1 - Présentation de la région d'étude</b> .....	04
1.1 - Situation géographique de la région .....	04
1.2 - Facteurs abiotiques .....	05
1.2.1 - Facteurs édaphiques .....	05
1.2.2 - Facteurs climatiques .....	06
1.2.2.1 - Les températures.....	06
1.2.2.2 - La pluviométrie.....	07
1.2.2.3 - Humidité relative .....	08
1.2.2.4 - Les vents .....	09
1.3 – Facteurs biotiques .....	10
1.3.1 – Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude .....	10
1.3.2 - Données faunistiques ... ..	10
1.4 - Synthèse climatique.....	11
1.4.1 - Diagramme pluviothermiques de Gaussen.....	11
<b>2 - Présentation de la Plante Hôte: Les Agrumes</b> .....	13
2.1 - Origine et historique de la propagation des agrumes.....	13
2.2 - Importance économique .....	14
2.2.1- Dans le monde .....	14
2.2.2 - En Algérie.....	16
2.3 - Position taxonomique .....	17
2.4 – Description.....	19
2.4.1 - Les orangers.....	19
2.4.2 - Clémentinier ( <i>Citrus clementica</i> ) .....	20
2.5 – Phénologie .....	22
2.5.1 - La croissance végétative.....	22
2.5.2 - Le développement floral et fructification .....	23
2.5.3 - Calendrier culturel.....	23
2.5.4 - Dates de floraison et de maturation des agrumes .....	23
2.6 - Exigences Agro-climatiques de la culture des agrumes.....	24
2.6.1 - Exigences climatiques.....	24
2.6.2 - Exigences édaphiques.....	25
2.6.3-Techniques culturales.....	26
2.7 - Protection phytosanitaire .....	27

<b>3 - Données générales sur les cochenilles Diaspines</b> .....	30
3.1 - Les Diaspididae .....	31
3.1.1 - Le Pour noir, <i>Parlatoria ziziphi</i> .....	33
3.1.1.1 - Plantes hôtes .....	33
3.1.1.2 - Distribution et origine .....	33
3.1.1.3 - Classification taxonomique .....	34
3.1.1.4 - Description .....	35
3.1.1.5 - Dissémination et dispersion .....	39
3.1.1.6 - Importance économique et contrôle .....	40
3.1.1.7 - Cycle de vie .....	40
3.1.1.8 - Dégâts et symptômes .....	43
3.1.1.9 - Moyens de lutte .....	43
3.1.2 - Le Pou rouge de Californie <i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879) .....	46
3.1.2.1 - Plantes hôtes .....	46
3.1.2.2 - Origine et distribution .....	46
3.1.2.3 - Position systématique .....	47
3.1.2.4 - Biologie d' <i>Aonidiella aurantii</i> .....	48
3.1.2.5 - Cycle de développement de la cochenille <i>Aonidiella aurantii</i> .....	48
3.1.2.6 - Dégâts et symptômes .....	51
3.1.2.7 - Lutte contre <i>Aonidiella aurantii</i> .....	52
<b>4 - Nutrition minérale</b> .....	54
4.1 - Relation insecte-plantes hôtes .....	54
4.1.1 - Relation physique .....	54
4.1.1.1 - Mécanisme d'insertion du stylet et l'aspiration de la sève de la plante par les homoptères .....	54
4.1.2 - Relation chimique .....	57
4.1.2.1 - Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles. Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte .....	57
4.1.3 - Relation plantes hôtes – Hémiptères .....	58
4.2 - Nutrition minérale des agrumes .....	61
4.2.1 - Les macronutriments et les micronutriments .....	64
4.2.2 - Rôle physiologique des éléments minéraux essentiels .....	65
4.2.3 - Les problèmes de carences nutritionnelles en éléments nutritifs .....	65
4.3 - Les interactions entre éléments .....	67
4.4 - Les accidents végétatifs divers .....	67

## CHAPITRE II : Matériel et méthodes

<b>1 - Présentation des stations d'étude et matériel et méthodes</b> .....	69
1.1 - Choix des sites d'étude .....	69
1.2 - Sites d'étude .....	69
1.2.1 - Présentation de la station de Rouiba .....	69
1.2.2 - Présentation de la station d'Oued Alleug .....	70

<b>2 - Protocole expérimental</b> .....	71
2.1 - Sur le terrain.....	72
2.1.1 - Prélèvement des feuilles et des rameaux.....	72
2.1.2 - Prélèvement du sol.....	73
2.2- En laboratoire.....	74
2.2.1 - Collecte, conservation et détermination des cochenilles.....	74
2.2.2 - Examen des feuilles et des rameaux.....	76
2.2.3 - Dosage du sol.....	76
2.2.4 - Dosage des feuilles.....	78
<b>3 - Exploitation des données et analyse statistique</b> .....	79
3.1 - Fréquence d'abondance.....	79
3.2 - Fréquence d'occurrence.....	79
3.3 - L'exploitation des résultats d'écologie de <i>P. ziziphi</i> et d' <i>A. aurantii</i> .....	80

### CHAPITRE III : Résultats et discussion

#### Partie 1 : Coccidofaune des agrumes

<b>1. Etude de la coccidofaune des agrumes</b> .....	81
1.1. Etude du recensement.....	81
1.1.1 - Description de la nouvelle record <i>P. solenopsis</i> Tinsley*.....	90
1.1.2 - Occurrence et abondance.....	91
1.2 - Inventaire bibliographique sur les cochenilles des agrumes algérien.....	93
1.2.1- Plantes hôtes et origine.....	94
Discussion.....	95
Conclusion.....	96

#### Partie 2 : Ecologie de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug

<b>1 – Ecologie de la cochenille</b> .....	97
1.1 - Etude du degré d'infestation.....	97
1.2 - Dynamique globale.....	98
1.3 - Distribution saisonnière des larves mobiles en fonction des orientations cardinales.....	115
1.4 - Distribution spatiale des populations.....	117
1.5 - Distribution cardinale.....	118
1.6 - Etude de la fécondité.....	119
Discussion.....	124
Conclusion.....	127

**Partie 3 : Ecologie d'*A. aurantii* sur l'oranger dans la région  
de Rouïba et d'Oued Alleug**

<b>1 - Ecologie d'<i>Aonidiella aurantii</i></b> .....	129
1.1 - Dynamique globale de la population .....	129
1.2 - Distribution saisonnière des larves mobiles en fonction des orientations cardinales.....	140
1.3 - Distribution saisonnière des populations .....	142
1.4 - Distribution selon l'organe végétal des populations.....	143
1.5 - Distribution cardinale .....	144
1.6 - Etude de la fécondité .....	145
Discussion.....	149
Conclusion.....	153

**Partie 4 : Effet de la nutrition minérale des agrumes  
sur le développement de *P.ziziphi***

<b>1 - Propriétés du sol</b> .....	155
1.1 - Analyses physiques .....	155
1.1.1 - La texture .....	155
1.2 - Analyses biologiques .....	155
4.2.1 – La matière organique et l'azote total .....	155
1.3 - Analyses chimique .....	156
1.3.1 - Le pH .....	156
1.3.2 - Conductivité électrique (CE) .....	158
1.3.3 - Teneur en calcaire .....	159
1.4 - Teneur en nutriments .....	160
1.5 - La capacité d'échange cationique .....	162
Conclusion.....	163

<b>2 – Fluctuation des populations de <i>P. ziziphi</i> en fonction des éléments minéraux</b> .....	165
2.1 - Relation nutritionnelle entre la teneur de sol de clémentinier et d'oranger en éléments chimique et les populations de <i>P. ziziphi</i> .....	165
2.2 - Relation nutritionnelle entre la teneur des éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier et d'oranger en éléments chimique et les populations de <i>P. ziziphi</i> .....	168
2.2.1 - Effet de l'azote sur la fécondité de <i>P.ziziphi</i> .....	171
2.2.2 - Effet de l'azote sur la fluctuation des populations de <i>P. ziziphi</i> .....	171
2.2.3 - Effet de Phosphore sur la fluctuation des populations de <i>P.ziziphi</i> .....	172
2.2.4 - Effet de Potassium sur la fluctuation des populations de <i>P.ziziphi</i> .....	173
2.2.5 - Effet de Magnésium sur la fluctuation des populations de <i>P.ziziphi</i> .....	174
Discussion.....	175

<b>Conclusions générales</b> .....	178
<b>Perspectives</b> .....	183
<b>Références bibliographiques</b> .....	184
<b>Annexe</b>	
<b>Publications</b>	
<b>Résumé</b>	



# *Introduction*



## Introduction

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale à travers le monde entier. Les agrumes sont économiquement importants en valeur monétaire, puisque cette filière a un amont agricole et un aval industriel, car en plus des produits vendus frais, une certaine quantité est destinée à la transformation. Ils représentent le groupe de fruit le plus important du commerce international (**Koutti et Bounaceur, 2013**). Selon la **FAO (2016)**, la production mondiale d'agrumes durant l'année 2013/2014 était de 121 Millions de tonnes. Dans le bassin méditerranéen, la culture des agrumes est très diversifiée et très répandue. Elle joue un rôle essentiel dans l'alimentation, la santé humaine, l'industrie agroalimentaire et les revenus économiques par le biais de l'exportation (**Virbel-Alonso, 2011**). En Algérie, la production d'agrumes en 2015 a atteint les 13 419 940 qx (**FAO, 2016**). Malheureusement, cette production est confrontée à de plusieurs contraintes, dont les plus importantes sont celles liées aux maladies telle que : la psorose [*Citrus psorosis virus* (CPsV)], la tristeza [*Citrus tristeza virus* (CTV)] et la gommosse à *Phytophthora*. Ces maladies sont prédominantes dans les vieilles plantations. Les ravageurs (cochenille, pucerons, aleurodes, acariens, mineuse...) quant à eux causent également des dégâts énormes et influents sur la rentabilité des vergers d'agrumes (**Jacquemond et al., 2013**).

En culture, les agrumes sont très sensibles à des maladies cryptogamiques mais aussi à de beaucoup de ravageurs, qui causent des dégâts économiques, principalement au niveau des zones où les productions arboricoles sont importantes. En effet, parmi ces ravageurs, les cochenilles des agrumes apparaissent comme étant les deuxièmes ravageurs après la mouche méditerranéenne des fruits (**Bénassy et Soria, 1964**). La famille des Margarodidae, Pseudococcidae, Coccidae et Diaspididae renferme le plus grand nombre d'espèces qui causent des préjudices à cette culture (**Gullan et Cook, 2007**).

Les diaspines un des groupes d'insectes qui constituent les ravageurs les plus importants sur de nombreuses essences fruitières et forestières (**Cahuzac, 1986**). Ces insectes opophages affaiblissent l'arbre à cause de leurs piqûres, de leur prélevement continu de sève et à la suite de réduction de la surface photosynthétique des feuilles suite à l'installation de la fumagine.

La plante hôte est considérée comme un véritable facteur écologique qui intervient essentiellement dans la modification de certains paramètres biologiques de l'insecte (**Biche et Sellami, 1999**). Son influence sur la cochenille se révèle par une mortalité plus ou moins élevée, un allongement de la durée du développement et par des modifications de sa fécondité cela est en fonction de la variété de la plante hôte et de son état physiologique (**Biche, 1987**). D'après **Meziane et Dahman (1989)**, la localisation des cochenilles sur le végétal semble obéir à un phénomène chimique. Selon la composition physico-chimique de la plante, il peut se créer soit une répulsion, soit une attraction qui explique la spécificité, le polyphagisme ou l'immunité. Néanmoins, entre la plante hôte et l'insecte, les apports de nature nutritionnelle sont fondamentaux (**Chaboussou, 1975**).

D'ailleurs, la détermination et la répartition des diaspines restent matière à beaucoup d'autres recherches afin d'apporter une contribution au développement et à la préservation des cultures. Ainsi, l'essor actuel de l'agriculture notamment de l'arboriculture fruitière et de l'agrumiculture, pose de nombreux problèmes non seulement techniques et économiques mais aussi commerciaux, dû aux infestations causées par plusieurs insectes et champignons et plus particulièrement par les cochenilles diaspines (**Biche, 2012**).

Parmi ces diaspines, quatre espèces de la famille des Diaspididae sont connues comme étant des ravageurs redoutables et les plus fréquemment rencontrées sur les agrumes (**OEPP, 2001 in Belguendouz, 2014**) et classées d'après les précédents travaux par ordre de virulence, *Parlatoria ziziphi* Lucas espèce spécifique aux agrumes, *Aonidiella aurantii* Maskell espèce polyphages, *Lepidosaphes beckii* Newman et *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan espèce cosmopolites et polyphage.

De nombreuses études ont été faites sur la Biosystématique des cochenilles diaspines en Algérie (**Saighi, 1998 et Belguendouz et Biche, 2006**) et la bioécologie de quelques diaspines ravageurs des agrumes, notamment, *P. ziziphi* (**Balachowsky et Mesnil 1935 ; Ouzzani, 1984 ; Zellat, 1989 ; Zekri, 1993 ; Lasnami, 1993 ; Biche et Sellami ; Meziane, 2007 ; Belguendouz 2014 ; Aroua, 2015 ; Sadallah, 2015 et Beloued, 2017**) et *A. aurantii* (**kihali, 1992; Haddar, 2002 ; Biche et al., 2012 ; Belguendouz et al., 2013 ; Belguendouz, 2014 ; Biche et al., 2016 ; Chekkal, 2016 ; Guedada, 2016 ; Tabet, 2017 et Djeddai, 2017**).

Donc, afin d'enrichir nos connaissances sur les cochenilles d'agrumes, nous avons entrepris le travail en verger de clémentinier et d'oranger sur la coccidofaune des agrumes, ainsi que la bioécologie des principaux prédateurs *P. ziziphi* et *A. aurantii*. Cette étude a pour but, avant tout, de mettre à jour la coccidofaune des agrumes. L'étude a permis de rassembler les données obtenues à celles précédemment rapportés dans la littérature sur une période de 117 ans. Parallèlement, nous sommes intéressés également à l'influence des différents facteurs écologiques et spatio-temporel sur l'activité de ces cochenilles, et d'utiliser les résultats obtenus comme une base indispensable préalable à toute intervention de lutte.

Actuellement, en Algérie, les recherches sont beaucoup plus orientées sur l'importance des apports nutritionnels des agrumes et leurs influence sur l'évolution du Pou noir de l'oranger dont le premier travail est celui de **Belguendouz (2014)** qui a mis l'accent sur les relations chimiques et physico-chimiques entre l'insecte et sa plante hôte. Pour cela, nous avons essayé d'approcher le problème par l'étude de la relation entre les éléments minéraux dans le sol et dans les feuilles et le taux d'infestation de *P. ziziphi* sur deux agrumes ; à savoir le clémentinier et l'oranger. En se basant sur les travaux de **Chaboussou (1980)** qui considère que tout excès ou carence en relation avec la fertilisation organique azotée pourrait avoir des conséquences directes sur le verger : parasitisme mais également stimulation de l'alternance, baisse ou excès de vigueur et chute des rendements.

La présente étude rédigée s'articule autour de deux parties, dont la première partie est bibliographique avec quatre chapitres dans lesquels nous présentons : la présentation de la région d'étude, de la plante hôte et celle des deux cochenilles ainsi que la mise en évidence de la relation insecte/plante hôte. Dans la seconde partie qui est expérimentale, sont évoqués les caractéristiques générales des stations d'étude, la méthodologie d'étude adoptée ainsi que les résultats et discussions concernant la coccidofaune des agrumes, ainsi que la bioécologie de *P. ziziphi* et *A. aurantii* et l'étude de la relation entre les éléments minéraux dans le sol et dans les feuilles et le taux d'infestation de *P. ziziphi*. Ce travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.



# *Revue bibliographique*



## 1 - Présentation de la région d'étude

L'étude de milieu avec toutes ses composantes est nécessaire pour bien comprendre la distribution des êtres vivants dans leur biotope (**Dajoz, 1985**). Dans ce chapitre la situation géographique de la région d'étude est présentée en premier. Puis les facteurs abiotiques qui rassemblent les facteurs édaphiques, hydrographiques et climatiques du milieu sont développés. Enfin les caractéristiques biotiques floristiques et faunistiques de la partie orientale de la Mitidja sont exposés.

### 1.1 - Situation géographique de la région

Ce travail a été effectué dans deux sites d'étude faisant partie respectivement de la partie orientale et occidentale de la Mitidja. Le premier est une exploitation privée localisée dans la commune de Rouïba [ $36^{\circ}44'23.97''N$  ;  $3^{\circ}17'55.36''E$ ], située à 7 km de la mer Méditerranée et à une altitude de 17 m. Le deuxième site est une exploitation localisée dans la commune d'Oued Alleug [ $36^{\circ}33'00.35''N$   $2^{\circ}47'00.00''E$ ]. Elle se trouve à une altitude de 54 m. Les deux sites renferment plusieurs variétés d'agrumes. Cette expérimentation est menée dans un verger de clémentinier et d'oranger (Carte 1).



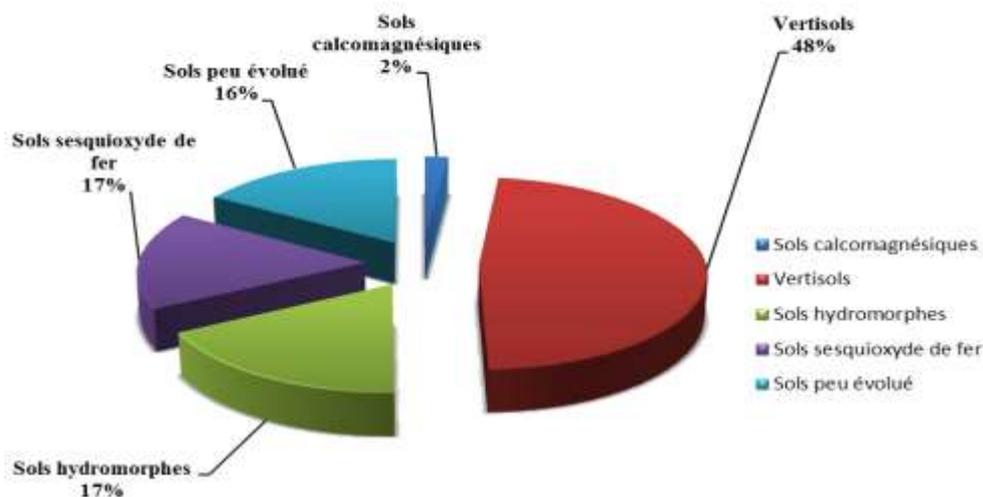
**Carte 1:** Localisation de la région d'étude dans la plaine de la Mitidja.

## 1.2 – Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques qui agissent sur les êtres vivants comprennent en premier lieu les caractères du sol, ce sont les facteurs édaphiques, puis les facteurs du climat, d'importance universelle et considérable; et les propriétés de l'eau ce sont les facteurs hydrographiques (Dreux, 1980).

### 1.2.1 - Facteurs édaphiques

Selon Dreux (1980), le sol peut être comparé à un véritable organisme vivant où ses propriétés physiques et chimiques ont une action écologique sur les êtres vivants aussi bien végétaux qu'animaux. La classification des sols dans la Mitidja conduit à distinguer entre les cinq classes suivantes (Fig. 1) : les sols peu évolués, les sols hydromorphes, les sols à sesquioxydes de fer, les vertisols, et les sols calco-magnésiques (carbonatés). La partie orientale est caractérisée par des sols provenant des cônes alluviaux quaternaires et rouges, leurs structures sont limono-argileuses. Les grès, le calcaire, les argiles et les marnes sont les principaux matériaux présents en Mitidja (Mutin, 1977).



**Figure 1:** Proportions des classes de sols dans la Mitidja (Mutin, 1977)

## 1.2.2 - Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie *et al.*, 1980). Ils ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des animaux, notamment sur les insectes (Dajoz, 1971) Pour cela, il est nécessaire d'étudier les principaux facteurs climatiques de cette région à savoir la température, les précipitations, l'humidité relative de l'air et le vent.

### 1.2.2.1 - Les températures

La température est un facteur écologique important (Dreux, 1980) qui détermine de grandes régions climatiques terrestre. Elle agit directement sur la vitesse de réaction des individus sur leur abondance et leur croissance (Mackenzie *et al.*, 2000 ; Sherwood *et al.*, 2016). Thoreau-Pierre (1976), explique que les êtres vivants ne peuvent exercer leurs activités que dans une fourchette de température allant de 0 à 35°C. En effet, selon Dajoz (2007) la température et les autres facteurs climatiques ont des actions diverses sur la physiologie et sur le comportement des insectes.

Le tableau 1 ci-dessous, regroupe les valeurs des températures enregistrées mensuellement pour les localités d'étude.

**Tableau 1 :** Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.

Régions	Facteurs	Mois / Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rouïba	T.moy.min	2016	12,8	7,4	6,4	9,7	11,5	15,3	19,2	19,2	17,3	15,6	10,2	8,3
		2017	4,9	7,3	7,4	8,9	12,6	17,8	20,3	22,6	16,7	11,7	7,6	5,6
	T.moy.max	2016	19,4	19,2	19,3	21,7	24,8	29,5	32	31,5	30,4	29,1	22	18,6
		2017	15,4	19	21,3	22	26,4	30,7	32,8	34	30,1	26,5	21	16,5
	T.moy.	2016	16,1	13,3	12,85	15,7	18,15	22,4	25,6	25,35	23,85	22,35	16,1	13,45
		2017	10,15	13,15	14,35	15,45	19,5	24,25	26,55	28,3	23,4	19,1	14,3	11,05
Oued Alleug	T.moy.min	2016	6	5,3	4,6	8,6	12,4	17,3	21,4	19,5	16,4	14,3	7,7	5,5
		2017	7	7,6	9,3	11,4	14,3	17,7	21,4	22,1	20	15,2	10,9	8,2
	T.moy.max	2016	12,7	11,5	12,1	18,5	22,1	28,4	33	31,7	27,2	23,6	13,1	10,6
		2017	14,2	15,5	17,3	19,9	23,3	26,8	30,9	31,7	28,2	23,3	18,5	15,3
	T.moy.	2016	9,35	8,4	8,35	13,55	17,25	22,9	27,2	25,6	21,8	18,95	10,4	8,05
		2017	10,6	11,55	13,3	15,65	18,8	22,25	26,15	26,9	24,1	19,25	14,7	11,75

(O.N.M. Dar El Beida, 2018 et <https://fr.tutiempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>)

Un mois est dit chaud lorsque sa température moyenne est supérieure à 20°C, et froid lorsque sa température moyenne est inférieure à 20°C (**Ramade 1984**).

Durant l'année 2016, l'analyse des températures montre que les basses températures sont notées au cours du mois de mars avec une température de 6,4°C pour la première région et au cours de mois de février avec une température moyenne de 5,3°C pour la deuxième région, Par contre, les hautes températures sont enregistrées au cours du mois de juillet avec une valeur moyenne de 25,6°C à Rouïba et de 27,2°C à Oued Alleug et une température maximale de 32°C pour la première région et de 33°C pour la deuxième région (Tab. 1).

Durant l'année 2017, l'examen des données mentionnées montre que les basses températures sont notées au cours du mois de janvier avec une température de 4,9°C pour la première région et de 7°C pour la deuxième région janvier est le mois le plus froid avec une température mensuelle moyenne de 10,15 à Rouïba et 10,6 à Oued Alleug et. Par contre août est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 31,7°C et une température maximale de 34°C (Tab. 1).

### **1.2.2.2 - La pluviométrie**

Selon **Mercier (1999)**, l'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique. La pluviométrie agit sur la vitesse du développement des animaux, leur longévité ainsi que sur leur fécondité. L'eau représente 70 à 90% des tissus des espèces végétales et animales en état de vie active. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune (**Dajoz, 1982 et 1996**).

D'après **Mutin (1977)**, les précipitations moyennes annuelles dans la Mitidja varient entre 600 et 900 mm. Pour la région d'étude, les valeurs des précipitations mensuelles sont présentées dans le tableau 2.

**Tableau 2:** Pluviométrie mensuelle de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.

Facteur	Régions	Mois / Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P (mm)	Rouiba	2016	78	81	125	35,1	37,8	2,54	0,76	0	5,34	8,89	101	190	664,95
		2017	257	16	55,9	21,3	8,38	4,58	0,51	2,28	35,1	16	202	158	777,00
	Oued Alleug	2016	96,3	86	218	53,3	47	13,5	2,54	0,25	8,88	10,9	62	176	774,23
		2017	116	85	92	64	58	26	2	4	34	66	114	130	791,00

(O.N.M. Dar El Beida, 2018 et <https://fr.tutiempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>)

Les précipitations de l'année 2016 ont atteint 664,95 mm dans la région de Rouïba et 774,23 mm et à Oued Alleug. Pour la première région, le mois de Décembre est le plus pluvieux avec 190 mm. Par contre, pour la deuxième région c'est le mois de mars qui est le plus pluvieux avec 218 mm. Le mois d'aout reste le plus sec dans les deux régions d'étude. (Tab. 2).

Durant l'année 2017, les précipitations annuelles ont atteint 777 mm dans la région de Rouïba et 799 mm et à Oued Alleug. Par ailleurs, le mois de Janvier est le plus pluvieux avec 257 mm pour la première région et le mois de mars avec 116 mm pour la deuxième région, et c'est le mois de juillet qui enregistre les précipitations les plus faibles (Tab. 2).

### 1.2.2.3 - Humidité relative

L'humidité est définie comme étant la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air. L'humidité relative de l'air est le rapport en pourcentage de la pression réelle de la vapeur d'eau à la pression de vapeur saturante à la même température (**Dreux, 1980**). Les différentes valeurs mensuelles de l'humidité relative de l'air sont rassemblées dans le tableau 3.

**Tableau 3 :** Humidité relative (HR) moyenne mensuelle de la région de Rouïba et d'Oued Alleug en 2016 et 2017.

Facteur	Régions	Mois / Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy/an
HR %	Rouiba	2016	78	72,3	75	76	70,4	65	66,8	64,5	63,7	68	70	83,7	59,58
		2017	79,7	71,3	72	72	70	68	66	66,3	67	70	75	79,3	71,39
	Oued Alleug	2016	72,4	76,9	79	67	59	44	40	48,4	55,6	52	68	81,1	61,96
		2017	81,6	73	62	61	76	39	32	40,9	47,2	54	64	84,8	59,49

(O.N.M. Dar El Beida, 2018 et <https://fr.tutiempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>)

D'après les résultats reportés dans le tableau 3, nous remarquons que les moyennes mensuelles d'humidité relative enregistrées durant l'année 2016 fluctuent entre 63,7% et 83,7% à Rouiba et entre 40% et 81,1% à Oued Alleug. Durant cette période, on note que le mois de décembre est le mois le plus humide de l'année.

Durant l'année 2017, Les moyennes mensuelles d'humidité relative enregistrées fluctuent entre 66% et 79,7% à Rouiba et entre 32% et 84,8% à Oued Alleug. Durant cette période, on note que le mois de janvier est le mois le plus humide de l'année pour la première région et le mois de décembre pour la deuxième région.

#### 1.2.2.4 - Les vents

Le vent constitue l'un des facteurs climatiques déterminants dans la variation d'un milieu. Il intervient dans la pollinisation anémophile et dans le déplacement des graines (**Seltzer, 1946**). Plus ou moins bénéfiques ou défavorables suivant leur force, leur direction et leur période d'intensité. Ainsi selon **Ramade (1984)**, le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a parfois une action très marquée sur la répartition des insectes et sur leur degré d'activité, il agit également en augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant qui gêne l'activité des insectes (**Faurie et al, 1980**).

Les valeurs mensuelles de la vitesse moyenne des vents sont regroupées dans le tableau 4.

**Tableau 4 :** Vitesse moyenne (**V. moy.**) des vents, exprimée en mètre par seconde (**km/h**), à la région de Rouïba en 2016 et 2017.

Régions	Facteur	Mois / Années	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rouiba	V.Moy(km/h)	2016	9,1	13,6	11,1	10	11,3	11,4	13,7	13,4	9,6	8,2	9,2	6,7
		2017	9,3	12,3	11	12,2	10,6	11,2	11,1	12,3	10,7	7,5	7,7	9,2

(O.N.M. Dar El Beida, 2018 et <https://fr.tutiempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>)

D'après le tableau 4, nous remarquons que les valeurs de la vitesse du vent notées au cours de l'année 2016, varient entre 6,7 et 13,7 km/h. Il est à constater que la plus grande vitesse du vent soit 13,7 km/h est enregistrée en juillet. Elle est suivie par une vitesse de 13,6 km/h obtenue en février. La plus faible vitesse est enregistrée en octobre avec 6,7 km/h. En 2017 nous remarquons que les valeurs de la vitesse du vent notées varient entre 7,5 et 12,3

km/h. Il est à constater que la plus grande vitesse du vent soit 12,3 km/h est enregistrée en août. Elle est suivie par une vitesse de 12,2 km/h obtenue en avril. La plus faible vitesse est enregistrée en octobre avec 7,5 km/h.

### 1.3 – Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques représentent l'ensemble des êtres vivants aussi bien végétaux qu'animaux. Selon **Lobo et al., (1997)**, la connaissance de la faune et la flore est un élément nécessaire pour la conservation de la biodiversité. Nous présentons ci-dessous, des données bibliographiques sur la faune et la flore de la partie orientale de la Mitidja.

#### 1.3.1 – Données bibliographiques sur la flore de la région d'étude

La Mitidja dispose d'une diversité floristique importante. La quasi-totalité des espèces qui existent ici caractérisent la flore méditerranéenne, renferme une grande diversité de culture (arboricole, herbacée et viticole), et par une flore naturelle très varié. (**Mutin, 1977**), plusieurs travaux sont réalisés sur la flore de la Mitidja. Parmi eux, il est à citer **Laumont (1951)**, **Belaid (1986)**, **Kheddam et Adane (1996)**, **Abdelkrim (2004)**, **Imache et al., (2011)**, **Tergou et al., (2014)**.

#### 1.3.2 - Données faunistiques

D'après **Mohammedi-Boubekka (2007)**, la faune de la Mitidja est très variée. Plusieurs travaux ont été réalisés tels que **Guessoum (1981)** et **Hamadi (1994)** sur les acariens et les Crustacées, **Kabassina (1990)**, **Boutera (1999)** et **Agrane (2001)** sur les insectes, ainsi que d'autres travaux réalisés sur les mammifères et les oiseaux.

La plaine est aussi sillonnée par des oueds et des cours d'eau ou des groupements végétaux comme les formations à peuplier blancs, frênes, eucalyptus et ormes se développent abondamment, en raison du microclimat qui règne dans ces milieux. La composition floristique spontanée varie en fonction de la saison et des types de cultures, cette diversité des agro systèmes offre divers refuges aux ravageurs constituant des foyers permanents d'infestation.

## 1.4 - Synthèse climatique

Selon **Faurie et al (1980)**, la température et les précipitations représentent les facteurs les plus importants pour caractériser le climat d'une région donnée. Les périodes humides et sèches sont mises en évidence grâce au diagramme pluviométrique de Gausson.

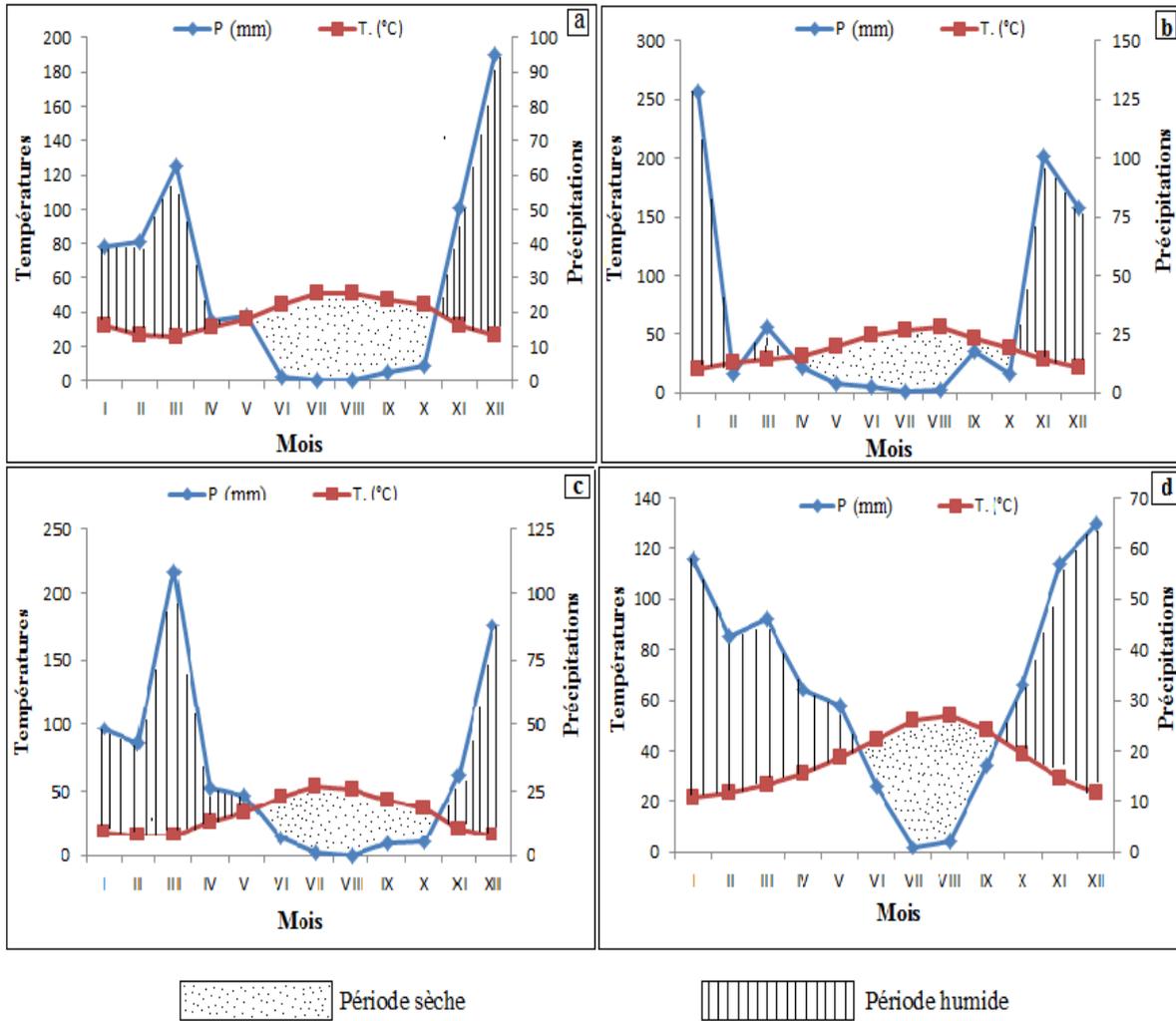
### 1.4.1 - Diagramme pluviométrique de Gausson

Le diagramme pluviométrique de Gausson permet de définir les mois secs. Un mois est considéré sec lorsque les précipitations mensuelles correspondantes exprimées en millimètres sont égales ou inférieures au double de la température exprimée en degré Celsius (**Mutin, 1977**). Le diagramme pluviométrique tracé pour un lieu est obtenu en portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée les précipitations et les températures. L'échelle des températures est double de celle des précipitations (**Gausson in Dajoz, 1982**).

Les diagrammes pluviométriques ci-dessus (Fig. 2), permettent de distinguer deux périodes : une période et une période sèche.

Dans la région de Rouïba durant l'année 2016 (Fig. 2 a), le diagramme montre que la période sèche s'étale sur 6 mois qui s'étale du mois de mai jusqu'à la fin octobre. Quant à la période humide, elle s'étale également sur 6 mois. Durant l'année 2017 (Fig. 2 b) le diagramme montre que la période sèche s'étale sur 7 mois du début du mois d'avril jusqu'à la fin octobre.

Dans la région d'Oued Alleug durant l'année 2016 (Fig. 2c), le diagramme montre que la période sèche s'étale sur 5 mois et 15 jours de la mi-mai jusqu'à la fin octobre, et durant l'année 2017 (Fig. 2d) le diagramme montre que la période sèche s'étale sur 4 mois et 15 jours de la mi-mai jusqu'à la fin septembre.



**Figure 2:** Diagrammes pluviothermiques de Gausse [de la région de Rouïba (a : 2016, b : 2017) ; et d'Oued Alleug (c : 2016, d : 2017)] (O.N.M. Dar El Beida, 2018 et <https://fr.tutiempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>).

## 2 - Présentation de la Plante Hôte: Les Agrumes

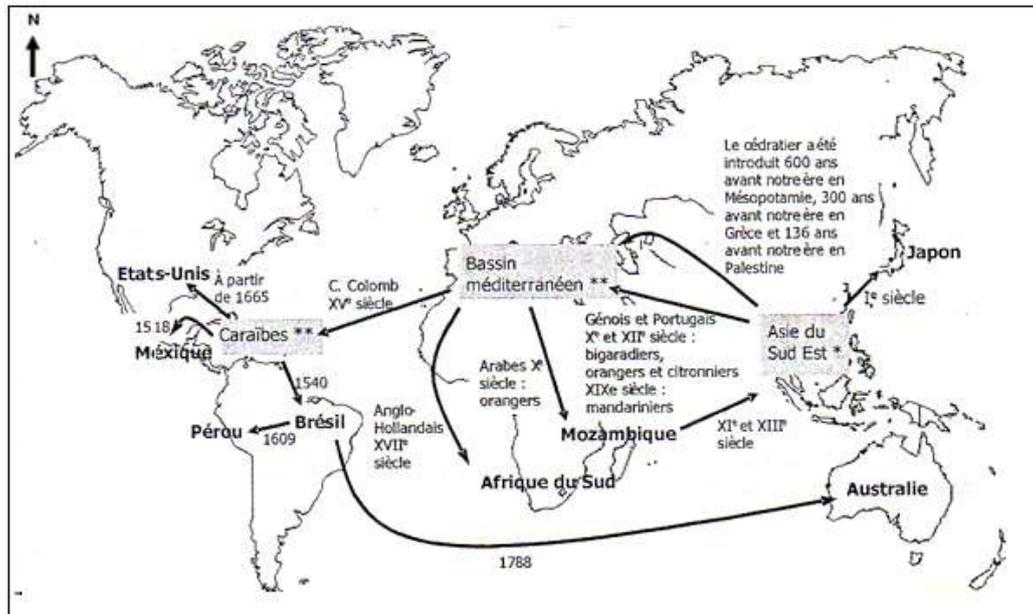
### 2.1 - Origine et historique de la propagation des agrumes dans le monde

Le mot agrume est un nom qui désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent et qui appartiennent au genre *Citrus* (**Loussert, 1989**). Les agrumes sont originaires du Sud-est asiatique où leur culture se confond avec l'histoire des civilisations anciennes de la Chine, qui les cultivèrent d'abord pour leurs parfums, puis pour leurs fruits (**De Rocca Serra et Ollitrault, 1992 ; Colombo, 2004**). 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 abrité la diversification de *C. 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* (**F.A.O., 1998**).

La diffusion des agrumes à travers le Monde s'est faite très lentement. Le cédratier a été la première espèce connue en Europe (3000 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 XII<sup>ème</sup> siècle et le mandarinier au XIX<sup>ème</sup> siècle. Le bassin méditerranéen constitue à présent une importante zone de production pour ces trois dernières espèces. L'introduction des agrumes en Afrique de l'Est a été faite par les commerçants arabe et hindou vers le XIV<sup>ème</sup> (**Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996**).

La carte 2 montre l'influence des échanges commerciaux dans la large distribution des agrumes dans le monde.



Carte 2 : Origine et extension des agrumes dans le monde (Jacquemond *et al*, 2009).

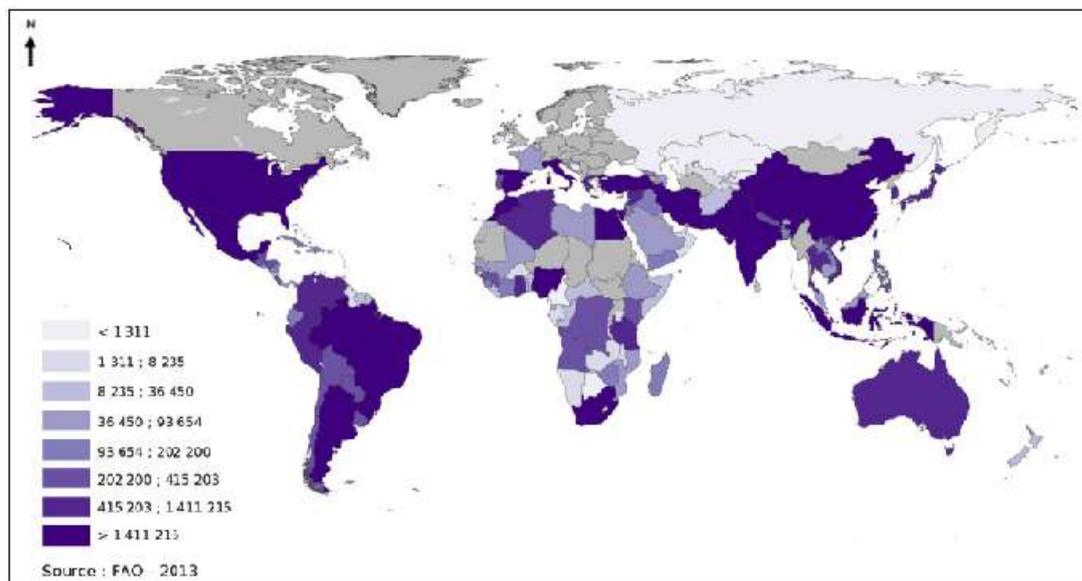
## 2.2 - Importance économique

### 2.2.1- Dans le monde

Les agrumes constituent les premières productions fruitières au monde. En 2014, la production mondiale d'agrumes, toutes variétés confondues, a été estimée à 121 Millions de tonnes avec un milliard d'arbres plantés à travers 140 pays producteurs (FAO, 2016). Toutefois, la plus grande part, soit 77% de la production, se situe dans l'hémisphère nord, en particulier dans les pays de la région méditerranéenne et les Etats Unis d'Amérique ; bien que la Chine et le Brésil soient les plus grands producteurs (Jendoubi, 2011) (Tab.5 et carte 3). La chine, le Brésil et les USA représentent à eux seuls près de 50 % de la production mondiale.

**Tableau 5** : Les dix premiers pays producteurs d'agrumes (FAO, 2016).

Pays	Production (millions de tonnes)
Chine	29 567
Brésil	18 966
USA	9394
Mexique	7503
Inde	7400
Espagne	6512.6
Egypte	4452.2
Turquie	3782
Italie	3250
Afrique du Sud	2635

**Carte 3** : Répartition mondiale des agrumes (F.A.O., 2013).

Actuellement, l'agrumiculture occupe une place importante en Afrique en général et en Afrique tropicale en particulier. Huit pays africains (Nigéria, Guinée Conakry, Tunisie, Sierra Léone, Kenya, Angola, Tanzanie, Côte d'Ivoire) figurent dans la liste des 20 plus grands producteurs mondiaux des petits agrumes.

Les agrumes sont commercialisés soit en fruits frais, soit transformés (jus de fruits, liqueurs, confitures, huiles essentielles, etc...).

Les oranges constituent la majeure partie de la production des agrumes (58%) suivi des citrons avec plus de 10%. Le reste de la production est partagé entre les pamplemousses, les pomélos et les autres petits agrumes (mandarines, tangelos, tangors). Dans le groupe des

oranges, les cinq plus grands producteurs mondiaux en 2009 sont le Brésil (17.618.500 tonnes), les Etats-Unis (8.280.780 tonnes), l'Inde (5.201.350 tonnes), la Chine (4.864.959 tonnes) et le Mexique (4.193.480 tonnes). Dans celui des pamplemousses et pomélos, les cinq premiers producteurs sont la Chine (2.768.308 tonnes), les Etats-Unis (1.182.970 tonnes), le Mexique (395.000 tonnes), l'Afrique du sud (370.411 tonnes) et la Palestine (249.414 tonnes). Dans le groupe des limes et citrons, l'Inde (2.571.530 tonnes), le Mexique (1.987.450 tonnes), la Chine (1.014.446 tonnes), l'Argentine (1.000.000 tonnes) et le Brésil (972.437 tonnes) sont les cinq premiers pays producteurs. Dans le groupe des petits agrumes, la Chine est le premier pays producteur avec 4.694.471 tonnes. Elle est suivie du Nigéria (3.769.420 tonnes), de la Colombie (732.218 tonnes) et de la Guinée Conakry (244.002 tonnes) (**FAOSTAT, 2011**). Dans la majorité des pays d'Afrique tropicale, les agrumes sont plantés soit par des petits producteurs, soit par des entreprises privées ou gouvernementales pour la consommation locale ou l'exportation (**Yesuf, 2002**).

### 2.2.2 - En Algérie

La culture des agrumes revêt une importance stratégique pour l'Algérie ; comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits. L'Algérie faisait partie des grands pays producteurs d'agrumes du bassin méditerranéen. En 1960, constituent 20% de la production agricole mondiale (**Mutin, 1977**).

D'après la **Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Informatique (DSASI)**, le verger d'agrumes, occupe une place prépondérante avec ses 59.943 ha de superficie, ses 13.419.940 qx de production et 223,9 qx/ha de rendement annuel en 2015 (Tab. 6). Parmi les *Citrus*, l'oranger occupe la première place. Le tableau ci-dessous présente la situation de l'agrumiculture algérienne (**M.A.D.R., 2015**).

**Tableau 6:** Superficie, production, rendement et les taux d'accroissement des principaux agrumes en Algérie (2014 / 2015).

	2014			2015			Taux d'accroissement (%) (2015/2014)		
	Sup. ha	Prod. Qx	Rdt. qx/ha	Sup. ha	Prod. Qx	Rdt. qx/ha	Sup.	Prod.	Rdt.
	<b>Agrumes</b>	59 151	12 710 030	214,9	59 943	13 419 940	223,9	1	6
<b>Oranges</b>	42 952	9 552 062	222,4	43 328	10 050 791	232,0	1	5	4
<b>Clémentines</b>	10 026	1 790 879	178,6	10 228	2 073 221	202,7	2	16	13
<b>Mandarines</b>	2 232	488 474	218,9	2 506	550 070	219,5	12	13	0
<b>Citrons</b>	3 858	856 419	222,0	3 790	725 619	191,5	-2	-15	-14
<b>Pomelos</b>	83	22 196	267,4	91	20 240	223,2	9	-9	-17

L'agrumiculture algérienne est constituée de tous les groupes de *Citrus* avec une prédominance des orangers, clémentiniers et mandariniers qui occupent 93,52 %. Il y a lieu de noter la faiblesse des superficies en citronnier. Les orangers représentent près de 75.17% de la production agrumicole totale. Cette superficie est répartie essentiellement sur 7 wilayas : Blida, Chlef, Mascara, Alger, Tipaza, Relizane, Mostaganem, occupant à elles seules près de 72,28% de la superficie agrumicole totale.

### 2.3 - Position taxonomique

Selon **Praloran (1971)** de nombreux genres composants les agrumes, ont une grande importance, non seulement en matière de phylogénie de ces plantes mais encore comme source de matériel végétal possédant des caractères intéressants quant à sa résistance ou son adaptation aux conditions du milieu (bioagresseurs, humidité, température, etc...) et de son aptitude particulièrement développé à s'hybrider avec de nombreuses espèces des genres proches et se greffer entre elles. Les agrumes appartiennent à trois genres botaniques: *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus* (**De Rocca Serra et Ollitrault, 1992; Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996**). Ceux-ci forment avec 10 autres genres (*Atalantia*, *Burkillanthus*, *Citropsis*, *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Hesperitusa*, *Limnocitrus*, *Microcitrus*, *Pleiospermium* et *Severinia*).

Des travaux plus récents sur la diversité génétique et la structure des populations des agrumes montrent 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 actuelles, qui en réalité sont des hybrides issus de croisement entre les premières espèces (**Barkley et al, 2006**).

La taxonomie des agrumes est la suivante :

❖	<b>Règne :</b>	Plantae
❖	<b>Division :</b>	Magnoliophyta (Angiospermes).
❖	<b>Classe :</b>	Magnoliopsida (Dicotylédones).
❖	<b>Sous-classe :</b>	Rosidae (Rosidées).
❖	<b>Ordre :</b>	Thérébintales ou Sapinadales
❖	<b>Famille :</b>	Rutaceae (Rutacées).
❖	<b>Sous-famille :</b>	Aurantioideae (Aurantiées).
❖	<b>Tribu :</b>	Citreae
❖	<b>Sous/tribu :</b>	Citrineae

Il existe trois genres : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus* (**Loussert, 1989a**).

- ✓ ***Poncirus*** : Représenté par une seule espèce qui est *Poncirus trifoliata*. Il est essentiellement utilisé comme porte greffe des variétés cultivées.
- ✓ ***Fortunella*** : constitue le groupe des Rumquates produisant de petits fruits ronds ou allongés qui sont utilisés en confiserie.
- ✓ ***Citrus*** : Renferme la plupart des agrumes cultivés pour leurs fruits ou leurs huiles essentielles. Deux classifications du genre sont utilisés ; celle de **Tanaka (1961)** qui identifie 156 espèces, tandis que celle de **Swingle et Reece (1967)** n'en distingue que 16 espèces. En référence à cette dernière classification des espèces cultivées est :

▪	<b>L'oranger :</b>	<i>Citrus sinensis</i>
▪	<b>Le mandarinier :</b>	<i>Citrus reticulata</i>
▪	<b>Le clémentinier :</b>	<i>Citrus clementina</i>
▪	<b>Le pomelo :</b>	<i>Citrus paradisi</i>
▪	<b>Le cédratier :</b>	<i>Citrus medica</i>
▪	<b>Le bigaradier :</b>	<i>Citrus aurantium</i>
▪	<b>Le pamplemoussier :</b>	<i>Citrus maxima</i>
▪	<b>Le limettier :</b>	<i>Citrus aurantifolia</i>
▪	<b>Le citronnier :</b>	<i>Citrus lemon</i>

Ces espèces renferment un grand nombre de variétés (C.N.C.C., 2015).

## 2.4 – Description

Les agrumes sont des petits arbres à feuilles persistantes le nombre des loges de fruits est supérieur ou égale à 7 (Rebour, 1996).

### 2.4.1 - Les orangers

C'est l'espèce du genre *Citrus* la plus importante, tant par le nombre de variétés qu'elle renferme, que par l'importance de ses productions. Selon Loussert (1989), les fruits sont de forme et de coloration variable suivant les variétés, ce qui permet de les classer en quatre groupes :

- Les oranges blondes Navel dont appartient la variété Washington.
- Les oranges blondes.
- Les oranges sanguines.
- Les oranges sans acidité.

#### a - Les oranges blondes Navel

Deux caractères essentiels les différencient des autres oranges :

- ✓ Présence au niveau de l'extrémité pistillaire d'un petit fruit rudimentaire appelé « Navel ».
- ✓ Groupe de variétés pratiquement sans pépins, et donc de grand intérêt commercial.

Les fruits de la variété **Washington Navel** sont des fruits à maturation précoce (récolte de novembre à février), d'excellente qualité gustative, avec une chaire à texture croquante, de consommation facile car ils se pèlent bien et les quartiers sont bien séparés. Il existe au sein de ce groupe plusieurs variétés, nées de mutation naturelle et séparées en orangerie. La variété Washington est reconnue pour être à l'origine de plusieurs variétés. Les oranges Navel s'adaptent mal aux climats chauds des régions tropicales et semi-tropicales ; leurs fruits

manquent de coloration et d'acidité. Les principales variétés cultivées dans le bassin méditerranéen sont : Washington, Thomson, Navelina, Navelate et Newhall.

- **La variété Washington**

C'est la variété la plus cultivée et la plus appréciée des consommateurs. Le fruit est relativement gros (200 à 250 g), de forme sphérique. L'extrémité où apparaît le navel est légèrement proéminente. Sa peau, d'épaisseur moyenne (5 mm), assure au fruit une bonne résistance aux transports. Sa chaire croquante, fine, sans pépins, renferme peu de jus mais de saveur très agréable.

Cette variété est appréciée pour sa précocité ; elle se récolte de novembre à février et fait l'objet d'un important commerce d'exportation. Par mutation, elle a donné les variétés Thomson, Navelina et Navelate



**Figure 3** : Fruit d'oranger

**Figure 4** : Fleur d'oranger.

#### 2.4.2 - Clémentinier (*Citrus clementina*)

Son origine est toujours controversée. Pour certains tels que **Trabut (1926)** et **Rebour (1945)**, il serait issu d'un croisement au hasard entre le Mandarinier commun et le Bigaradier Granito. Cet hybride a été découvert à Misserghin (Oran) par le Père Clément. Pour d'autres, tels que **Tanaka (1961)**, **Chapot (1963)**, **Weber (1967)**, et **Habib (2013)**, il s'agirait d'une variété de mandarinier probablement originaire d'Extrême-Orient du fait de sa ressemblance avec certains mandariniers (**Loussert, 1987**).

La culture est principalement concentrée dans le nord de l'Afrique, en Espagne et en Corse. Son fruit est disponible sur les marchés méditerranéens de la fin septembre à mars, grâce aux différents cultivars (Nova, Clémentine, et Montréal, etc...) (**Habib, 2013**).

Le bassin méditerranéen est la principale zone de production de clémentines ; l'Espagne, le Maroc et l'Algérie en sont les grands pays producteurs (**Loussert 1987**). Cette espèce est caractérisée par sa précocité et ses qualités gustatives très appréciées par le consommateur, la peau est brillante, de couleur orange à rougeâtre, finement granulée, ayant une épaisseur qui varie selon les clones de 2,5 à 4,5 mm. La pulpe est riche en jus, tendre et parfumée. Les fruits sont d'un poids moyen de 60 gr (**Loussert, 1987**). Les deux variétés de clémentine qui existent sont : la Clémentine ordinaire (Fig. 6) et la Clémentine Montréal.

- **Clémentine ordinaire** : C'est une variété sans pépins, à peau fine et à chair plus savoureuse, plus parfumée et plus acidulée. La maturité est fixée du mois d'octobre jusqu'à novembre (**Loussert, 1987**).

- **Clémentine Montréal** : C'est une variété hybride de clémentine ordinaire et possède des pépins. Elle est plus précoce que la précédente et présente une productivité régulière et supérieure (**Loussert, 1987**).



**Figure 5** : Fleur de clémentinier



**Figure 6** : Fruit de clémentinier.

## 2.5 - Phénologie

D'après **Rebour (1950 et 1966)**, le cycle de développement des agrumes se caractérise par la succession de deux phénomènes:

### 2.5.1 - La croissance végétative

L'oranger est représenté par plusieurs variétés issues de la même espèce *Citrus sinensis*. L'activité végétative de l'espèce comme pour tous les agrumes, se manifeste sur les jeunes ramifications au cours des trois périodes suivantes :

#### ✓ **Au printemps : (février, mi-mai) PS<sub>1</sub>**

Apparition de la première pousse caractérisée par l'allongement des ramifications et le développement de jeunes feuilles de coloration vert clair très distinctes des autres feuilles plus âgées (rouges violacées pour le citronnier). Sur ces ramifications naissent les pousses fructifères dont seules les mieux alimentés verront leurs boutons floraux évoluer en fruit (**Loussert, 1989**).

#### ✓ **En été : (juillet-aout) PS<sub>2</sub>**

Selon le même auteur, une seconde poussée végétative plus faible que la précédente a lieu en juillet qui résulte d'une poussée de sève estivale et qui varie selon la vigueur, les températures et les conditions d'alimentation.

#### ✓ **En automne : (Octobre- novembre) PS<sub>3</sub>**

Apparition de la troisième pousse végétative dite d'automne qui résulte d'un flux de sève et qui assure en partie le renouvellement du feuillage. C'est dû à une intense activité d'absorption au niveau du système racinaire et une intense activité chlorophyllienne au niveau de la frondaison (**Loussert, 1989**).

Ces trois poussées sont les résultats de trois flux de sève, qui commandent le développement végétatif de l'arbre, en présence des apports fractionnés d'engrais azotés et

d'eau d'irrigation. Elles se traduisent par une intense activité d'absorption au niveau du système racinaire ainsi qu'une intense activité de la synthèse chlorophyllienne au niveau de la frondaison qui est indispensable au soutien équilibré de ces trois poussées (**Loussert, 1989**).

### **2.5.2 - Le développement floral et fructification**

✓ **La floraison** a lieu généralement au printemps (fin de mars début de mai). Le nombre de fleurs portés par un arbre est très important .mais seulement 1% de ces fleurs donnera des fruits.

✓ **La pollinisation et la fécondation** : Elles à lieu durant les mois mai et juin.

✓ **La nouaison et la fructification** : le grossissement du fruit est très rapide après sa nouaison.il à lieu en mai- juin il dépend de l'âge de l'arbre, des conditions climatique et l'alimentation hydrique.

✓ **La maturation des fruits** : le fruit atteint son calibre final on octobre, après un grossissement continu en été (Juillet, Aout et Septembre). La maturité est marquée par un changement de couleur et par la qualité et la teneur en jus de sa pulpe.

### **2.5.3.- Calendrier cultural**

Le calendrier cultural des agrumes représenté dans le tableau 1 (voir annexe)

### **2.5.4 - Dates de floraison et de maturation des agrumes**

Les dates de floraison et de maturation des agrumes sont représentées dans le Tableau 7.

**Tableau 7** : Dates de Floraisons et de maturations de quelques variétés d'agrumes (**Gauthier, 2008**).

Divers	Floraison												Maturité											
Variétés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Citronnier 4 saisons	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Citronnier 2 saisons		■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■				■	■		
Clémentinier		■	■										■											
Kumquat						■	■						■	■	■	■	■	■					■	■
Mandarinier		■	■										■										■	■
Oranger		■	■										■										■	■
Pamplemoussier		■	■										■										■	■
Calamondin	■	■	■	■	■		■	■	■				■	■	■	■						■	■	■

## 2.6 - Exigences Agro-climatiques de la culture des agrumes

Les agrumes sont des arbres à climat chaud adaptés aux conditions méditerranéennes depuis des siècles, leurs permettant de développer des fruits de qualités. Cependant, la connaissance des exigences pédo-climatiques est nécessaire pour le choix des variétés adaptées aux zones de plantation (**C.N.C.C., 2015**).

### 2.6.1 - Exigences climatiques

#### ✓ Températures

Le climat méditerranéen convient à l'agrumiculture (**Mutin, 1977**). La température moyenne annuelle doit être de l'ordre de 14°C en été. Alors qu'en hiver, elle ne doit pas descendre en dessous de 10°C. Les agrumes sont très sensibles au froid et des températures inférieures à - 4°C apparaissent déterminantes dans le choix des zones de plantation. Le zéro de croissance serait aux environs de 12 à 13°C pour les racines et les rameaux et de 7 à 10°C pour le cambium alors que la maturation des fruits se poursuit pendant l'hiver (**Loussert, 1989**). Selon le même auteur, les températures optimales de croissance seraient de 25 à 26°C. L'activité décroît pour être freiner aux environs de 35 - 40°C. En effet, les températures très élevées, supérieures à 40°C peuvent occasionner des brûlures sur les feuilles et sur les fruits.

### ✓ La pluviométrie

Les *Citrus* comptent parmi les arbres fruitiers les plus exigeants quant à la quantité de pluie. Les besoins annuels s'élèvent à environ 1200 mm/ha/an, dont la moitié au cours de l'été (CNCC, 2015). Ces besoins sont plus marqués durant le stade grossissement coïncidant avec la période estivale (ITAFV, 2013).

L'eau est donc un véritable facteur de rendement, de par sa quantité mais aussi sa qualité ; en effet, un excès de chlorure, de sodium ou de magnésium dans l'eau, est nocif pour la culture du citronnier (Kasraoui *et al*, 2006).

La grêle présente exclusivement en hiver, peut atteindre quelques fois des proportions redoutables pour les cultures qui peuvent être fortement endommagés (Seltzer, 1946).

### ✓ L'humidité

Elle n'a pas une influence directe sur le comportement des agrumes eux-mêmes. Elle a, par contre, une incidence sur le développement de certains parasites tels que : *Phytophthora*, pourritures, Cochenilles, la fumagine et les moisissures (Loussert, 1989).

### ✓ Le vent

Selon Blondel (1959), le vent est considéré comme l'ennemi numéro un des agrumes. Les dégâts sont très importants dans les jeunes plantations. Les vents violents risquent d'abîmer les arbres et provoquent la chute des fruits donc il faut cultiver les agrumes sur un terrain abrité ou planter de brise-vents.

## 2.6.2 - Exigences édaphiques

Les agrumes se développent sur des sols aussi différents que des alluvions peu argileuses, des sols argileux, des sols sableux que des sols noirs très argileux. En règle générale, dans les sols lourds ou très limoneux, les oranges présentent des fruits petits, à épiderme grossier, moins juteux et moins sucrés qu'en sol sableux (Wallali *et al.*, 2003). Les agrumes prospèrent bien sur un sol de consistance moyenne ayant une perméabilité suffisante

afin d'éviter la stagnation de l'eau qui entraîne la pourriture des racines, l'asphyxie et la gomme (**Boileau et Giordano, 1980**).

Les caractères de porosité et de perméabilité sont influencés par la nature de la structure et la texture. Cette texture est donnée par le résultat de l'analyse granulométrique. Le tableau 8, illustre la qualité d'un sol idéal pour l'agrumiculture.

**Tableau 8:** Texture idéale d'un sol agrumicole (**Loussert, 1987**).

Eléments de texture	H. Rebour	Herrero de Egana
<b>Argile</b>	5 à 10%	15 à 20%
<b>Limon</b>	20%	15 à 20%
<b>Sable</b>	20%	20 à 30%
<b>Sable grossier</b>	50%	30 à 50%

Selon le même auteur, un sol léger et aéré favorise un bon développement des racines et facilite les labours.

### 2.6.3-Techniques culturales

#### ▪ Travail du sol et fumure organique

Le travail du sol est nécessaire ne dépassant pas les 20 cm de profondeur pour ne pas blesser le système racinaire très superficiel des agrumes (**Walali et al., 2003**). Le désherbage entre les rangs des arbres se fait manuellement ou à l'aide d'herbicides.

En sol léger, il faut apporter 20 tonnes / ha/ an de fumier de ferme bien décomposé ou 60 tonnes / ha, tous les 3 à 4 ans en terrain lourd. Il est conseillé, par ailleurs, de cultiver des engrais verts (Ray-grass, fèverole, vesce avoine...) en conditions hydriques convenables. L'emploi d'engrais acidifiants telle que l'ammonitrate, il est recommander d'apporter de la chaux sous forme de calcaire, de magnésium ou de scories (**Walali et al., 2003**). Elle doit être basée sur les résultats des analyses des feuilles et de la terre. L'azote doit être fractionné, c'est-à-dire 50% avant la floraison, 25% après la floraison et 25% après la chute physiologique. Le phosphate et le potassium sont apportés chaque année entre septembre et octobre. Des pulvérisations foliaires peuvent avoir lieu en cas de carences en magnésium,

manganèse, fer et zinc. Dans le cas du clémentinier, l'apport de l'acide gibbérellique est intéressant pour améliorer la fructification.

#### ▪ Irrigation et taille d'entretien

Les besoins en eau des agrumes sont estimés à 1200 mm par an, réparties sur toute l'année. Le déficit en pluviosité doit être comblé par une irrigation modulée d'après les valeurs de l'évapotranspiration potentielle. Certaines périodes (floraison, nouaison et maturation du fruit), un déficit hydrique, même temporaire, est préjudiciable à la production (**Walali et al., 2003**).

La taille conditionne la régularité de la production et assure le renouvellement de la prochaine charpente. Elle doit permettre un intérieur de l'arbre éclairci et donc bien aéré. La taille se pratique entre la cueillette et la floraison.

### 2.7 - Protection phytosanitaire

Selon **Desportes (1982)**, plus de cents ravageurs animaux et maladies sont susceptibles de provoquer des dégâts plus ou moins graves aux agrumes dans le monde.

L'étude de l'état des vergers agrumicoles algériens, montre que celui-ci est vieux et plus de 44,5 % des agrumes dépassent 30 à 50 ans et même plus (**Kerboua, 2002**). Cet état de fait le rend faiblement productif et sujet à plusieurs maladies et aux attaques de ravageurs. Les tableaux ci-dessous présentent la situation phytosanitaire de l'agrumiculture algérienne.

**Tableau 9:** Les principales maladies des agrumes.

Maladies et accidents physiologiques		Sources
<b>Accidents physiologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maladies de carence et de nutrition.</li> <li>- Maladies d'intoxication (Excès de sel, de calcium, de cuivre ou de bore dans le sol).</li> <li>- Asphyxie racinaire.</li> <li>- Brûlure suite à l'insolation ou traitements.</li> <li>- Affections d'origine génétiques telles que les craquelures longitudinales de l'écorce éclatement des fruits et de l'écorce.</li> <li>- Chute des fruits.</li> <li>- Boursoufflement des fruits...et autre.</li> </ul>	Baillay, 1980
<b>Maladies à virus ou viroses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Psorose (<i>Citri virpsorosis</i>)</li> <li>- Tristeza (<i>Citri virviatoris</i>)</li> <li>- Xylopporose (Cachexie)</li> <li>- Stubborn (<i>Citri virpentinaciae</i>)</li> </ul>	Baillay, 1980 Lebdi Grissa, 2010
<b>Maladies bactériennes ou bactérioses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Pseudomonas syringae</i></li> <li>- <i>Xanthomonas citri</i></li> </ul>	Loussert, 1989b Timmer et Menge, 2000
<b>Maladies Cryptogamiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fumagine.</li> <li>- Moisissure verte.</li> <li>- Pourriture.</li> <li>- Gombose parasitaire.</li> </ul>	(Boccas et Laville, 1978 Graham et Menge, 2000 Khlijl et. Hajlaoui, 2010 Yesuf, 2002

**Tableau 10 :** Les principaux acariens et nématodes ravageurs des agrumes.

Classe	Ordre	Familles	Noms scientifiques	Nom commun	Dégâts	Sources
Acarieus	Trombidiformes	Tetranychidae	<i>Tetranychus Cinnabarinus</i>	Acarieus tisserand	Nécrose, décoration chutes des feuilles bourgeons ... etc.	Bedford <i>et al.</i> , 1998 INRA, 2011
	Oribatida	Ceratozetidae	<i>Hemitarsonemus latus</i>	Acarieus ravisseur		
	Prostigmata		<i>Aceria sheldoni</i>	Acarieus des Bourgeons		
Nématodes	Tylenchida	Tylenchidae	<i>Tylenchulus Semipenetrans</i>	Nématodes des Agrumes	Nécroses Pourritures	

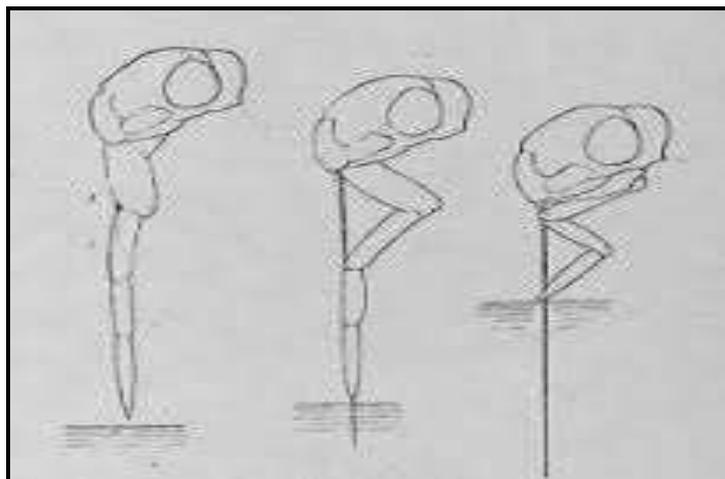
**Tableau 11:** Les principaux insectes ravageurs des agrumes.

Ordre	Famille	Nom scientifique	Nom commun	Dégâts
Thysanoptera	Thripidae	<i>Scirtothrips citri</i>		Fruits
Homoptera	Aphididae	<i>Toxoptera aurantii</i>	Puceron noir	Flours fumagine
		<i>Aphis spaeiricola</i>	Puceron vert des citrus	Pousses tendres Boutons floraux Greffes. Chute des fleurs et des feuilles Fumagine Virose
	Aleyrodidae	<i>Dialeurodes citri</i>	Aleurode des citrus	Fumagine Photosynthèse
		<i>Aleurothrixus floccosus</i>	Aleurode floconneux	Souillures Fumagine Photosynthèse
	Pseudococcidae	<i>Planococcus citri</i>	Cochenille blanche	Jaunissements et chutes des feuilles
	Margaroididae	<i>Icerya purshasi</i>	Cochenille australienne	Fumagine sur feuilles
	Lecanidae	<i>Coccus hesperidum</i>	Cochenille plate	
	Diaspididae	<i>Chrysomphalus Dictyospermi</i>	Pou rouge	- Chute des feuilles - Dépérissement des fruits - Fumagine
		<i>Aonidiella aurantii</i>	Pou de Californie	Feuilles fruits et Rameaux
		<i>Parlatoria ziziphi</i>	Pou noir	
		<i>Lepidosaphes beckii</i>	Cochenille virgule	Attaque toute la partie aérienne
	<i>Lepidosaphes gloverii</i>	Cochenille serpette	Dépérissement des fruits	
Lépidoptera	Gracillariidae	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Mineuse des agrumes	Feuilles et jeunes pousses
Diptera	Trypetidae	<i>Ceratitis capitata</i>	La mouche méditerranéenne des fruits	Pourriture des fruits

### 3 - Données générales sur les cochenilles Diaspines

Les cochenilles appelées, également, poux ou kermès ont été signalés en tant qu'espèces nuisibles attaquant un grand nombre de plantes hôtes à travers le monde (**Cahuzac, 1986, Miller et al., 2002; Miller 2005 ; Germain 2008 ; Kondo et al., 2008; Franco et al., 2009; Pellizzari et Germain 2010; Mazzeo et al., 2014**). Ce sont de petits êtres fixés sur de nombreuses plantes arborescentes et particulièrement sur les agrumes. Elles ont l'aspect de petites croûtes arrondies peu adhérentes et la plupart ont perdu l'usage de leurs pattes devenues rudimentaires, tandis que les ailes, organes typiques de la classe ont totalement disparu (**Piguet, 1960**)

Les cochenilles comme les pucerons, les aleurodes ou les thrips sont des insectes piqueur-suceurs qui se fixent en colonies sur, pratiquement, toutes les parties aériennes de l'arbre (feuilles, rameaux et fruit) pour se nourrir, par succion de la sève du végétal (Fig. 7). De ce fait, elles injectent avec leur salive, des substances toxiques qui accélèrent l'affaiblissement suivit du dessèchement de l'arbre (**Loussert, 1989**). Les cochenilles des agrumes apparaissent comme étant le deuxième ravageur après la mouche méditerranéenne des fruits (**Benassy et Soria, 1964**). La famille des Margarodidae, Pseudococcidae, Coccidae et Diaspididae renferme le plus grand nombre d'espèces qui causent des préjudices à cette culture (**Gullan et Cook, 2007**).

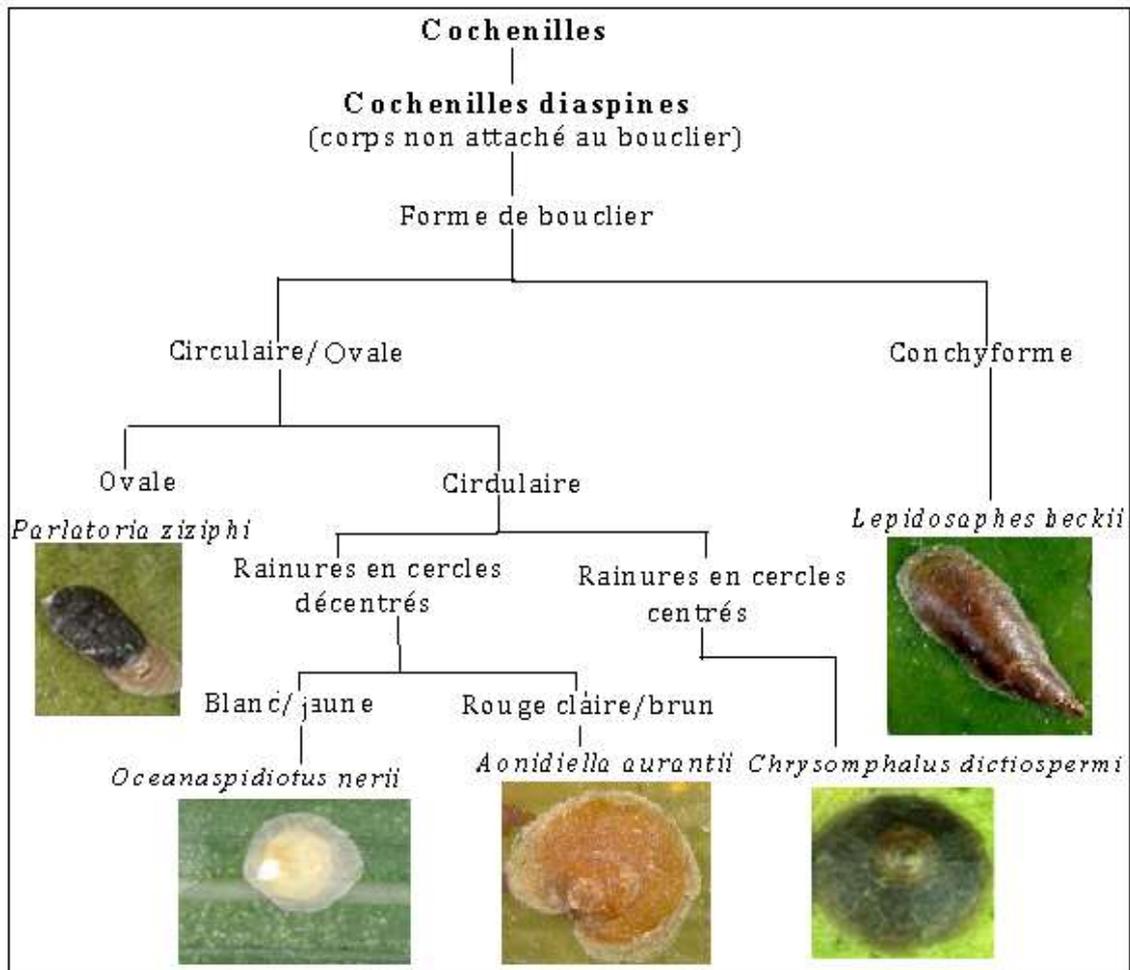


**Figure 7 :** Présentation du stylet (<http://aramel.free.fr>).

La classification la plus récente signalée dans la base de scalenet, montre que la Super Famille des Coccoïdea regroupe 8000 espèces appartenant à 32 familles (**Gullan et Cook, 2007 ; Ben-Dov, 2010**). Parmi les 8 000 espèces d'insectes décrites dans le monde, on en dénombre 2 000 dans la région paléarctique (**Foldi, 2003**). Les familles les plus fréquemment rencontrées sont celles qui comptent le plus d'espèces, à savoir les Diaspididae, les Pseudococcidae et les Coccidae (**Kondo et al., 2008**). Parmi lesquelles, Les Diaspididae représentent 42,37% de l'ensemble des cochenilles inféodées aux agrumes (**Belguendouz, 2005**).

### 3.1 - Les Diaspididae

Les Diaspines représentent la famille la plus évoluée des cochenilles. Elles ont été signalées pour la première fois par **Brues et Melander (1932)** et **Ben-Dov (2010)**. Les Diaspididae constituent la famille la plus particulière des Coccoïdea avec 2595 espèces décrites jusqu'à présent (**García Morales et al., 2018**). Ils sont parmi les insectes les plus envahissants au monde (**Andersen 2009, 2010**). La plupart de ces insectes sont biparentale et l'accouplement est nécessaire pour la production des d'œufs (**Miller et Davidson 2005**). Ce sont de petites cochenilles (1 à 3 mm) protégées par une armure de cire durcie qui n'est pas fixée au corps. C'est un bouclier dont la forme et la taille est variable selon les espèces et les sexes (**Miller et Davidson, 2005**). En fait, il épouse la forme du corps de la cochenille et peut être circulaire à ovale (*Aonidiella aurantii*, *Parlatoria ziziphi*) ou en forme de virgule (*Lepidosaphes beckii*) (Fig. 8). Il est composée de filaments cireux, d'une ou deux exuvies et, pour lier le tout, d'un ciment sécrété par la cochenille. L'observation périodique du bouclier permet de suivre l'évolution de la cochenille et de distinguer à la fois les stades et les sexes.



**Figure 8 :** Différentes formes de Diaspididae (Belguendouz, 2014).

Les adultes se distinguent par un dimorphisme sexuel très prononcé et la reproduction parthénogénétique est de règle. La femelle est généralement globuleuse arrondie ovale ou circulaire et toujours aptère, à tête et thorax fusionnés. Ce dernier se transforme en un véritable sac à œufs peu avant la ponte. Le mâle est pourvu de deux paires d'ailes dont l'une d'elle forme des crochets caractéristiques de la vie fixée. Mais les larves sont mobiles à l'éclosion ainsi que les mâles adultes lors de leur apparition.

Les diaspinés forment un groupe très homogène, dont la plus part sont très dangereuses pour les cultures et figurent dans la liste de quarantaines ; telles que les genres *Aonidiella*, *Chrysomphalus*, *Unaspis*, *Parlatoria*, etc.... (Cahuzac, 1986).

Le genre, *Parlatoria* Targioni-Tozzetti 1868, est un groupe important chez les Diaspididae. Il est actuellement composé de 73 espèces Ce genre a été créé par Curtis (1843) et *Aspidiotus proteus* Curtis, 1843, ensuite a été désignée l'espèce type par Leonardi (García

**Morales et al., 2018**). Certaines espèces de *Parlatoria*, telles que *P. oleae* (Colvée) et *P. ziziphi* (Lucas) sont considérés comme des ravageurs sérieux des plantes économiques (**McKenzie 1945**).

Le genre *Parlatoria* est distribué dans les deux régions tropicales et subtropicales (**García Morales et al., 2018**). Ce genre est trouvé principalement dans le sud-est de l'Asie mais a également étendu son aire de répartition jusqu'en Australie et en Afrique (**McKenzie, 1945**). Environ 34 espèces de ce genre ont été signalées en Chine (**García Morales et al., 2018**).

Ce genre *Parlatoria*, comme d'autres groupes de la sous-famille Aspidiotinae à un corps ovale et les deuxièmes lobes ne sont pas divisés en deux lobules Des plaques frangées sont présentes entre les lobes. *Parlatoria* se distingue des autres genres, notamment *Parlagena* McKenzie, 1945 et *Parlatoreopsis* Lindinger, 1912, par des plaques frangées sur les deux côtés des segments abdominaux prépygidaires (**Niu et Feng, 2018**)

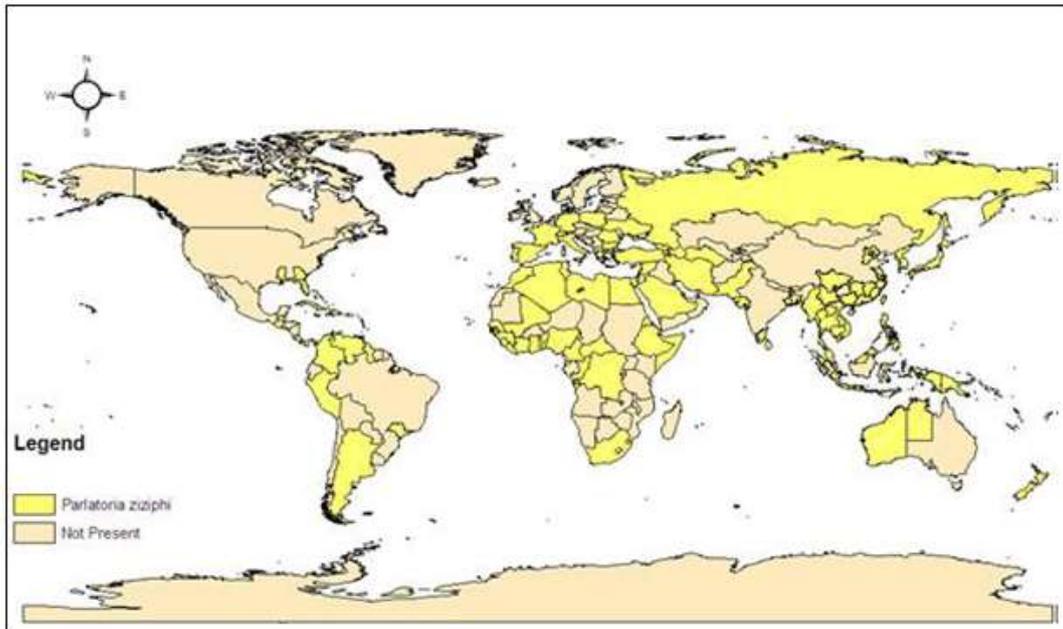
### **3.1.1 - Le Pour noir, *Parlatoria ziziphi***

#### **3.1.1.1 - Plantes hôtes**

**Podsiadlo et Bugila (2007)** soulignent que *P. ziziphi* (**Lucas, 1853**) est un ravageur inféodé aux agrumes. Appelé aussi Pou noir de l'oranger, est également disséminé dans les vergers mal entretenus, elle se localise sur les feuilles, les rameaux et les fruits, plus rarement sur les brindilles. Elle se présente sur les fruits sous forme de petits points noirs brillants qui restent fortement adhérents à l'écorce ; les fruits infestés sont impropre à l'exploitation (**Loussert, 1989**).

#### **3.1.1.2 - Distribution et origine**

*P. ziziphi* est probablement originaire du sud de la Chine (**Longo et al., 1995**), mais s'est largement disséminée à travers le monde entier; surtout sous les tropiques et dans certaines régions tempérée et méditerranéenne (**Balachowsky, 1953 ; Praloran, 1971 ; Miller et Davidson, 2005 ; Pellizzari et Germain, 2010**).



**Carte 4:** Répartition mondiale de *Parlatoria ziziphi* (Engle et al. 2008).

En Algérie, le Pou noir de l'oranger se trouve partout avec sa plante hôte. Il a été signalé au centre dans la Mitidja ; à l'est dans les régions de, Tizi Ouzou, Annaba et de Constantine ; à l'Ouest, à Oran, Tlemcen, Ain T'émouchent et à Béni Saf (Balachowsky, 1932) et elle a même été observée dans les Oasis de Bechar.

### 3.1.1.3 - Classification taxonomique

Selon Quilici (2003), la classification du Pou noir est la suivante :

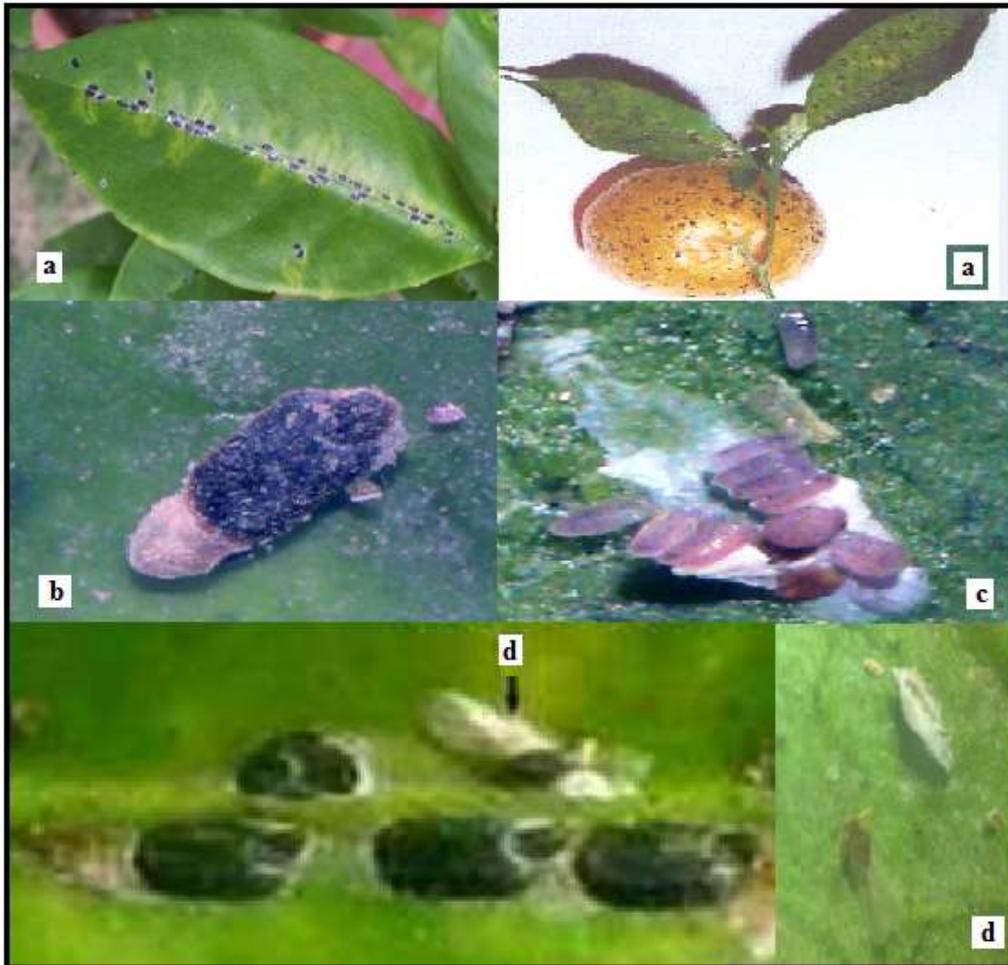
Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Homoptera
Sous-ordre :	Sternorrhyncha
Super-famille :	Coccoidea
Famille :	Diaspididae
Genre :	<i>Parlatoria</i>

**Synonymes** : La cochenille noire de l'oranger présente plusieurs synonymes qui sont ;

- Parlatoareopsis ziziphi* (Kawai, 1972)  
*Diaspis ziziphus* (Lindinger, 1934)  
*Apteronidia ziziphi* (Lindinger, 1934)  
*Parlatoria ziziphus* (Ramakrishna Ayyar, 1919)  
*Parlatoria zizypium* (Froggatt, 1914)  
*Parlatoarea ziziphi* (Lindinger, 1912)  
*Parlatoarea zyziphi* (Leonardi, 1907)  
*Parlatoarea ziziphus* (Fernald, 1903)  
*Parlatoarea zizyphus* (Cockerell, 1900)  
*Parlatoria zizyphi* (Leonardi, 1899)  
*Parlatoria ziziphi* (Grandpre et Charmoy, 1899)  
*Parlatoria ziziphe* (Osborn, 1898)  
*Parlatoria lucas* (Targioni tozzetti, 1884)  
*Parlatoria zizyphi* (Signoret, 1869)  
*Parlatoria lucassi* (Targioni tozzetti, 1868)  
*Chermes aurantii* (Boisduval, 1867)  
*Coccus ziziphi* (Lucas, 1853)

#### **3.1.1.4 - Description :**

La cochenille se présente sous forme de tâches noires ovales, le dos recouvrant le corps de la femelle mesure 1,25 mm de large sur 2 mm de long. La portion noire est l'exuvie du second stade larvaire. Elle est rectangulaire avec les angles arrondis. A l'avant, se trouve l'exuvie de la larve du premier stade, également noire mais de forme ovale. Une production cireuse, mince, blanchâtre prolonge postérieurement l'exuvie du deuxième stade ; c'est le bouclier de la femelle. Le bouclier mâle est allongé, blanc, grisâtre, cireux avec l'exuvie noire du premier stade à la partie intérieure. Le corps de la prénymphe est de couleur violette intense, de forme allongée et porte sur le segment céphalique deux grosses tâches sombres.



**Figure 9 :** (a) : *P. ziziphi* sur une feuille et fruit d'agrumes ; (b) : femelle fécondé du pou noir ; (c) œufs du pou noir; (d) mâle du pou noir.

La femelle vivante est de couleur violacée grisâtre et n'occupe que le tiers antérieur du bouclier le reste de l'espace est rempli par les œufs (**Chapot et Delucchi, 1964**). Son corps subcirculaire est pourvu de deux tubercules céphaliques latéraux saillants. Le pygidium résulte du durcissement et de la fusion des segments abdominaux. C'est là que débouchent les nombreuses glandes séricigènes dont les orifices sont flanqués d'ornements chitineux très particuliers appelés peignes, palettes et soies. Leurs dispositions et formes sont très utilisées en systématique (**Grasse, 1951**).

#### - L'œuf

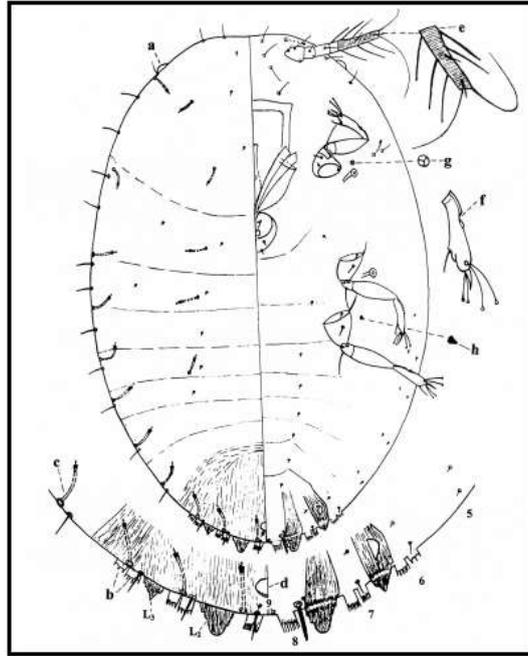
L'œuf de *P. ziziphi* mesure de 0.18 à 0.25 mm de longueur. Il a une forme ovale et de couleur violette dont le chorion est parfaitement lisse et transparent (**Monastero, 1962**). L'ensemble des œufs est rangé transversalement en deux séries parallèles (**Chapot et**

**Delucchi, 1964**). L'œuf expulsé par la femelle ne renferme pas un germe, mais un embryon plus ou moins avancé. L'ovule est fécondé in situ par le spermatozoïde et, est expulsé après une incubation plus ou moins longue dans le corps maternel (**Balachowsky, 1939**).

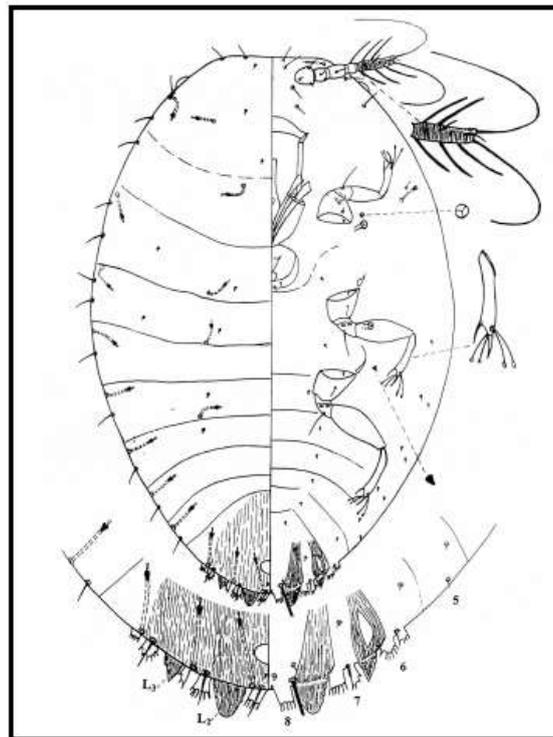
- **Larves**

Selon **Smirnoff (1950)**, il est difficile de différencier entre les larves du premier stade futur mâles et futures femelles. Les larves du premier stade futur mâle, après une courte période mobile, se fixent et subissent une première mue larvaire donnant naissance à un individu de second stade reconnaissable à deux masses antérieures céphaliques rouge violacée.

Selon **Podsiadlo et Bugila (2007)**, Le premier stade a des antennes à 5 segments, 1 pore discal trilobulaire associé au spiracle antérieur, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lobe bien développés, plaques larges et frangées présentes dans les espaces inter lobulaires et antérieurs au lobe 3. Il se distingue par l'absence de soies sous-médianes dorsales sur les segments abdominaux 4-7, et par la présence de soies ventrales sous-médianes sur le méso et le métathorax et sur les segments abdominaux 2-7. Le dimorphisme sexuelle du premier instar est présentée à travers deux caractéristiques : une sensille campaniforme présent à la base du tarsi chez la nymphe mâle, mais absent chez la nymphe femelle, et une paire de soies sous-médianes dorsales sur le 1er segment abdominal présente dans la nymphe mâle, mais absente dans la nymphe femelle (Fig. 10 et 11).



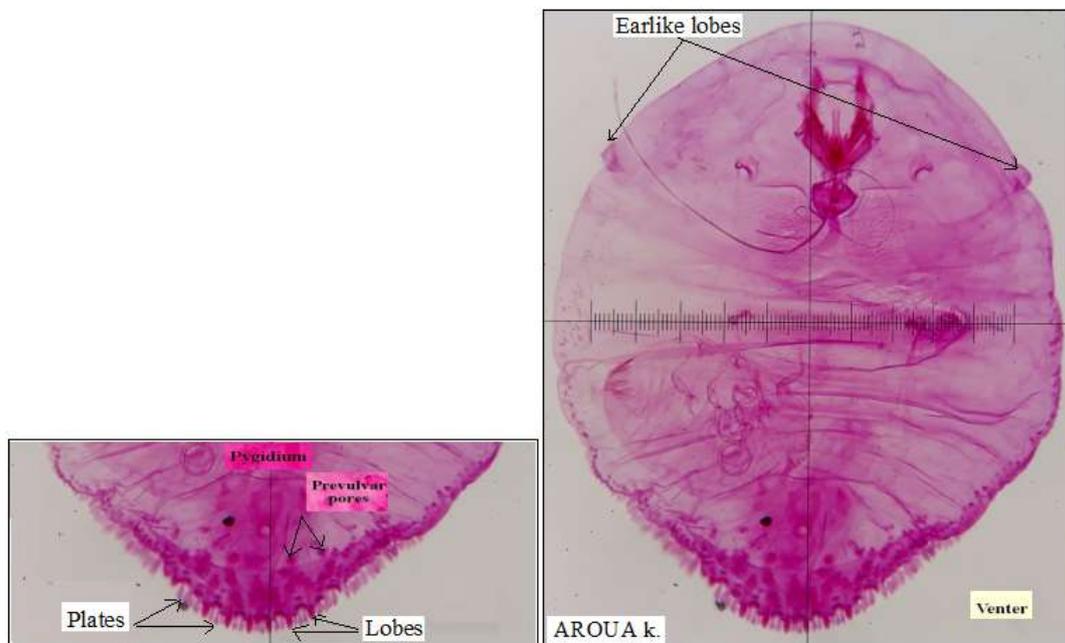
**Figure 10:** Nymphe de premier stade mâle de *P. ziziphi* (Podsiadlo et Bugila, 2007).



**Figure 11:** Nymphe de premier stade femelle de *P. ziziphi* (Podsiadlo et Bugila, 2007).

### ✓ Structure interne

Le pygidium est arrondi, composé de 6-8 segments abdominaux. La tête et le thorax presque fusionnés, métathorax et segments abdominaux 1 à 5 assez bien marquées par des sillons inter-segmentaires. L'orifice anal presque circulaire. Les antennes sont réduites à de petits tubercules avec une soie de gros de long à la base (Fig. 12).



**Figure 12 :** Pygidium de la femelle de *P. ziziphi* (originale).

#### 3.1.1.5 - Dissémination et dispersion

Les cochenilles se déplacent peu d'elles mêmes sinon sur l'arbre. Tant qu'elles ne se sont pas fixées sur un support végétal (1<sup>er</sup> stade mobile), 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). La plupart des individus préfèrent la face supérieure des feuilles, la face inférieure n'étant colonisée que lors de fortes infestations. Des taux particulièrement élevés d'azote ou de phosphore (surtout dans les plantules d'orangers) provoqueraient les infestations de *P. ziziphi* (CABI, 2001).

### 3.1.1.6 - Importance économique et contrôle

**Beardsley et González (1975)** ainsi que **Miller et Davidson (1990 et 2005)**, considèrent que l'espèce fait partie des 43 principales cochenilles diaspines les plus néfastes. Les pertes économiques mondiales attribuées aux cochenilles sont estimées à 5 milliards de dollars par an (**Kosztarab et Raymond, 1997**). Les dégâts les plus caractéristiques sont le dépérissement des rameaux, déformation et chute prématurées des fruits et des feuilles, ainsi que le retard dans la croissance (**Kondo et al., 2008**). Mais elle est considérée comme le plus grave en tant que contaminant de fruits (**Blackburn et Miller, 1984**) et comme l'un des principaux ravageurs sur agrumes dans certains pays tels que l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la région de l'Asie du Sud (**Talhok, 1975 ; Mansour, 2017**). Il est également énuméré comme étant un causeur de dommages en Grèce, en Italie, en Espagne, en Palestine, en Égypte et en Afrique du Sud.

Il a été également remarquée que dans certains pays, l'insecte n'est pas considéré comme un organisme nuisible, mais le taux des populations devenant occasionnellement important pose problème dans des zones localisées (**Benassy et Soria, 1964; Talhok, 1975; Cruz et Segarra, 1991; Coll et Abd-Rabou, 1998; Foldi, 2001; Jendoubi et al., 2008**).

### 3.1.1.7 - Cycle de vie

**Praloran (1971)**, note que la femelle de *P. ziziphi* pond de 10 à 20 œufs. Il y a 4 à 5 générations par an, parfois 6 dans les pays où les conditions sont plus favorables.

En Algérie, la cochenille est polyvoltine et toutes les générations sont chevauchantes. C'est-à-dire que tous les stades de développement peuvent être observés durant toute l'année (**Biche, 2012**). Le Pou noir présente 2 à 3 générations sur oranger (**Ouzzani, 1985, Belguendouz 2011; Belguendouz, 2014; Takarli et al. 2015**).

En Espagne et d'après **Gomez (1943)**, cet insecte développe 3 à 5 générations chaque campagne. Pareillement en Italie (en Sicile précisément), la cochenille effectue 5 générations et le cycle de vie complet dure de 30 à 40 jours (**Monastero, 1962**).

En Egypte, le Pou noir de l'oranger développe 2 à 3 générations par an (**Salama et al. (1985 ; Amin and Salem (1978); Sweilem et al. (1984) et El Bolok et al., (1987).**

Ces auteurs remarquent, également, que les femelles qui se nourrissent sur le fruit pondent plus d'œufs que celles qui s'alimentent sur les branches ou les feuilles (**Kondo et al. 2008).**

En Chine, *P. ziziphi* présente 3 à 4 générations par an et hiverne sous la forme adulte. La période de ponte dure de 79 à 135 jours et les œufs nécessitent entre 7,8 et 11,6 jours pour éclore (le taux d'éclosion varie de 89,7 à 99,7 %) (**Huang et al. ,1988).**

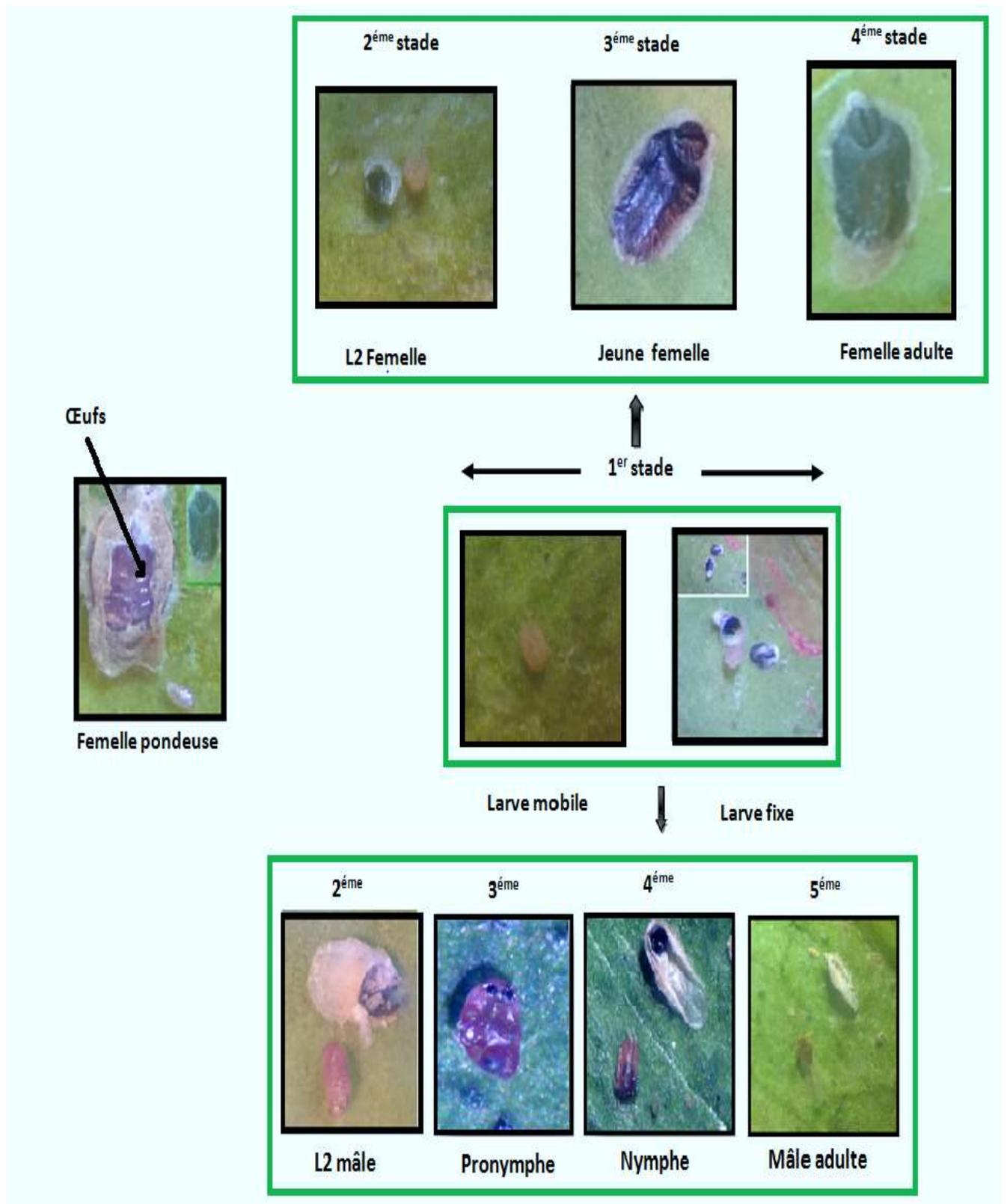


Figure 13: Cycle évolutif de *P. ziziphi* (originale).

### 3.1.1.8 - Dégâts et symptômes

*P. ziziphi* est strictement opophage et s'alimente uniquement de la sève élaborée (**Balachowsky, 1932**). Son rostre pénètre profondément dans les tissus végétaux où la sève est aspirée à l'aide de son appareil buccal. Au moment de s'alimenter, la cochenille rejette de la salive contenant des toxines. Cette sécrétion phytotoxique provoque une destruction de la chlorophylle qui se traduit par une désorganisation totale des cellules atteintes (**Piguet, 1960**). La cochenille s'attaque au Citronnier et à l'Oranger, mais a une préférence très marquée pour le Mandarinier. On la rencontre également sur Palmier et Goyavier (**Blackburn et Miller, 1984**).

*P. ziziphi* affecte les jeunes pousses, le feuillage et les fruits. Tout comme les autres cochenilles, les prélèvements de la sève conduisent à une diminution de la vigueur de l'hôte ; alors que le feuillage et les fruits peuvent montrer des décolorations jaunes. De sévères infestations peuvent causer la chute prématurée des feuilles et des fruits ; les minuscules écailles noires que forment les boucliers des femelles adultes sont alors clairement visibles et recouvrent de larges zones (**CABI, 2001**).

### 3.1.1.9 – Moyens de lutte

Pour lutter contre les infestations de *P. ziziphi* sur les agrumes, une lutte biologique et une lutte chimique peuvent être envisagées.

#### ➤ Lutte biologique

Selon **Dekle (1976)** pour la lutte biologique il existe des champignons entomopathogènes (Genre *Aschersonia*) (Tab 12), des Hyménoptères parasitoïdes du genre *Aspidiotiphagus* (*Encarsia*) et *Aphytis* sp., et des prédateurs *Chilocorus nigritus*, *Lindorus lophanthae* (*Rhizobius* sp.). Des prédateurs et parasitoïdes d'autres cochenilles peuvent s'attaquer à *P. ziziphi*.

Depuis 1971, l'Organisation Internationale de Lutte Biologique (OILB) a défini celle-ci par "l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les

pertes causés par des organismes nuisibles" aux végétaux. On a recours à la lutte biologique, lorsque la lutte chimique raisonnée ne donne pas les résultats attendus.

**Tableau 12** : Quelques champignons utilisés dans la lutte contre les cochenilles diaspines.

	Diaspines	<i>P. ziziphi</i> (Balachowsky <i>et al.</i> , 1948)	
Champignons	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Fusarium larvarum</i></li> <li>- <i>Fusarium coccophilum</i></li> <li>- <i>Fusarium jurnanum</i></li> </ul>	Ascomycètes	Champignons imparfaits
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Hypocrella aleyrodis</i></li> <li>- <i>Nectaria aurantiicola</i></li> <li>- <i>Nectaria flamea</i></li> <li>- <i>Podonectria aurantii</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Aschersonia marginata</i></li> <li>- <i>Fusarium juruanum</i></li> <li>- <i>Verticillium lecanii</i></li> <li>- <i>Verticillium parlatoriae</i></li> </ul>

Il existe d'autres prédateurs selon **Biche (2012)** telle que les coccinelles qui se nourrissent au stade adulte, de 20 à 40 cochenilles par jour. Ceux qui se nourrissent de populations de ravageurs à forte densité, sont de grandes tailles et sont par conséquent nommées des prédateurs de choc. Certaines sont efficaces dans la limitation des populations de cochenilles et d'acariens. En Algérie, on a pu recenser 16 espèces de coccinelles respectivement dans l'algérois et la Mitidja. La plupart se nourrissent de cochenilles inféodées aux strates arbustives. Ce même auteur donne quelques exemples comme *Chilocorus bipustulatus* qui est une espèce coccidiphage, polyphage répandue dans tout le bassin méditerranéen. Elle s'alimente essentiellement aux dépens des cochenilles Diaspines inféodées aux arbres surtout aux rosacées (*Oceanaspidiotus sp.*, *Pseudaulacaspis sp.* et *Parlatoria sp.*) et aux dépend des larves mobiles des lacanines. Les larves de ce prédateur se nourrissent également de *P. ziziphi*.



**Figure 14** : Adulte de *Chilocorus bipustulatus* (Biche, 2012).

Malgré la présence du bouclier protecteur, cette cochenille est victime de plusieurs types de prédateurs et de parasites; dont quelques exemples d'espèces répertoriées ci-après :

▪ **Parasitoïdes :**

- *Aphytis proclia* attaque les nymphes et adultes
- *Encarsia citrina* attaquant les nymphes et adultes
- *Encarsia lounsburyi* attaquant les nymphes et adultes
- *Habrolepis aspidioti*

Les deux espèces d'*Encarsia* ont été observées parasite du pou noir au niveau de verger de clémentinier dans la région de la Mitidja (**Belguendouz, 2014**). Mais également, d'autres entomophages sont utilisés sur les diaspines appartenant aux Hétéroptères (Punaises), aux Névroptères (*Coniopteryx sp.*) ; cette dernière espèce est inféodée à *P. ziziphi* au niveau de la région de Blida (**Biche, 2012**).



**Figure 15 :** Adulte de *Coniopteryx sp.* (**Biche, 2012**).

➤ **Lutte chimique**

En Chine, les infestations du pou noir de l'oranger a été maitrisée efficacement grâce à l'utilisation des matières actives comme l'Ométhoate, le Chlorpyrifos, le Méthidathion, le Quinalphos, le Lambda-cyhalothrine, le Fenvalérate ou Cyperméthrine (**Huang et al., 1988**). Alors qu'en Floride, on conseille la pulvérisation d'un mélange d'huiles de Malathion avec le Diméthoate ou le Parathion (**Dekle, 1976**). Les traitements chimiques sont néfastes à la faune auxiliaire. Il faut donc veiller à des applications raisonnées des insecticides dont le but contrôler la recrudescence de ce ravageur. **Praloran (1971)** qualifie que *P. ziziphi* est parmi les espèces les plus difficiles à maîtriser.

### 3.1.2 - Le Pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879)

Le Pou rouge de Californie, *A.aurantii* (Maskell) c'est l'un des ravageurs les plus importants dans le monde entier. Il est considéré comme la cochenille la plus nuisible aux agrumes. Non seulement il est largement distribué, mais il est difficile à contrôler. C'est un insecte muni d'un appareil buccal de type piqueur suceur avec lequel il peut aspirer la sève des cellules du parenchyme du tissu végétal où il provoque des accidents majeurs et des pertes économiques remarquables (**Bedford, 1998**).

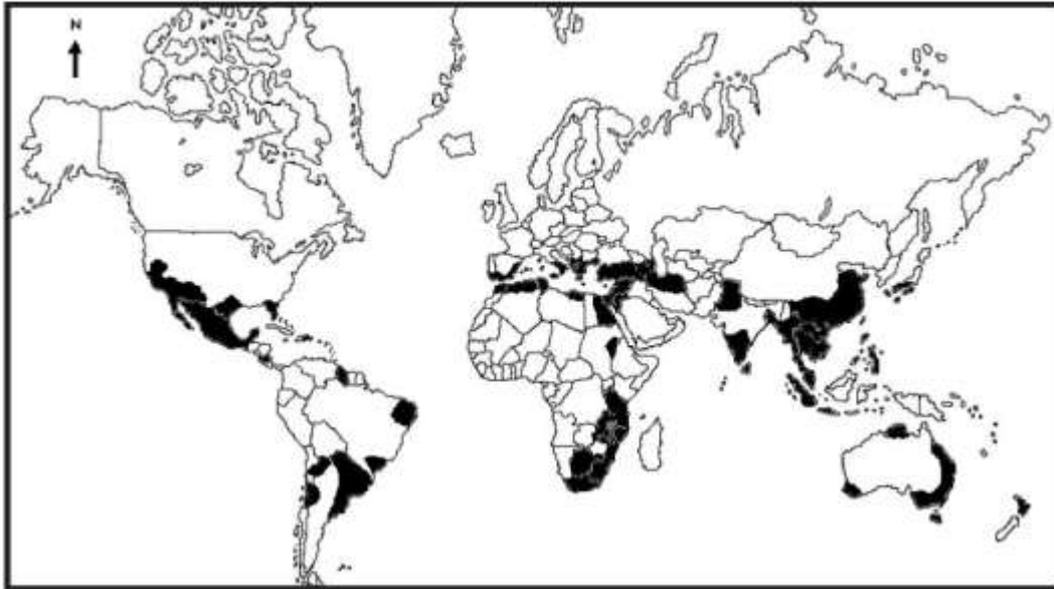
#### 3.1.2.1 - Plantes hôtes

Selon **Arambourg (1986)**, *A.aurantii* a été signalé sur un grand nombre de plantes cultivées ou sauvages dans le monde entier. Mais l'espèce est connue avant tout en tant que ravageur des *Citrus* et l'infestation des autres végétaux revêt le plus souvent un caractère accidentel. Selon **Quayle (1911)**, **Ebeling (1959)**, **Hely et al., (1982)**, **Smith et al., (1997)**, les plantes hôtes de cette cochenille sont : toutes les espèces et les variétés du citrus (Rutaceae), le Pommier (*Malus domestica*), le Poirier (*Pyrus communis*), l'Olivier (*Olea europaea*), le Caroubier (*Ceratonia siliqua*), le Figuier (*Ficus* spp), le Mûrier (*Morus* spp), le Palmier ornemental et le Rosier (*Rosa* spp).

#### 3.1.2.2 - Origine et distribution

Le Pou de Californie est une espèce polyphage et cosmopolite. Il est originaire du Sud-Est asiatique, il est rencontré dans toutes les zones tropicale et subtropicale du monde, favorables au développement des agrumes (**Cohic, 1958 ; Benassy et Bianchi, 1974 ; Benassy, 1986**). Cette large distribution revient au fait que cette espèce peut résister aux différentes conditions climatiques (**Flanders, 1944**). Le Pou de Californie a été signalé au Maroc pour la première fois en 1949, cependant son introduction remonte à 1935 (**Delucchi, 1965**). Il est très répandu dans la partie orientale du bassin méditerranéen d'où il a été introduit au Maroc (**Benassy, 1986**) (Carte 5).

En Algérie, les travaux sur ce ravageur sont très peu si ce n'est les études de **Biche et al., (2012)** signalé la présence de cette espèce sur le citronnier à Rouïba. Dans la même région **Belguendouz et al., (2013)**, mentionnent que l'abondance d'*A. aurantii* est plus élevée sur le citronnier que sur l'oranger.



**Carte 5:** Distribution d'*Aonidiella aurantii* dans le monde (Sorribas, 2011).

### 3.1.2.3 - Position systématique

Selon **Ben-Dov (1990)**, *A. aurantii* appartient à l'ordre des Homoptères, la super famille Coccoidea, la famille des Diaspididae et la tribu des Aspidiotini. La taxonomie de cette famille est basée presque exclusivement sur les caractéristiques morphologiques de la femelle adulte.

#### ➤ Synonymes

Selon le Catalogue of Life (<http://www.catalogueoflife.org>), *Aonidiella aurantii* (Maskell) possède plusieurs synonymes qui sont :

*Aonidia aonidum* TargioniTozzetti, 1884

*Aonidiella aurantii* Berlese, 1895

*Aonidia gennadii* TargioniTozzetti, 1881

*Aonidiella gennadi* McKenzie, 1939  
*Aonidiella coccineus* McKenzie, 1939  
*Chrysomphalus coccineus* Lindinger, 1949  
*Chrysomphalus citri* Lindinger, 1935  
*Chrysomphalus aurantii* Cockerell, 1899  
*Aspidiotus coccineus* Gennadius, 1881  
*Aspidiotus citri* Comstock, 1881  
*Aspidiotus aurantii* Maskell, 1879  
*Aspidiotus aurantii* Kuwana, 1902  
*Aspidiotus aurantii* Cockerell, 1897

#### **3.1.2.4 - Biologie d'*Aonidiella aurantii***

Le Pou de Californie, étant une espèce polyvoltine, développe de 2 à 5 générations selon la région (**Benassy, 1986**). En Algérie, il peut développer 3 générations par an sur citronnier (**Biche, 2012 ; Belguendouz et al., 2013**).

Dans des conditions d'humidité optimales (basse hygrométrie), l'émission des larves mobiles se fait dès que la température devient supérieure à 10°C et s'arrête lorsqu'elle dépasse les 40°C (**Benassy, 1986**). **Belguendouz et al. (2013)**, ont démontré que l'évolution et l'abondance de la cochenille dépendent des précipitations, de la plante hôte et du stade de développement de celle-ci.

La cochenille possède une préférence marquée pour les endroits les moins ensoleillés ainsi que pour les fruits par rapport aux autres parties de l'arbre vu l'apport nutritionnel que peuvent lui procurer (**Biche et al., 2011**).

#### **3.1.2.5 - Cycle de développement de la cochenille *Aonidiella aurantii***

Le Pou de Californie, *A. aurantii* est une espèce vivipare qui se reproduit par voie sexuée, seules les femelles fécondées peuvent donner une descendance (**Benassy, 1986; Biche et al., 2011**).

Le cycle vital de *A. aurantii* comprend trois stades : larves de premier stade, larves de deuxième stade et enfin le stade adulte qui est capable de se reproduire. La femelle mature de *A. aurantii* est vivipare et émet des jeunes larves mobiles qui après un vagabondage plus ou moins long, assurant ainsi la dissémination de l'espèce, se fixent en enfonçant leurs stylets sur une feuille, rameau ou un fruit. Dès qu'elles se fixent, l'alimentation commence ainsi que la formation du bouclier (Fig. 17) (**Bouhelier et al., 1935 ; Balachowsky, 1939 ; Abbassi, 1973 ; Benassy, 1986 ; Foldi, 1988 ; Forster, 1995 et Biche et al., 2011**).

Pour muer du premier au deuxième stade larvaire, le stylet se détache du support et l'alimentation s'arrête durant cette période. La mue dure approximativement 4 jours (**Forster, 1995**). Durant ce deuxième stade larvaire apparaît la pigmentation orange du bouclier (**Forster, 1995**). C'est à partir de là, que se fait la différenciation sexuelle (dimorphisme sexuel), le bouclier de la femelle reste circulaire alors que celui du mâle est plus allongé (**Abbassi, 1973 ; Dao, 2012**) (Fig. 17).

#### ➤ Les mâles

Le deuxième stade larvaire mâle possède une pigmentation marron au niveau de l'extrémité abdominale. Chez ce stade, apparaissent deux paires d'yeux de couleur violette à pourpre (**Abbassi, 1973**). Ce stade dure à peu près 5 jours avant de se transformer en pronymphe. La pigmentation de l'extrémité abdominale disparaît, et le corps s'élargit. La pronymphe dure une journée à un jour et demi avant de se transformer en nymphe (Fig. 17). Cette dernière possède un appareil de copulation. Après trois jours, il y'aura l'émergence de l'adulte ailé (le vol des mâles) (Fig. 16) (**Forster, 1995**).



**Figure 16:** Pupaire mâle d'*Aonidiella aurantii*

Les mâles contrairement aux femelles, possèdent une tête, un thorax et un abdomen bien différenciés. Ils sont pourvus de deux ailes et de deux balanciers et ne possèdent pas d'appareil buccal. La durée de vie des mâles est très courte ; souvent elle se résume au temps nécessaire à un ou deux accouplements (entre 12 et 24 heures) (**Berthet, 1998**).

### ➤ Les femelles

Après une mue, la larve de deuxième stade se différencie en jeune femelle, qui après avoir constitué un voile ventral donnera une femelle mature qui émettra de jeunes larves mobiles. Seules les larves du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> stade et jeunes femelles ont le bouclier non adhérent au reste du corps (**Abbassi, 1973**). Dès que l'accouplement se termine, le pygidium se rétracte vers l'intérieur entre les lobes thoraciques latéraux du corps (formant un fer à cheval) afin que l'accouplement avec d'autres mâles ne soit plus possible (**Sorribas, 2011**).

La femelle adulte donne naissance à 50 – 450 larves mobiles avec une moyenne de deux à trois larves par jour tout au long d'une période qui dure plus de six semaines (**Sorribas, 2011**). Lors de son cycle biologique, la cochenille passe par une période de diapause, qui en générale touche les femelles adultes fécondées (**Dreistadt et al., 2007 ; Biche et al., 2011**).

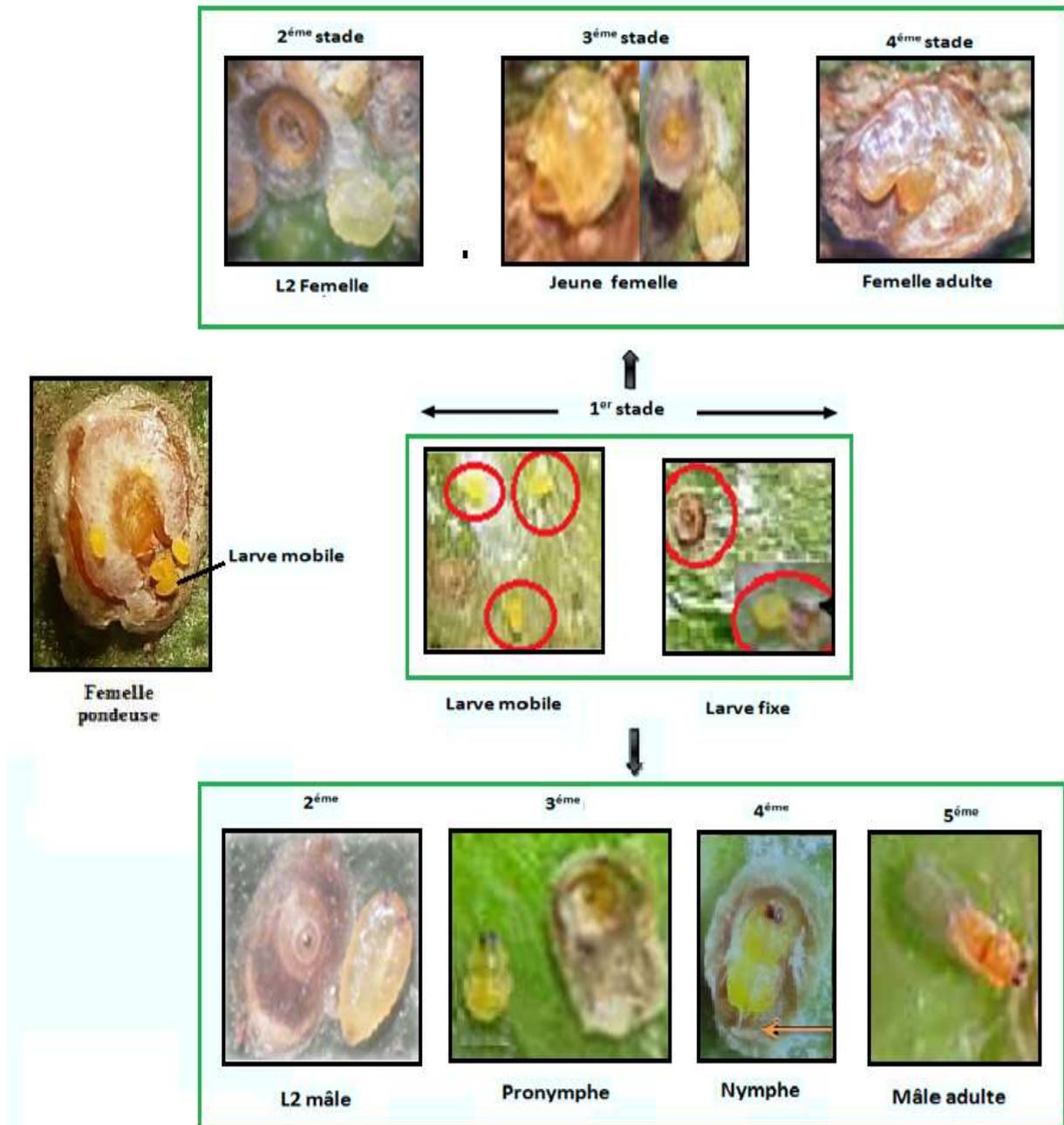


Figure 17 : Cycle biologique du pou rouge de Californie *A. aurantii* (Originale).

### 3.1.2.6 - Dégâts et symptômes

Le Pou rouge de Californie est une espèce cosmopolite et polyphage (Miller et Davidson, 1990). Sur les agrumes *A. aurantii* est l'un des ravageurs les plus importants dans monde entier (García-Mari, 2003). *A. aurantii* s'attaque aux différentes parties de l'arbre avec une même intensité (trunks, rameaux, branches, feuilles et fruits). Elle insère son stylet dans l'organe végétal et suce la sève et elle injecte sa salive qui contient une substance toxique, cette sécrétion provoque une réduction de la croissance de la vigueur de l'hôte, la

destruction de chlorophylle qui a par conséquent d'une limitation de la photosynthèse et en plus des altérations de la physiologie et de la biochimie de la plante et ça augmente la sensibilité aux maladies et d'autres insectes (**Pekas et al, 2010**).

### 3.1.2.7 - Lutte contre *A. aurantii*

Les applications des différentes méthodes de lutte doivent se baser sur un ensemble de connaissances bioécologiques du ravageur contre lequel elles sont dirigées (**Delucchi, 1965**).

#### ➤ Les méthodes culturales

Des méthodes culturales adaptées pourraient réduire et empêcher la prolifération des espèces nuisibles sur les cultures (**Dajoz, 2010**). La taille annuelle et l'ébourgeonnage sont des pratiques particulièrement importantes, elles permettent l'aération de l'arbre ce qui freine la pullulation de la cochenille et facilite la pénétration des traitements (**Jacquemond, 2008**).

#### ➤ Lutte chimique

Une lutte avec des produits chimiques, contre le Pou de Californie, est possible par la pulvérisation des huiles blanches, d'insecticides de synthèse ou de carbamates (**Benassy, 1986**). Selon le même auteur, des produits tels que le Malathion, le Metidathion, le Diméthoate, et le Carbothyl, donneraient d'appréciables résultats. Les pulvérisations se font généralement contre les jeunes larves afin d'empêcher leur implantation (**Benassy, 1986**). **Bayindir et Karaka (2015)**, notent qu'il est préférable de lutter chimiquement contre les stades nymphaux de chaque génération. **Garcerà et al., 2013** notent que le spirotetramat est également efficace dans la limitation de la prolifération du Pou de Californie. En Algérie, **Biche et al., (2011)** notent qu'après seulement dix jours de son application, le Spirotetramate provoque une diminution considérable des populations de la cochenille.

#### ➤ Lutte biologique

La lutte biologique se base sur l'utilisation des entomophages indigène ou exotique qui sont, soit des prédateurs comme les coccinelles, larves ou adultes, qui se nourrissent des cochenilles, soit des parasites, surtout Hyménoptères qui pondent dans le corps (endoparasites) ou sur le corps (ectoparasites), dont les larves se nourrissent de leur hôtes vivants (**Foldi 2003, Kreiter, 2011**). Pour la réussite d'une lutte biologique, il est nécessaire qu'une correcte identification des différents ennemis naturels soit faite (**Kumar, 1991**).

L'avantage de celle-ci est de préserver l'entomofaune, l'environnement et d'établir un équilibre entre ravageurs et ennemis naturels (**Foldi, 2003**).

## 4 - Nutrition minérale

### 4.1 - Relation insecte-plantes hôtes

Les relations entre les insectes et les plantes hôtes sont conditionnées par différents facteurs chimiques tel que la présence de métabolites secondaires (**Vet et Dicke, 1992 ; Harborne, 1993**) et aussi par des caractères physiques des végétaux tels que la forme, la taille, le stade phénologique et la couleur de la plante, la présence de cires épicuticulaires et de trichomes (**Mangold, 1978 ; Berenbaum, 1995**). La sélection des plantes hôtes par les insectes doit être observée dans la reconnaissance du site (**Dicke, 2000**).

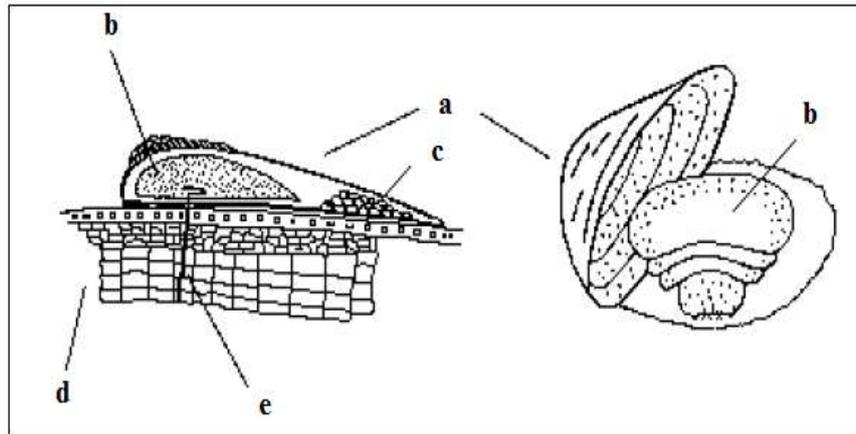
#### 4.1.1 - Relation physique

Les caractères de nature physique peuvent fréquemment diminuer l'intensité des attaques des phytophages et pour certains groupes d'insectes, l'orientation visuelle, joue un rôle important lors du choix d'un hôte dans l'environnement immédiat (**Quirion et Bourdeau, 1994**). La sélection d'une plante par un insecte phytophage peut être expliquée par des caractéristiques physiques du site de ponte comme la taille, la forme, l'intensité spectrale ou la réflectivité (**Barbosa et Wagner, 1989**).

Les insectes qui se trouvent sur la surface des plantes, sont en contact avec des stimuli physiques et chimiques souvent étroitement associés. La cuticule et les stomates contrôlent la transpiration due à la perte d'eau (**Butler, 1996 ; Burghardt et Riederer, 2006**) ainsi que les échanges gazeux (**Burghardt et Riederer, 2006 ; Schreiber, 2006**).

##### 4.1.1.1 - Mécanisme d'insertion du stylet et l'aspiration de la sève de la plante par les homoptères

Très peu de travaux ont été réalisés sur le trajet du stylet de quelques homoptères tel que les cicadelles et les pucerons. Le trajet des stylets des cochenilles sur les végétaux est moins bien connu. Les schémas de la figure 18, nous donnent une idée générale sur la relation physique de la structure interne d'une cochenille diaspine avec sa plante hôte :

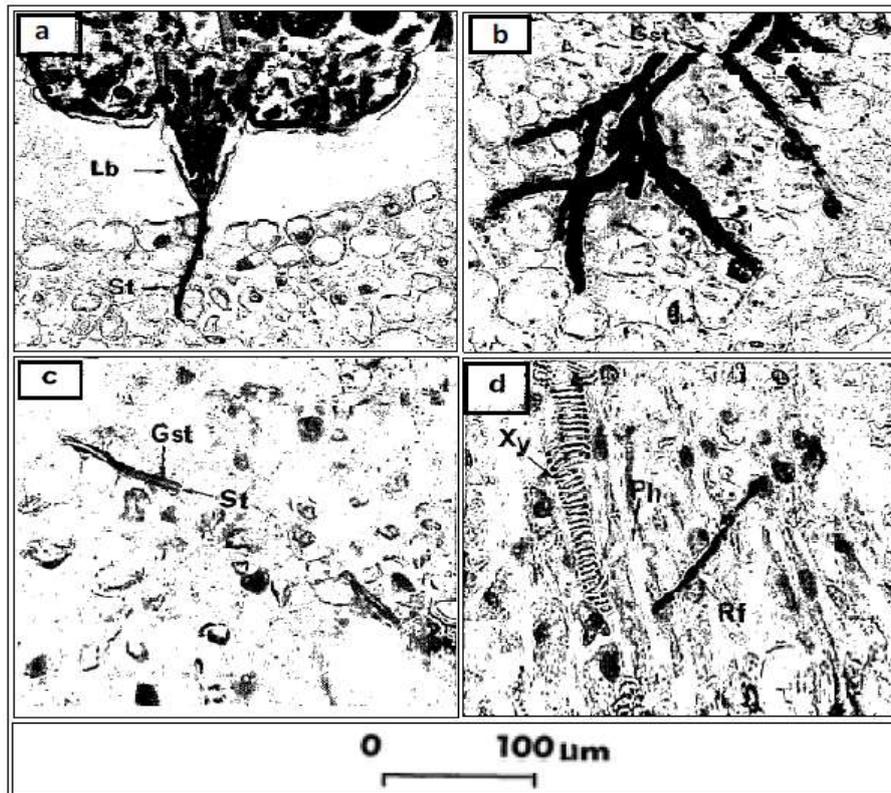


**Figure 18:** Relation physique plantes - diaspires (a : Bouclier, corps de la femelle, c : œufs, d : tissus végétaux, e: Stylets (INRA., 1979 in Belguendouz, 2014).

Pour mieux comprendre la relation mécanique et physique des insectes suceurs de sève nous avons choisis un exemple de cochenilles.

✓ **trajet du stylet de la cochenilles farineuse *Phenacoccus manihoti***

Sur la base d'observations histologiques et de la production du miellat, rapportent un comportement phloémophage de l'insecte. La figure 19 (a ; b ; c ; d) montrent le trajet du stylet de la cochenille farineuse *Phenacoccus manihoti* infestant le manioc.



**Figure 19:** Coupe transversale et longitudinale montrant le trajet du stylet (Calatayud, 1994)  
 (a : vue transversale de la couche épidermique d'un apex de manioc et vue longitudinale du labium (Lb) et des stylets (St) de *P. manihoti* ; b : coupe transversale du parenchyme montrant un trajet inter et intracellulaire des stylets ; c : coupe transversale du parenchyme montrant un trajet intercellulaire des stylets entourés de la gaine sétale ; d : coupe longitudinale du parenchyme montrant une pénétration des stylets dans une cellule, le phloémienne (Ph) (Xy : xylème, Rf : renflement correspondant à l'arrêt de progression de stylets).

Les coupes longitudinales et transversales de la tête de *P. manihoti* présentées sur les figures précédentes, montrent en rapport général du labium et des stylets similaire à celui déjà observé chez d'autres Pseudococcides ou les stylets sont repliés en boucle dans une loge ventrale du labium appelée crumena (Calatayud, 1994)

D'après Calatayud (1994), l'insertion des stylets dans les tissus végétaux s'accompagne du dépôt périodique de substances. Après retrait des stylets. Ces substances persistent et constituent une gaine. Le trajet des stylets est visualisé grâce au caractère chromophile de la gaine. Les stylets de *P. manihoti* suivent principalement un trajet intercellulaire.

Divers auteurs déterminent que les sécrétions salivaires pourrait jouer un rôle important dans l'interaction Plantes - Homoptères en facilitant l'atteinte et le retrait des stylets du phloème et en transportant les enzymes aux activités diverses.

#### **4.1.2 - Relation chimique**

Les informations chimiques fournies par une plante sont prépondérantes dans le choix du site de ponte (**Städler, 2002**). Elles complètent les informations physiques pour former dans le système nerveux central l'image sensorielle d'une plante hôte recherchée par l'insecte (**Dethier, 1982 ; Schoonhoven et al., 1998 ; Städler,2002**). La présence de signaux stimulants peu spécifiques (substances végétales ubiquitaires, humidité, texture), associés à une absence de stimuli dissuasifs, pourrait aussi réguler l'acceptation d'une plante hôte (**Bernays et Chapman, 1994 ; Schoonhoven et al., 1998 ; Städler,2002**).

##### **4.1.2.1 - Informations biochimiques présentes à la surface des feuilles. Implications dans la sélection de la plante hôte par un insecte**

A la surface des feuilles, il existe des métabolites d'origine photosynthétique. Ceux-ci peuvent donner des informations sur l'état physiologique et sur l'espèce de plante. Ces informations apparaissent rapidement à la surface des feuilles après leur biosynthèse dans les cellules (**Derridj et Wu, 1996**). L'azadirachtine ou les phytoecdystéroïdes qui pourraient être présentes à la surface des plantes sont particulièrement dissuasives (**Calas et al., 2006**).

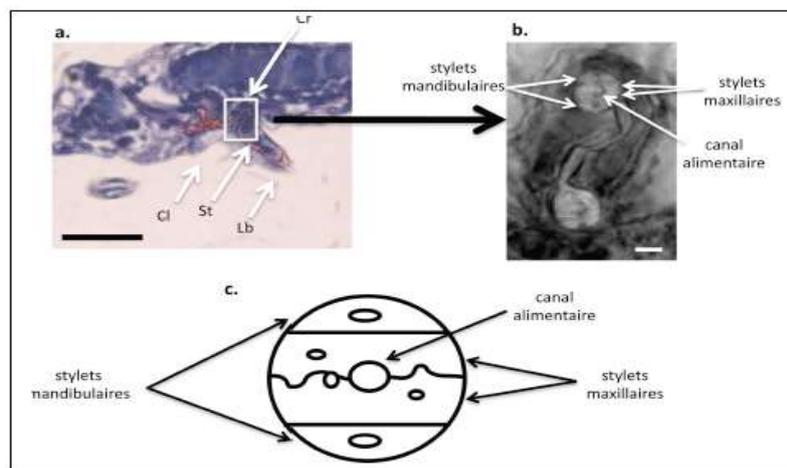
Une partie des événements comportementaux qui mènent, soit à la prise de nourriture soit au dépôt de ponte a lieu sur la surface des feuilles, au cours de la sélection de la plante hôte par un insecte. Lorsque l'insecte se déplace sur la surface de la feuille, il se trouve en contact avec un grand nombre de stimuli, d'ordre visuel, tactile, olfactif et gustatif. Les stimuli gustatifs sont essentiellement d'ordre biochimique (**Derridj et Wu, 1996**).

Selon **Derridj et Wu, (1996)**, les stimuli gustatifs sont essentiellement d'ordre biochimique. Ils peuvent être d'origine exogène ou endogène (poussières, pollens, miellats d'insectes, produits excrétés par les micro-organismes, substances polluantes de l'atmosphère) et endogène tels que les composés des cires cuticulaires, et les métabolites primaires et

secondaires provenant des tissus de la plante. Ceux-ci peuvent à leur tour être métabolisés par les micro-organismes épiphytes.

#### 4.1.3 - Relation plantes hôtes - Hémiptères

Les cochenilles appartiennent à l'ordre des Hémiptères, le groupe d'insectes capable d'utiliser la sève phloémienne des plantes comme unique ou prédominante source de nourriture. Le comportement alimentaire des cochenilles et, aux Sternorhynques en général, et l'arrangement particulier des pièces buccales sous forme de stylets procure un comportement alimentaire de type « piqueurs-suceurs » (**Grassé, 1951 ; Calatayud, 2011**) (Fig. 20).

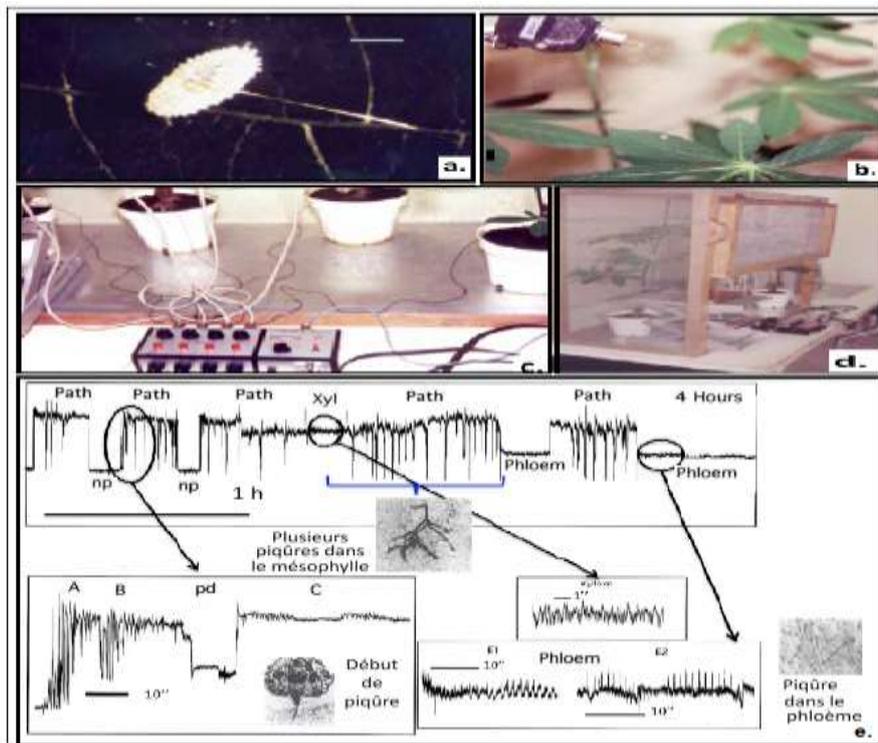


**Figure 20:** Relations anatomiques du labium (lb) et des stylets (st) chez *P. manihoti* (cl: "clypéus", Cr: "crumena") observées après une coupe longitudinale du corps de l'insecte (bar d'échelle = 600  $\mu$ m). Coupe transversale des stylets repliés en boucle dans la "crumena" (b, bar d'échelle = 2  $\mu$ m). Vue schématique des stylets chez les Sternorhynques selon **Grassé (1951)** (c) (**Calatayud, 2011**).

#### ✓ Interaction cochenille du manioc *P. manihoti* - plantes-hôtes

Selon **Tertuliano et Le Rü (1992)**, le degré de résistance à la cochenille du manioc des différentes plantes-hôtes n'a pu être lié, ni à la teneur de leur extrait de feuille en acides aminés et en sucres, ni à leur composition relative en acides aminés. Il n'a pu être non plus lié au rapport sucres/acides aminés. Les résultats inspirent que des caractéristiques biochimiques autres que celles étudiées dans ce travail interviennent dans les mécanismes de résistance vis-à-vis de la cochenille du manioc.

En 1994, l'utilisation pour la première fois de l'Electro Pénétration Graphie (EPG) sur une cochenille permet de confirmer que *P. manihoti* est bien un insecte phloémophage (Calatayud *et al.*, 1994). Cette technique permet grâce à un montage électrique, d'enregistrer les activités des piqûres de ces insectes (Fig. 21). Cette technique présente un double intérêt, non seulement elle permet de mieux connaître le compartiment nutritif de l'insecte mais aussi d'identifier les tissus de la plante les plus impliqués dans la résistance du végétal à la pénétration des pièces buccales du ravageur (Calatayud, 2011) (Fig. 21).

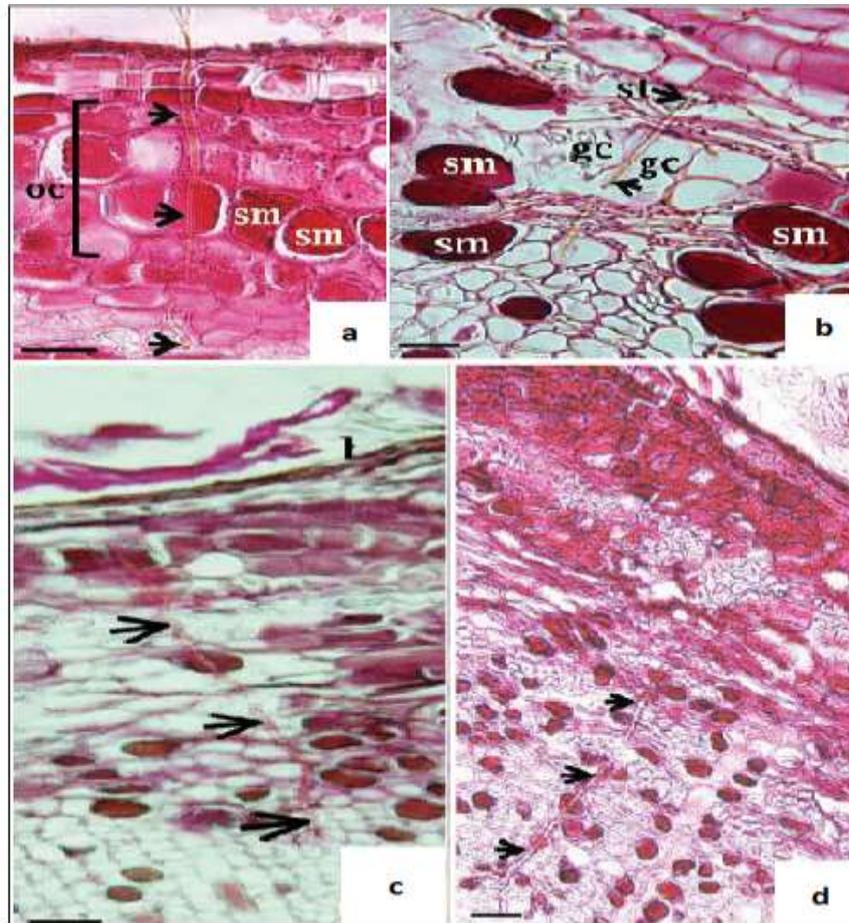


**Figure 21:** L'EPG : un fil d'or est fixé sur le dos de l'insecte à l'aide d'une colle contenant des sels d'argent (a, bar d'échelle = 1 mm). L'insecte est ensuite relié à une sonde (b) qui est elle-même connectée à un amplificateur lié à un ordinateur pour la visualisation et le stockage des signaux électriques (c). L'expérience est réalisée dans une cage de Faraday afin de limiter les bruits électriques extérieurs au montage (d). Les signaux EPG typiques enregistrés chez *P. manihoti* et *P. herreni* utilisant le système DC-EPG de Tjallingii (1988) (e) (Calatayud, 2011).

✓ **Site d'alimentation d'*Anomalococcus indicus* dans des jeunes tiges et des vieilles tiges d'*Acacia nilotica indica***

Selon Khan *et al.*, (2014), les stades nymphaux I et II de *Anomalococcus indicus* (Hemiptera : Lecanodiaspididae) se nourrissent des cellules du parenchyme cortical des jeunes tiges de *Vachellia nilotica indica* (Fabales : Mimosoideae), alors que les stades

nymphaux III et les femelles adultes se nourrissent des éléments du phloème des pousses plus âgées (Fig. 22).



**Figure 22:** Observations histologiques montrant le trajet du stylet et le Site d'alimentation d'*Anomalococcus indicus* (**a** : du premier stade nymphale, dans des jeunes tiges d'*Acacia nilotica indica* ; **b** : du deuxième stade nymphale; **c** : troisième stade nymphale (♀); **d** : Adulte, dans des vieilles tiges d'*Acacia nilotica indica*) (Khan et al, 2014).

### ✓ Interaction cochenille diaspines - plantes-hôtes

**Smith (1926)** les Diaspididae sont capable d'utiliser la sève phloémienne des plantes comme source de nourriture, **Smith (1926)** et **Rosen 1990** ont signalé en revanche, l'existence de quelques Diaspididae présent une alimentation non phloémienne.

D'après **Belguendouz (2014)**, l'étude de la relation plante hôte diaspines, montre que *P. ziziphi*, *A. aurantii* et *L. beckii* à régime alimentaire opophage n'ont pas les mêmes préférences d'espèce-hôte : *P. ziziphi* se développe mieux sur le clémentinier. *L. beckii* sur l'oranger et *A. aurantii* sur citronnier.

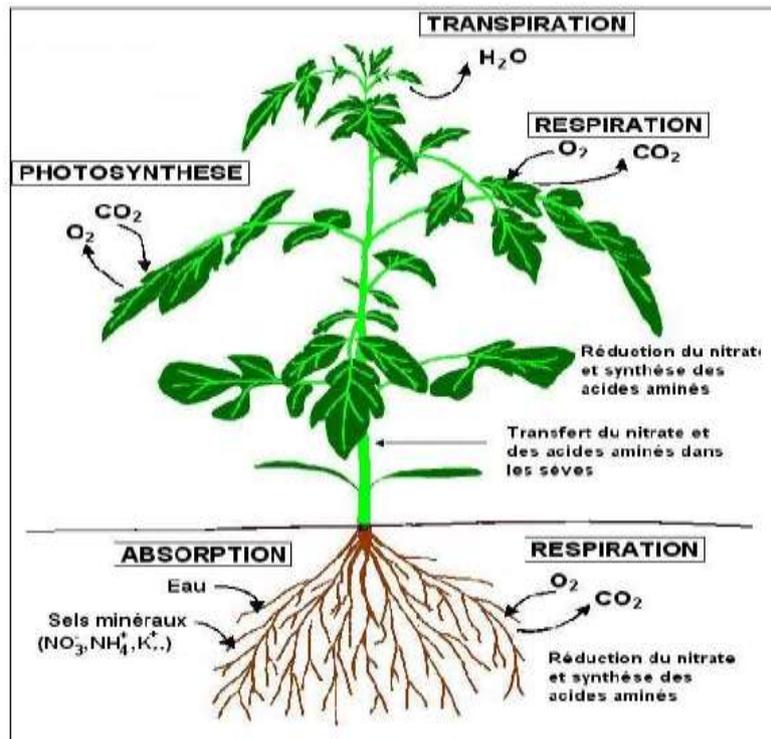
En Algérie, *L. beckii* est principalement inféodée au genre *Citrus*. Elle peut être associée à *P. ziziphi* et *A. aurantii* sur clémentinier, citronnier et oranger. La relation physique des diaspines est caractérisée par l'insertion du labium dans la cuticule puis l'épiderme. Facilitant au stylet de se faufiler entre ou à travers les cellules du parenchyme palissadique et lacuneux tout en évitant les glandes sécrétrices d'essence. Jusqu'à l'atteinte du site de nourriture convenable pour chaque stade évolutif (**Belguendouz, 2014**).

Par contre *A. aurantii*, est une espèce polyphage. il a été observée en Italie sur agrumes, amandier, vigne, poirier, prunier, jujubier, caroubier, et rosier. La cochenille passe l'hiver sur le tronc, les branches et les rameaux. A partir du printemps les individus migrent sur les feuilles puis sur les fruits. Cette espèce est la plus nuisible au *Citrus*. Elle vit principalement sur *Citrus*, auxquels elle cause des dégâts considérable, evahissant le feuillage et les fruits, les rameaux ligneux. Les arbres attaqués se dépouillent et finissent par mourir. Signalée sur plusieurs plantes telles que le genre *Ficus*, *Agave*, *Pyrus*, *Malus*, *Prunus*, *Rosa*, *Vitis*, *Quercus* et *l'Artrocarpus*. Il préfère les parties exposées au soleil de l'arbre chez les *Citrus* (**Balachowsky, 1950**).

#### 4 2 - Nutrition minérale des agrumes

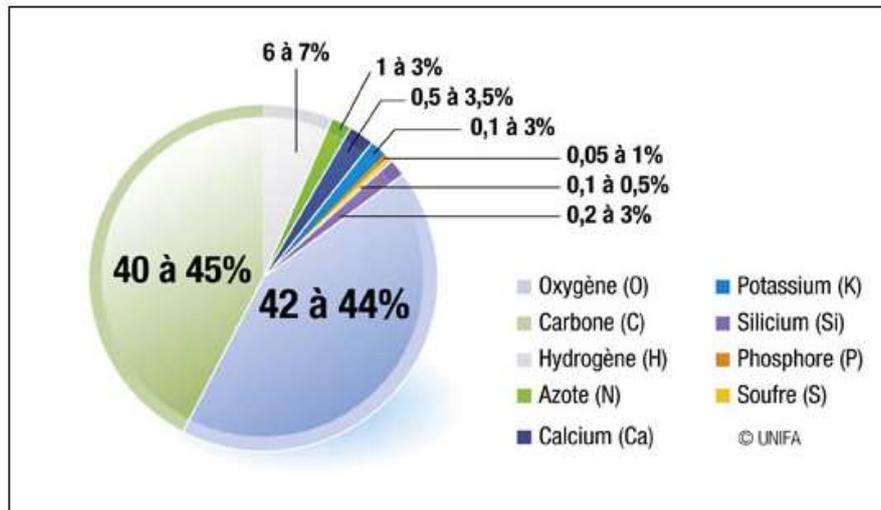
La plante, pour assurer sa croissance et son développement, sélectionne et prélève les éléments dont elle a besoin dans le milieu environnant : le carbone à partir du dioxyde de carbone atmosphérique, l'oxygène dans l'air et dans le sol et enfin l'eau et les autres éléments

nutritifs qu'elle contient principalement à partir du sol (Fig. 23) (Tessier et Morot-gaudry, 2004)



**Figure 23:** Besoins d'une plante en eau et éléments nutritifs (Tessier et Morot-Gaudry, 2004).

En effet, 90 à 96% de la matière sèche des plantes proviennent uniquement des atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène fournis par les gaz O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> et par l'eau. Alors que l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium et les autres éléments minéraux incluant les oligo-éléments constituent le reste de la matière sèche (Fig. 24). Cependant, la composition des végétaux en éléments minéraux varie en fonction de l'espèce, de l'âge et de la nature des organes ainsi que la composition du sol (Tessier et Morot-Gaudry, 2004).



**Figure 24:** Composition moyenne d'une plante en matière sèche (Tessier et Morot-gaudry, 2004).

Les progrès de la fertilisation sont liés en premier lieu aux recherches fondamentales de science du sol et de physiologie végétale qui permettront de tirer un meilleur parti du milieu. Pour diagnostiquer les besoins des plantes en éléments minéraux et fertilisation, deux voies sont possibles :

- **Voie du végétal :** L'analyse de la plante entière qui donne les exportations en éléments nutritifs, n'est pas réalisable et ne permet pas d'établir une corrélation entre les teneurs en ces éléments avec le rendement (Levy, 1971). Il y'a, donc lieu, d'orienter l'analyse sur un organe précis de la plante ; dont la composition minérale reflète les variations de la nutrition et ses répercussions sur les rendements en fonction du sol et des pratiques culturales (irrigation, fertilisation ...) et des facteurs climatiques (Bœuf et Vessereau, 1948). La feuille est le seul organe qui permet d'obtenir instantanément les informations nécessaires ; c'est le diagnostic foliaire. Cette méthode a été initiée et définie pour la première fois par Lagatu et Maume, comme étant « l'état chimique à un instant donné d'une feuille convenablement choisie (Gautier, 1975). Pour plusieurs auteurs (Matrin-Prével *et al.*, 1984 et Gautier, 1987), notent que les paramètres susceptibles de modifier ou influencer la composition minérale des feuilles sont liés à la feuille elle-même, à l'arbre, aux techniques culturales ou aux conditions abiotiques et biotiques du milieu.

En Algérie, la pratique du diagnostic foliaire reste récente et les premiers travaux sur le contrôle de l'état nutritionnel des vergers d'agrumes en Mitidja sont ceux de (**Hamdi-Pacha, 1976 ; Khelil et Bentchikou, 1978 ; Halitim et al., 1978 et Hatateba, 1978**).

Afin de profiter de l'exploitation du diagnostic foliaire, il faut observer un grand nombre de données telles que les maladies infectieuses ou parasitaires qui peuvent limiter son utilisation. C'est le cas des virus qui se substituent au métabolisme de la plante, causant ainsi une incapacité pour celle-ci, d'absorber les éléments minéraux dont elle a besoin. Il faut, également noter que la méthode n'apporte pas de résultats fiables sur des arbres qui poussent dans de mauvaises conditions à la suite d'un enracinement défectueux (**Chaboussou, 1980**). A ce titre, le diagnostic foliaire reste une méthode complémentaire à celle du sol.

- **Voie du sol** : C'est le réservoir à partir duquel la plante pompe tous les éléments dont elle a besoin. Le sol indique les potentialités de fourniture en éléments (**Gérard et Germain, 1994**) et confirme le diagnostic visuel (**Huguet et Coppenet, 1992**).

Pour **Loussert (1978)** et **Skiredj (2007)**, la bonne qualité d'un sol agrumicole dépend de sa teneur en matière organique, en calcaire actif et le pH, en  $P_2O_5$  et  $K_2O$  assimilables et enfin en Chlorures

#### 4.2.1 - Les macronutriments et les micronutriments

Les éléments nutritifs indispensables à la vie d'une plante peuvent être répartis en deux catégories : les macronutriments et les micronutriments.

Les macronutriments sont caractérisés par leurs concentrations supérieures à 0,1 % de la matière sèche. On y retrouve les principaux éléments nutritifs nécessaires à la nutrition des plantes, qui sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Ces quatre éléments qui constituent la matière organique représentent plus de 90 % en moyenne de la matière sèche végétale, auxquels on ajoute les éléments utilisés comme engrais et amendements qui sont : le potassium, le calcium, le magnésium, le phosphore ainsi que le soufre.

Les oligo-éléments ce sont les micronutriments dont la teneur ne dépasse pas 0,01 % de la matière sèche. Il s'agit du chlore, fer, bore, manganèse, zinc, cuivre, nickel, molybdène, etc. Le défaut de certains de ces éléments peut déterminer des maladies de carence (**Duthil, 1973**).

#### 4.2.2 - Rôle physiologique des éléments minéraux essentiels

Les agrumes, comme tous les végétaux autotrophes ont besoins pour leur croissance et leur développement, des éléments nutritifs. Douze (12) éléments minéraux issus de sol sont indispensables à la croissance des végétaux (tab.2 annexe).

#### 4.2.3 - Les problèmes de carences nutritionnelles en éléments nutritifs

**Le manque d'azote** se manifeste par un mauvais état général de l'arbre avec un développement réduit et une chlorose des feuilles (**Gautier, 1987**). Les jeunes feuilles sont très petites avec un limbe mal développé d'une couleur très claire, puis jaunissent tout au long des nervures principales et secondaires **Coutanceau (1962)**.

**La carence en phosphore** dans le sol, fait que les jeunes feuilles perdent leur verdure, et leur croissance est entravée avec l'apparition de nécroses en bordure suivies d'une chute anormale (**Bretaudeau et Fauré, 1992**). Les rameaux fructifères deviennent fragiles ainsi qu'une chute anormale des fruits. Ces derniers prématurément se ramollissent, deviennent spongieux et les quartiers se séparent entre eux. Les écorces sont un peu épaisses et rugueuses.

**Les carences** comme les excès **de potassium** augmentent la sensibilité des plantes aux parasites. Ces carences provoquent le raccourcissement des entre-nœuds des tiges, la réduction de la taille des plantes et le jaunissement de la bordure des feuilles qui se nécrose entièrement. Le processus de maturation est arrêté avec une proportion élevée de petits fruits, durs et acides de couleurs variées. La carence peut être induite par antagonisme avec le magnésium, le calcium ou par excès d'azote (**Koo et Sites, 1956; Blanchet et al., 1962 ; Chapman, 1968**).

**Les carences en calcium** est rare et peut être observés en sol très acides ou en présence d'éléments antagonistes (N<sub>2</sub>, potasse) qui réduisent son assimilation (**Bretonneau et Fauré, 1992**). Elles se traduisent par un flétrissement et mort des bourgeons terminaux, formation de feuilles petites à extrémités enroulées ou recourbées, jaunâtre, devenant brunâtre à rouge.

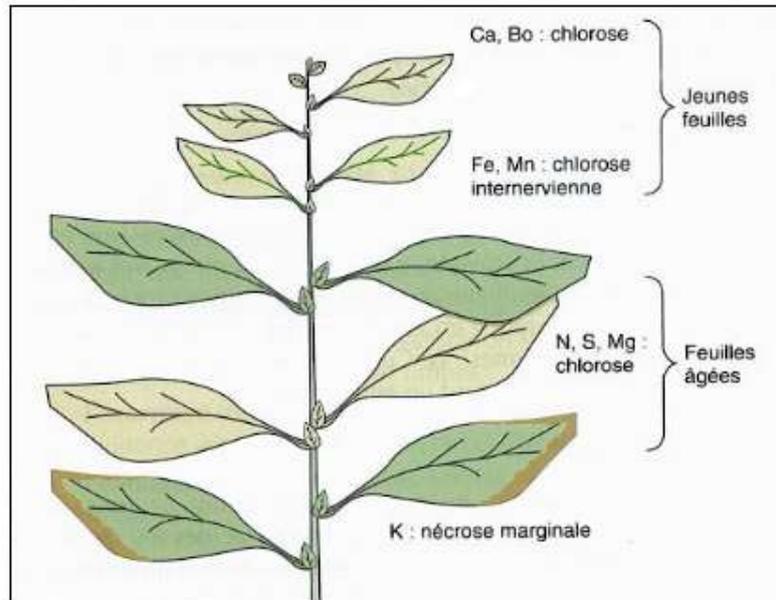
**L'insuffisance du magnésium** provoque la chlorose et la chute des feuilles. En plus, la disparition caractéristique de la chlorophylle réduit l'assimilation et la teneur des fruits en composés organiques. Ainsi, le métabolisme de la plante est perturbé et la maturation du fruit retardé avec une perte de la production (**Chapman, 1968 ; Gautier, 1987; Bertschinger et al., 2003**).

**Les carences en soufre** réduisent la croissance et les jeunes feuilles sont de couleur vert pâle à jaunes, alors que les tiges deviennent rigides et cassantes.

**Les carences en zinc** de cet élément provoquent des troubles caractéristiques observés surtout dans les sols alcalins et des sols légers. On note des déformations de feuilles ; des chloroses. Les rendements sont réduits quand la carence est sévère. Le calibre des fruits diminue. La coloration est très claire. Le jus accuse une baisse en vitamine C (**Chapman, 1968**).

Les chloroses observées sont dues à une carence de fer. Dans certains cas, on note une chute de feuilles et de brindilles mortes. Les déficiences de cet élément sont fréquentes dans les sols alcalins où le fer se trouve dans une forme non-échangeable (**Wallace et al., 1954**).

Le bore, le soufre, le zinc, le cuivre, en carence peuvent causer certains troubles comme le gaufrage, influencer la structure des écorces Les fruits sont déformés et autres maladies à virus (**Otsuka, 1962**).



**Figure 25** : Principaux symptômes de carences chez les végétaux (**Lepoivre, 2003**).

#### 4.3 - Les interactions entre éléments

L'absorption des éléments se fait au niveau des points d'échanges ioniques à la surface des racines. Les éléments fertilisants disponibles ne seront jamais tous absorbés par la plante. Le potentiel d'assimilation spécifique d'une espèce végétale et la disponibilité des éléments fertilisants dans le sol sont perturbés par les interactions ioniques (**Bertschinger et al., 2003**).

#### 4.4 – Les accidents végétatifs divers

Ces accidents sont dus au pH du sol, à la salinité, un excès ou un manque d'humidité atmosphérique, un tassement du sol, des déséquilibres ionique du sol et aux intoxications.

- **pH**

- ✓ **Influence du pH sur l'assimilation des nutriments**

Le pH des sols de jardin se situe presque toujours entre 4 et 8. Un sol ayant un pH inférieur à 7 est acide et un sol ayant un pH supérieur à 7 est basique. Le pH du sol joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par la plante. Dans un milieu acide, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre et le molybdène sont moins

facilement assimilables par la plante que le fer, le manganèse, le bore, le cuivre et le zinc. A cet effet, la plupart des plantes ont une croissance optimale lorsque le pH du sol est compris entre 6 et 7 car la majorité des éléments nutritifs sont assimilables dans cette zone de pH ; à titre d'exemple ;

- Azote pH 6 – 8.
- Acide phosphorique pH 6,25 – 7.
- Potasse et soufre pH 6 - 8,5.
- Ca et Mg pH 7 - 8,5.
- Fe et Mn pH 4,5 – 6.
- B, Cu et Zn pH 5 – 7.
- Mo Ph 7 - 8,5.

- **Salinité**

Un excès de salinité provoque un rabougrissement de la plante et une diminution de la grosseur des fruits ; flétrissement, nécrose et mort de la plante. Le remède et le lessivage, l'utilisation de goutte à goutte, un labour profond et un apport copieux de matière organique.

- **Asphyxie, manque d'eau et autre facteurs**

L'asphyxie a lieu soit par excès d'eau, faible drainage ou par une mauvaise structure du sol. Il faut travailler le sol par des outils adaptés. Il faut aussi éviter la dessiccation du sol. Une sécheresse accentuée provoque la salinité et, par conséquence les accidents physiologique dus à cette salinité. L'excès provoque la fermeture des stomates et l'arrêt du fonctionnement de la plante.



# *Matériel et méthodes*



## 1 - Présentation des stations d'étude et matériel et méthodes

### 1.1 - Choix des sites d'étude

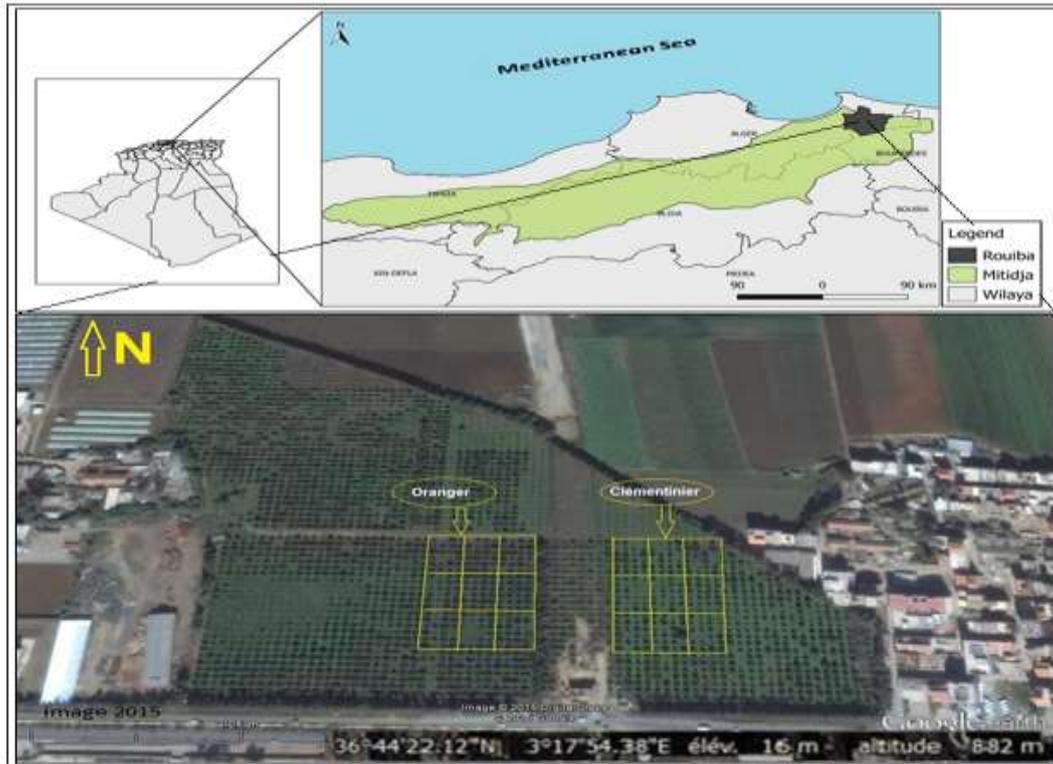
Dans ce présent travail, nous contribuons à étudier l'écologie de *P. ziziphi* et d'*A.aurantii* sur le clémentinier et l'oranger et l'impact des minéraux du sol et des feuilles sur les populations de la cochenille dans deux sites : Rouiba [36°44'00"N ; 3°17'00"E] et Oued el Alleug [36°33'11"N ; 2°47'27E]. Ce choix est basé, d'une part, par l'importance économique des deux essences d'agrumes étudiées en Algérie, et d'autre part, pour leur état sanitaire en dégradation en raison des facteurs climatiques convenables (température, humidité et vent) de la Mitidja à la multiplication de cochenilles.

### 1.2 - Sites d'étude

Les deux sites d'étude appartiennent respectivement à une exploitation privée (Rouiba) et l'autre étatique (Oued Alleug). Ils s'étendent sur une superficie allant de 10 à 12 hectares chacune. Elles font partie respectivement de la partie orientale et occidentale de la Mitidja et à l'étage bioclimatique Sub-humide à hiver tempéré.

#### 1.2.1 - Présentation de la station de Rouiba

Le premier site, est une exploitation privée située au nord-est de la commune de Rouïba où se trouvent les deux vergers de clémentinier (*Citrus clementina*) et de l'oranger (*Citrus sinensis* var *Washington navel*) (Fig. 26). C'est une ferme à vocation agrumicole qui renferme, aussi, des cultures maraichères en plein champs et sous-serres. Il s'agit d'un jeune verger, planté en 1990, qui a subi régulièrement les travaux cultureux, notamment des labours (juillet et avril) et une taille de formation (février) ; ainsi que des apports de fertilisants (N P K) en automne et au début de printemps. Enfin, deux interventions phytosanitaires contre les homoptères, en général, sont effectués particulièrement contre la mineuse des agrumes (*Phyllocnistis citrella*).



**Figure 26 :** Localisation des vergers d'oranger et de clémentinier à Rouïba.

### 1.2.2 - Présentation de la station d'Oued Alleug

Le deuxième site, est une exploitation étatique située au sud-ouest de la commune d'Oued Alleug. On y trouve les deux vergers de clémentinier (*Citrus clementina*) et de l'oranger (*Citrus sinensis* var *Washington navel*) (Fig. 27). Cette exploitation renferme également un verger de citronnier, mandariniers et de bigaradiers. Les deux essences sont sévèrement infestées par le Pou noir de l'oranger (*P. ziziphi*). Ces vergers sont moyennement entretenus par des travaux culturaux (le disquage, la taille) et l'utilisation de traitements chimiques contre les bioagresseurs existant tel que les pucerons et les cochenilles.

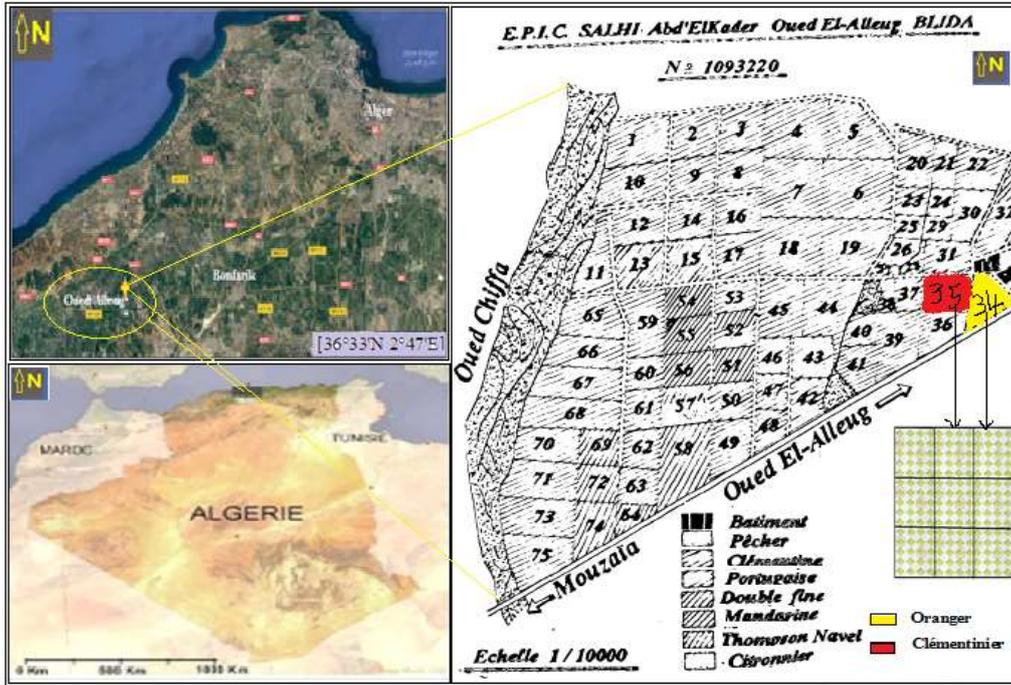


Figure 27: Localisation des vergers d'oranger et de clémentinier à Oued Alleug.

## 2 - Protocole expérimental



Figure 28: Verger de clémentinier



Figure 29: Verger d'oranger

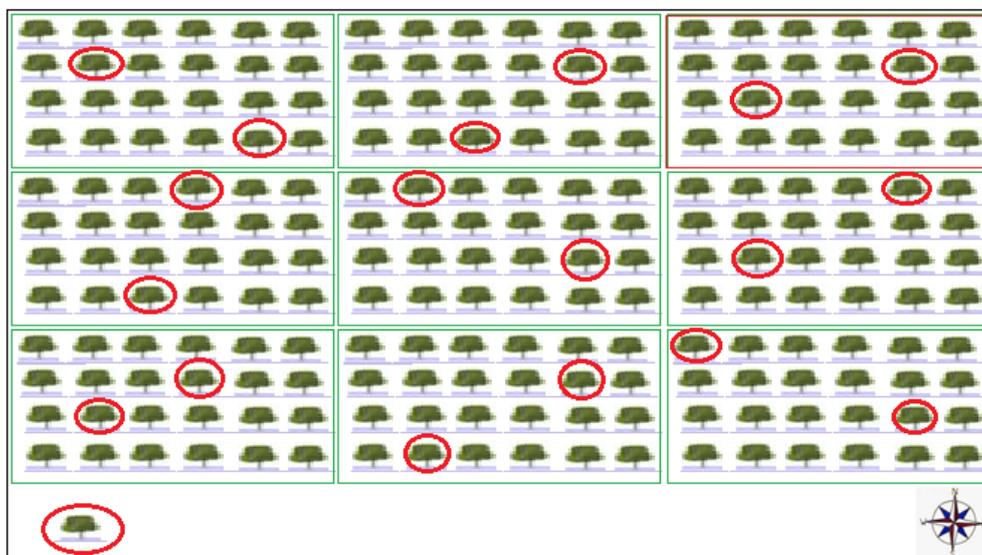
Au cours de notre travail, nous avons adoptés la méthodologie suivante :

## 2.1 - Sur le terrain

### 2.1.1 - Prélèvement des feuilles et des rameaux

Nous avons entamé l'expérimentation du début du mois de décembre 2015 pour l'achever au mois de décembre 2017, soit deux années d'étude. La méthode est inspirée des travaux de **Vasseur et Schvester (1957)**.

Les échantillonnages sont effectués trois fois par mois, c'est à dire tous les 10 jours (soit un total de 36 sorties par an). Les vergers d'étude sont divisés en 9 parcelles de 24 arbres chacune (soit un total de 216 arbres). Au cours de chaque sortie, nous échantillons sur 2 arbres pris aléatoirement, de chaque parcelle d'échantillonnage, soit un total de 18 arbres sur lesquels, nous prélevons 2 rameaux de 20 cm de long et deux feuilles à hauteur d'homme pour chaque direction cardinale et au centre de l'arbre. Les échantillons récoltés sont placés dans des sachets en papier Kraft sur lesquels nous mentionnons tous les renseignements du prélèvement (date, variété, direction et région). Parallèlement au prélèvement, nous complétons nos observations par l'enregistrement des dates des poussées de sève et le stade phénologique de chaque plante hôte dans les deux sites (la floraison, la nouaison, le grossissement et la maturation) (Fig. 30).



**Figure 30:** Schéma de dispositif expérimental.

Pour la réalisation de l'inventaire des cochenilles sur l'oranger et le clémentinier dans les deux régions, nous prélevons des échantillons de rameaux et des feuilles infestées. Le matériel végétal collecté est mis dans des sachets en matière plastique.

Les paramètres climatiques considérés dans cette étude sont les températures minimales "m", maximales "M", moyennes "T" de l'air (°C), la précipitation totale "P" (en mm) et l'humidité relative moyenne H (%).

### 2.1.2 - Prélèvement du sol

Les prélèvements du sol sont effectués sur une période d'une année, du mois de janvier 2016 au mois de décembre 2016. Ces prélèvements sont effectués une fois par mois à l'aide d'une tarière (soit un total de 12 prélèvements par an pour le clémentinier et l'oranger) et d'une manière systématique au centre de chaque bloc et à proximité d'un arbre (1,5m environ à une profondeur de 20 à 40 cm) (Fig. 31). La profondeur du sol à prélever dépendra de la profondeur de l'enracinement de la plante considérée. Pour la plupart des cultures (arboriculture et viticulture), les prélèvements « en profondeur » (50-80cm) (**Mathieu et Pieltain, 2003**). Les racines des agrumes peuvent aller jusqu'à 4 m de profondeur, mais plus de 50% d'entre elles se limitent dans les 60 à 70 cm de profondeur. Les échantillons sont placés dans des sachets en plastique étiquetés ; sur lesquels sont mentionnés tous les renseignements : Parcelle, Culture, Date, Profondeur, Remarque).



**Figure 31:** Echantillonnage du sol.

## 2.2 – En laboratoire

### 2.2.1 - Collecte, conservation et détermination des cochenilles

Les cochenilles des feuilles et rameaux infestés sont récoltés avec une épingle entomologique humectée de l'alcool pour que les espèces ne soient pas brisées. Elles sont conservées, jusqu'à leur montage, dans de l'alcool 70°, accompagnées d'une étiquette portant les indications complètes. Les spécimens sont montés entre lame et lamelle selon la méthode décrite dans **Kosztarab et Kozàr (1988)** et observés au microscope optique et identifiés selon les clés décrites par **Balachowsky (1948, 1954, 1956 et 1953)**, **Marotta (1990)** et **Miller et Davidson (2005)** (Fig.32). L'identification de la cochenille a été faite par Le Prof. Mohamed BICHE (Département de Zoologie Agricole et Forestière – ENSA El Harrach.) et le Prof. Mehmet Bora KAYDAN (Université de Çukurova. Balcali. Adana Turquie).

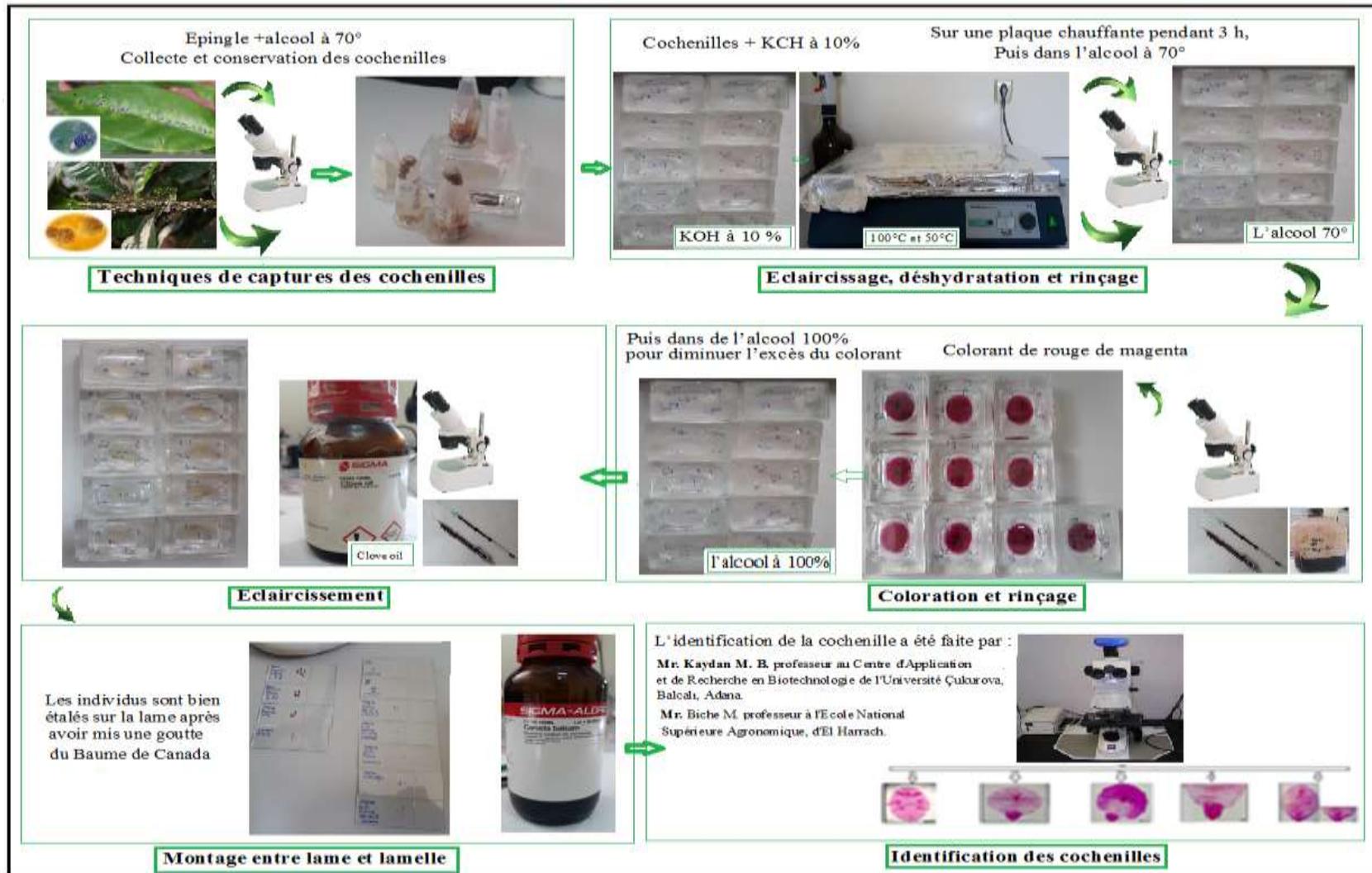


Figure 32 : Schéma du protocole expérimental de la collecte, la conservation et le montage des cochenilles.

### 2.2.2 - Examen des feuilles et des rameaux

Les échantillons sont examinés soigneusement sous la loupe binoculaire. Les résultats des dénombrements des individus vivants, morts ou parasités du *P. ziziphi* et d'*A. aurantii* de chaque stade sur les deux faces des feuilles ainsi que sur le rameau pour chaque direction cardinale, sont reportés sur des fiches de prélèvements (annexe 3 et 4). On note également le nombre des larves mobiles et fixées, des larves de deuxième stade femelle et mâle, des pronymphes, des nymphes, des males ailés et des pupariums vides et le nombre d'œufs pondus par femelle (*P. ziziphi*),.

### 2.2.3 - Dosage du sol

Le dosage des éléments minéraux est réalisé au laboratoire de l'Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (ANRH). La préparation de l'échantillon est nécessaire pour le rendre représentatif à l'analyse. Elle comprend l'émiettement des mottes, le séchage, la réduction des agrégats, la séparation de la terre fine par tamisage.

#### ✓ Séchage

La notion de sol sec est basée sur la référence d'un séchage effectué à l'air, en couche mince à température ambiante et à l'abri de la lumière directe du soleil. Elle est subjective en raison de la nature des matériaux qui composent le sol (nature minéralogique, teneur en matière organique etc.). Le séchage permet d'éliminer lors du séchage est de l'eau capillaire et pour partie de l'eau liée (Lozet et Mathieu, 2002).



**Figure 33:** Sol séché

La réduction des agrégats et le tamisage ont été réalisés manuellement, dans le but de ; retirer les cailloux afin de débarrasser de la terre adhérente et séparer directement les particules de la terre brute sur un tamis de 2mm et réduire progressivement les mottes avec les doigts ou en utilisant un mortier en porcelaine et un pilon. Il faut éviter toute perte, aussi bien d'éléments grossiers que de terre fine, pendant l'opération. Etaler la terre fine à sécher sur un plateau, pendant 24h et verser la terre fine séchée dans un bocal fermé.



Figure 34: Mortier et pilon



Figure 35: Un tamis et le sol tamisé

✓ Méthodes d'analyse

Les méthodes sont présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau n°13).

Tableau 13 : Analyses de laboratoire et leurs méthodes (Voir détail des méthodes en annexe)

Analyses		Méthodes
Biologique	Carbone organique	Méthode ANNE
	Matière organique	C % X 1.72
	Azote total	Méthode KJELDHAL
Chimique	Azote assimilable	Extrait par du KCl
	pH eau	Méthode potentiométrique avec un PH mètre le rapport sol/eau=1/2.5
	Conductivité électrique	Conductimètre, rapport sol/eau=1/5
	Calcaire total	Méthode volumique avec le calcimètre de BERNARD
	Phosphore total	Méthode colorimétrique par flux continu
	Phosphore assimilable	Méthode OLSEN
	Potassium assimilable	Extraction par l'acétate d'ammonium
	Bases échangeables Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , K <sup>+</sup> et Na <sup>+</sup> .	Extraction par l'acétate d'ammonium PH=7
	CEC	Méthode de percolation, extraction à l'acétate d'ammonium à PH=7. Méthode de percolation, extraction du KCl.

## 2.2.4 - Dosage des feuilles

### a - Préparation des poudres végétales

Les feuilles infestées prélevées durant la période d'étude (janvier 2016 - décembre 2017), ont été le support du suivi de la dynamique des populations de *P. ziziphi*, mais aussi utilisées par la suite pour le dosage du taux des éléments chimiques et biochimiques. Ce travail nous a permis de suivre les variations de ces derniers en fonction des abondances des infestations. Ces feuilles ont subi un :

**Nettoyage :** après la collecte des cochenilles le comptage et la classification de tous les individus, un lavage préalable des feuilles est nécessaire.

**Séchage et broyage :** les feuilles sont ensuite séchées à l'air libre pendant vingt jours. Cette étape est subjective en raison de la nature des matériaux qui composent les feuilles et pour éviter les altérations par l'activité enzymatique interne ou les pertes par volatilisation. Il est recommandé en général de faire passer l'échantillon d'abord dans une étuve réglée à 75°C pendant 1 h, ensuite les étaler sur un papier et les mettre dans un endroit à l'abri de la lumière.

Les feuilles une fois seches, sont rapidement broyées et homogénéisées à l'aide d'un broyeur électrique pendant 3 minutes. Le broyeur est immédiatement nettoyé avant d'entamer le broyage suivant pour empêcher un éventuel mélange entre les échantillons se repercutant sur les résultats. Après, la poudre végétale est récupérée, tamisée et conservée dans des flacons en verre pour subir des analyses chimiques.

Pour doser la teneur de ces éléments dans l'échantillon, une fiche technique est dressée à l'annexe comportant le mode de minéralisation de la poudre végétale, dosage des réactifs, le mode opératoire et la gamme d'étalonnage de chaque élément considéré.

### 3 - Exploitation des données et analyse statistique

#### 3.1 - Abondance relative

L'abondance relative est le rapport du nombre des individus de l'espèce prise en considération au nombre total des individus de toutes espèces confondus. Elle est représentée par la formule suivante :

$$A.R. = N_i * 100 / N$$

A.R. (‰) : l'abondance relative ou fréquence centésimale.

$N_i$  : le nombre des individus de l'espèce prise en considération.

$N$  : le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

#### 3.2 - Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence de l'espèce  $i$  ( $C_i$ ), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de contenant au moins un individu de l'espèce  $i$  ( $r_i$ ) au total relevée réalisés ( $R$ ) (Dajoz, 1985; Dajoz, 2006).

La constance est calculée selon la formule suivante :

$$C_i = r_i * 100 / R$$

Bigot et Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- ✚ les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués.
- ✚ les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements.
- ✚ les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale à 10 %.
- ✚ les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10%.

### 3.3 - L'exploitation des résultats d'écologie de *P. ziziphi* et d'*A. aurantii*

Les résultats obtenus dans la dynamique de la population globale de *P. ziziphi* et d'*A. aurantii* sur le clémentinier et l'oranger dans les deux régions sont soumis aux différentes analyses statistiques.

Pour ce qui est de la fécondité (F.) et la distribution saisonnière des larves mobiles en fonction des orientations (D.S.O.) sont calculées selon les formules suivantes :

- F. de *P. ziziphi* = Nombre moyen d'œufs pondus / femelles.
- F. d'*A. aurantii* = Nombre des larves mobile /femelles.
- D.S.O.= [(Nombre des larves mobiles de chaque orientation du Pou noir de l'oranger × 100) / nombre total des larves mobiles].

Pour mieux comprendre les interactions qui peuvent exister entre la plante-hôte et la cochenille, notamment la variation temporelle du nombre d'individus, les résultats ont été soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) en insistant sur l'effet de "génération", "date", "variété", "région", "orientation" et "paramètres climatiques" De même, une analyse de variance one-way (ANOVA) a été réalisée pour comparer l'effet des orientations cardinales sur la distribution saisonnière de *P. ziziphi* Lorsqu'il y avait des différences statistiquement significatives à  $p < 0,05$ , le test DMRT (Duncan Range Multiple Range) a été utilisé pour séparer les moyennes.

L'exploitation des résultats est faite par le logiciel XLstat2010 et les analyses de corrélation linéaire à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).



## *Résultats et discussion*



*Partie 1 :*

**Coccidofaune des agrumes**

Dans cette partie du travail, nous présenterons les résultats des identifications des espèces de cochenilles recensées lors de l'enquête sur les deux plantes hôtes ; le clémentinier et l'oranger, dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug, en rapportant ces données à celles précédemment rapportées dans la littérature sur une période de 117 ans. Les archives historiques résument les caractéristiques de base de la biologie, la plante hôte, la nocivité potentielle pour chaque espèce présente dans les vergers algériens. Le but est de mettre à jour la liste des espèces de cochenilles vivant sur les agrumes.

## 1. Etude de la coccidofaune des agrumes

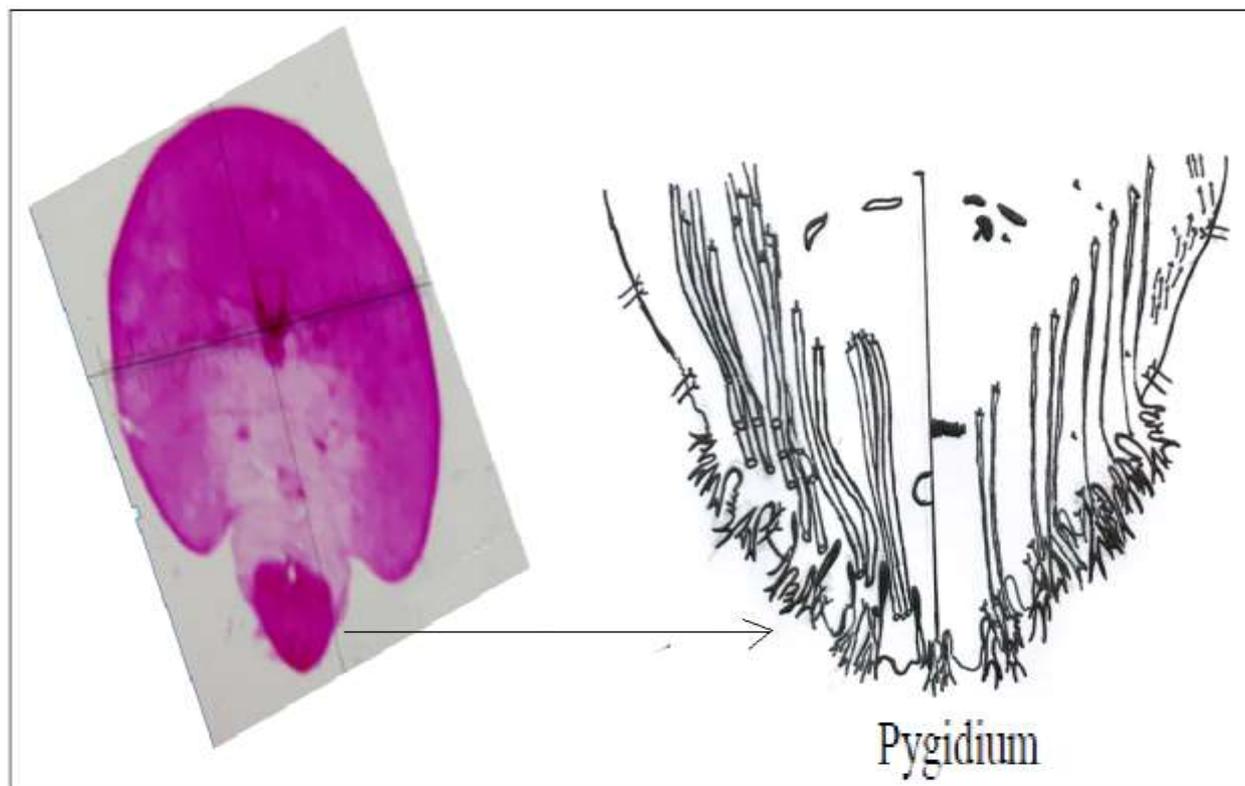
### 1.1. Etude du recensement

A la lumière des résultats obtenus durant les deux années d'étude, nous avons recensé 12 espèces de cochenilles appartenant à 9 genres répartis dans quatre familles qui sont considérées comme des espèces cosmopolites. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 7 espèces réparties dans 4 genres (*A. aurantii*, *Ch. aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*), suivie par les Coccidae avec 2 espèces dans 2 genres (*S. oleae*, *C. hesperidum*) et les Pseudococcidae avec 2 espèces dans 2 genres, avec 1 nouvelle espèce pour la faune algérienne *P. solenopsis*\* noté seulement sur oranger dans la région de Rouiba. La famille des Monophlebidae est la moins représentée avec une seule espèce *I. purchasi*. Les genres de cochenilles d'agrumes dominantes sont *Parlatoria*, *Aonidiella* et *Lepidosaphes* (Diaspididae) et les *Coccus* (Coccidae). A travers l'ensemble de l'inventaire, 9 espèces de cochenilles sont recensées sur le clémentinier dans les deux vergers de à Rouiba et Oued Alleug. Par contre, on note 12 espèces sur l'Oranger à Rouiba et 11 espèces à Oued Alleug. Leur position taxonomique et leur présence et absence est donnée dans le tableau 14.

**Tableau 14** : Inventaire des espèces cochenilles recensées dans les deux vergers (clémentinier et oranger) à Rouïba et Oued Alleug (+ présence d'espèce).

Espèces	Rouïba		Oued Alleug	
	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger
<b>Coccidae</b>				
<i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+
<i>Saissetia oleae</i> (Olivier, 1791)	+	+	+	+
<b>Diaspididae</b>				
<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879)	+	+	+	+
<i>Chrysomphalus aonidum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)	+	+	+	+
<i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869)	-	+	-	+
<i>Lepidosaphes gloverii</i> (Packard)	-	+	-	+
<i>Parlatoria pergandii</i> Comstock 1881	+	+	+	+
<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)	+	+	+	+
<b>Monophlebidae</b>				
<i>Icerya purchasi</i> Maskell, 1879	+	+	+	+
<b>Pseudococcidae</b>				
<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	+	+	+	+
<i>Phenacoccus solenopsis</i> Tinsley, 1898*	-	+	-	-

\* : nouvelle signalisation pour l'Algérie

**Figure 36** : Femelle adulte d *A. aurantii* (Originale).

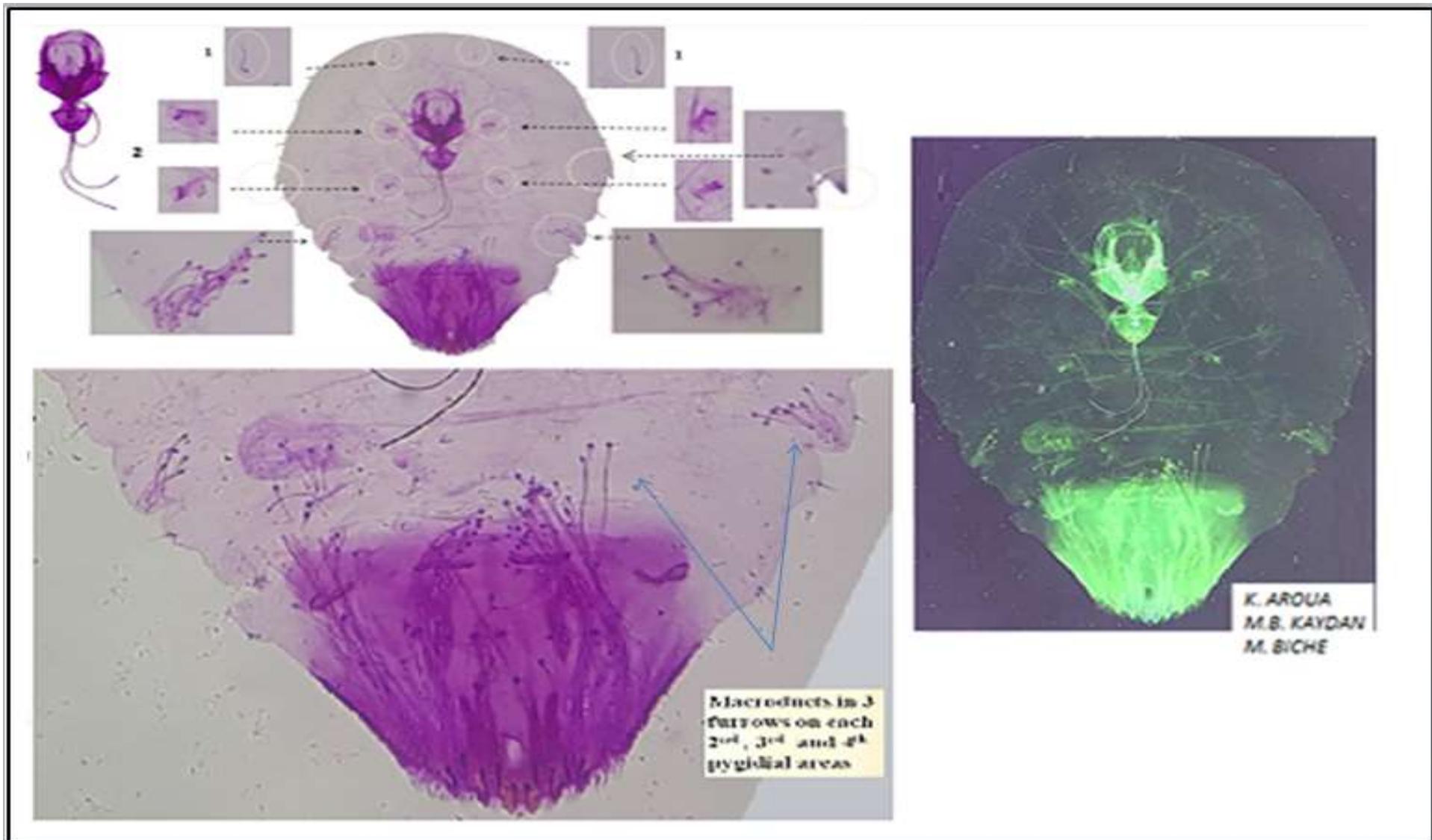
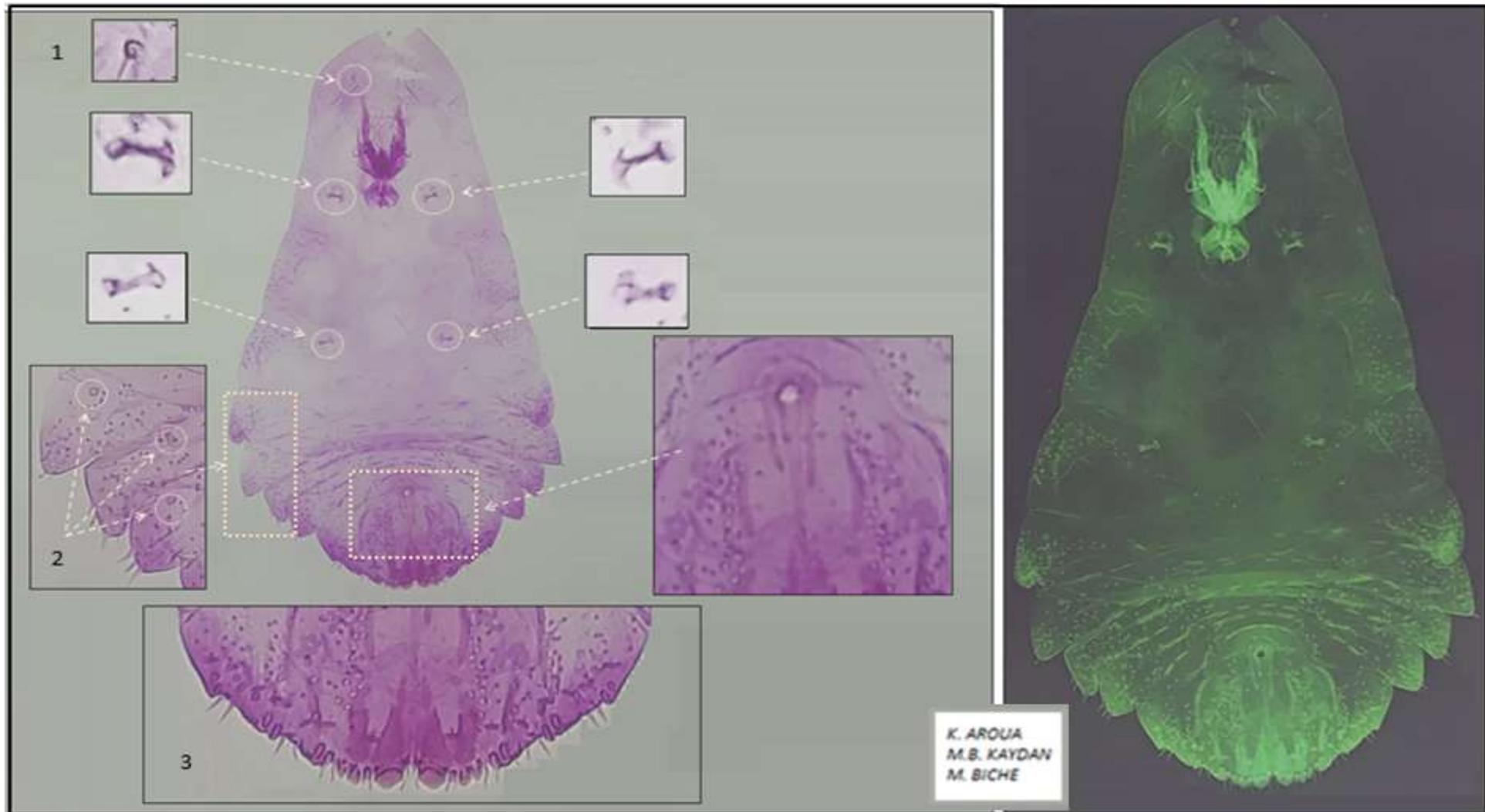
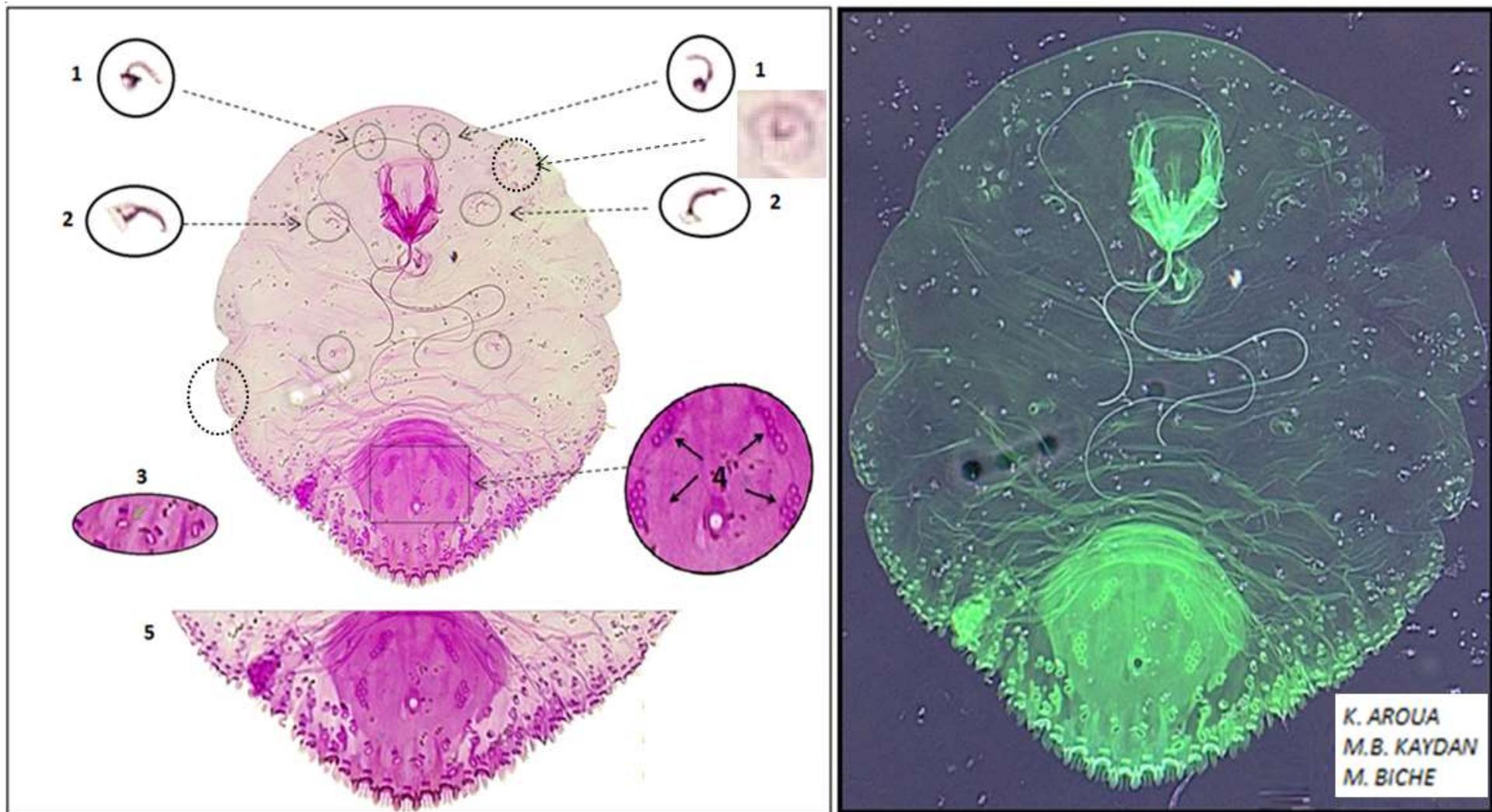


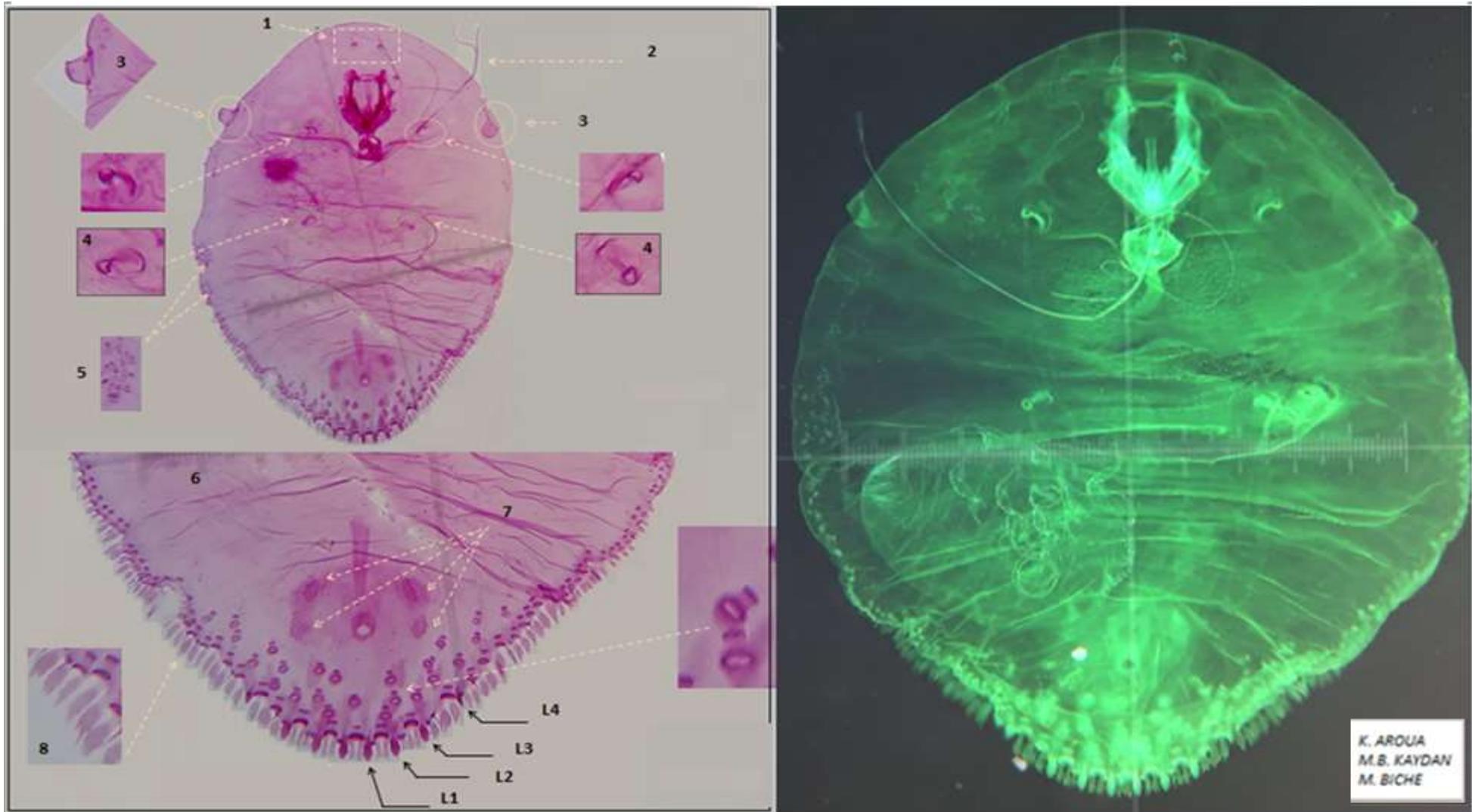
Figure 37 : Femelle adulte de *Ch. aonidum* Linnaeus recueillie dans la région de Rouiba. 1) Antennes ; 2) Stigmate antérieur



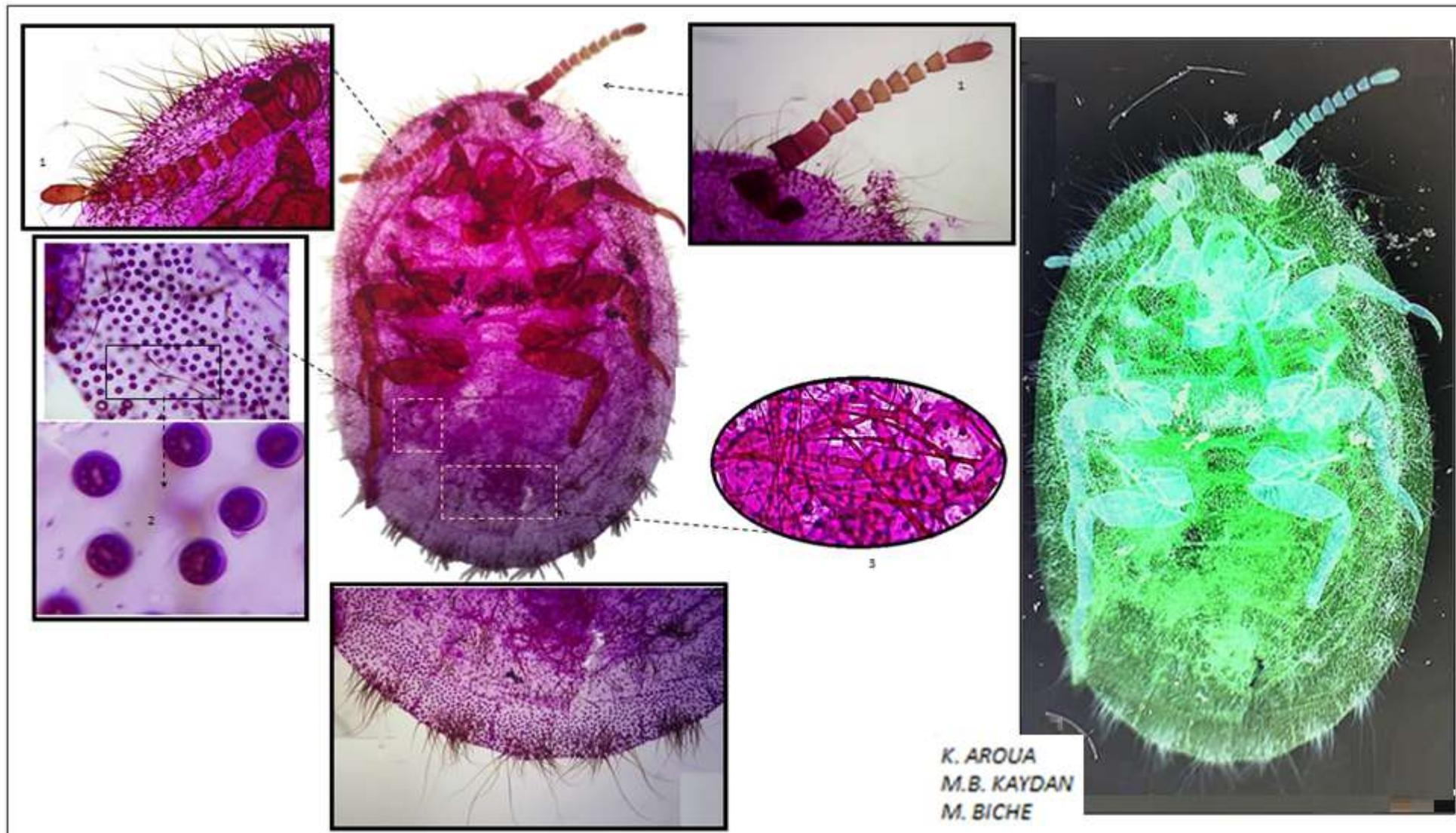
**Figure 38** : Femelle adulte de *L. beckii* Newman, caractères généraux microscopiques. 1) Antennes ; 2) Stigmate; 3); Détail du pygidium.



**Figure 39** : Femelle adulte de *P. pergandii* Comstock, caractères généraux microscopiques. 1) Antennes ; 2) Stigmate antérieur ; 3) Tubercule thoracique ; 4) Prevalvar pores ; 5) Détail du pygidium.



**Figure 40** : Femelle adulte de *P. ziziphi* Lucas, caractères généraux microscopiques. 1) Antennes ; 2) Stylet ; 3) Tubercule thoracique ; 4) Stigmate antérieur ; 5) Tubercule glandulaire ; 6) Détail du pygidium; 7) Pores prévulvaires; 8) Structure des peigne extérieurs.



**Figure 41** : Femelle d'*I. purchasi* Maskell, caractères généraux microscopiques. 1) Antennes ; 2) Spiracles abdominaux; 3) Trois cicatrices

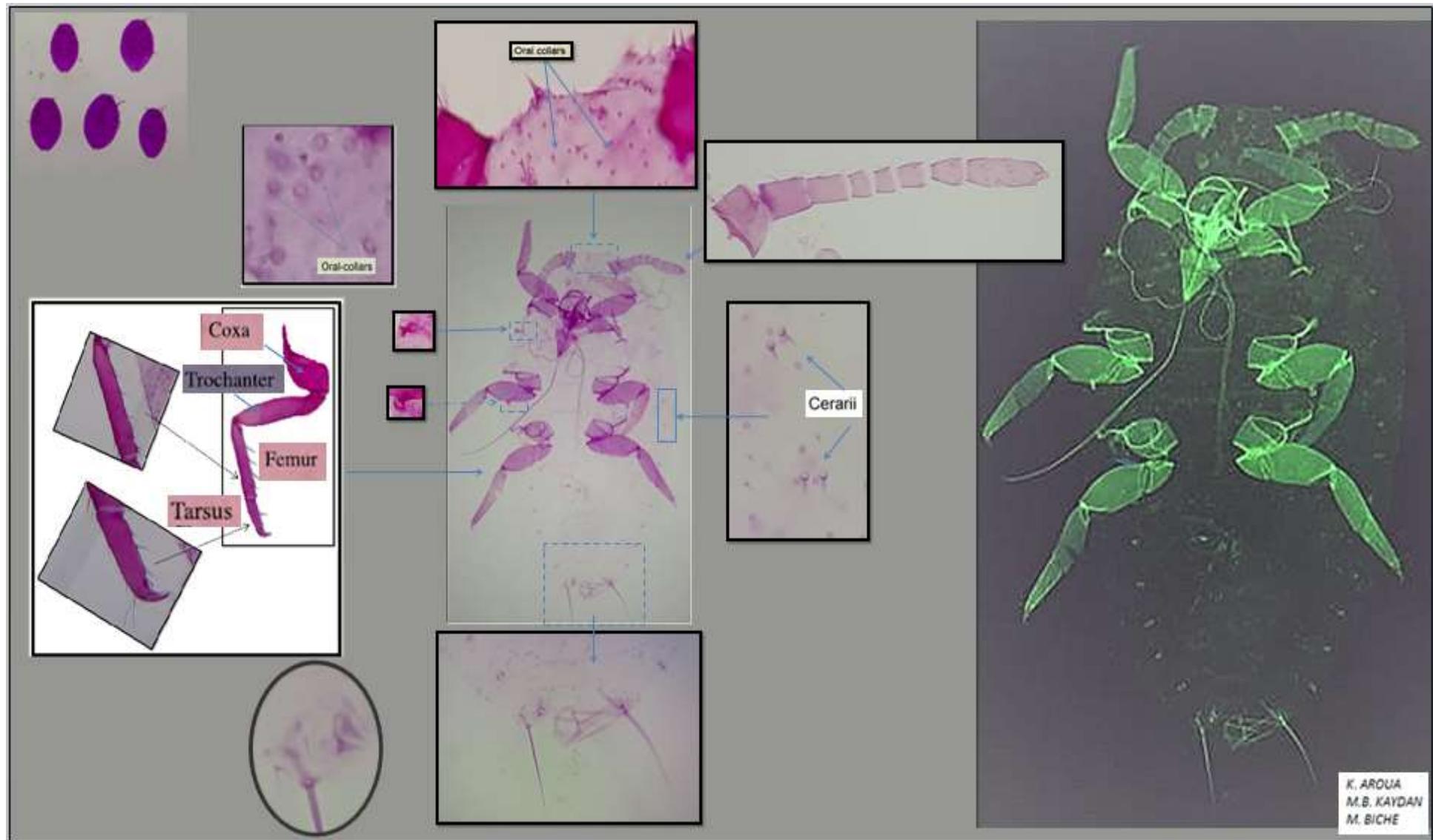


Figure 42 : Femelle de *Pl. citri* Risso, caractères généraux microscopiques.

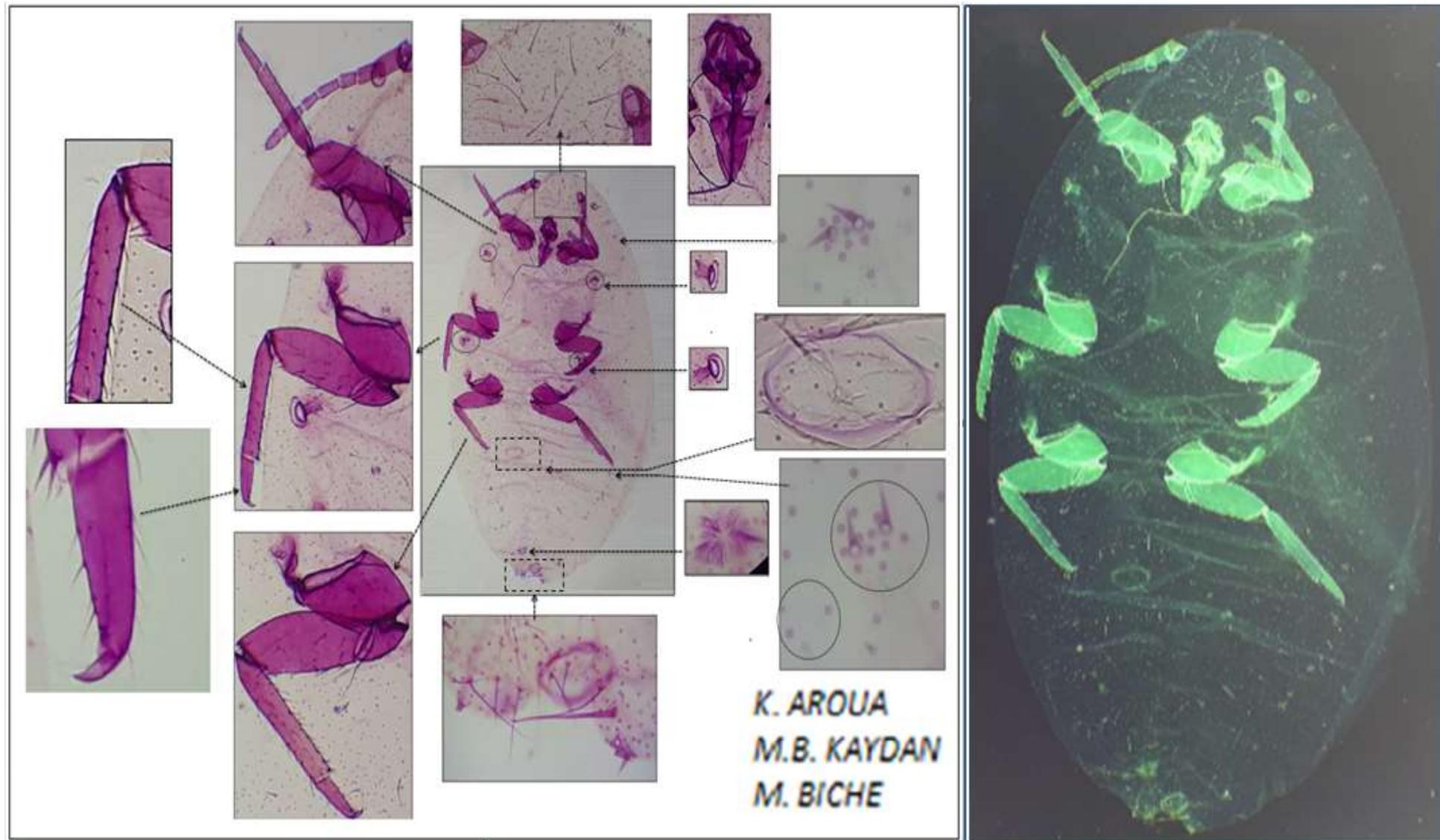


Figure 43 : Femelle adulte de *P. solenopsis* Tinsley Recueillie dans la région de Rouiba

### 1.1.1 - Description de la nouvelle record *P. solenopsis* Tinsley

Dans cette thèse, nous signalons la présence de *P. solenopsis* pour la première fois en Algérie et pour la zone Paléarctique.

**Matériel examiné :** 2 individus montés entre lame et lamelle ont été identifiés comme étant des femelles adultes de *P. solenopsis*. L'identification de la cochenille a été réalisée par le Pr. Mehmet Bora KAYDAN de l'Université de Çukurova. Le premier individu a été prélevé sur les feuilles d'oranger et le deuxième sur les feuilles de citronnier à Rouiba [36°44'23.97"N ; 3°17'55.36"E] durant la période septembre et 'octobre.

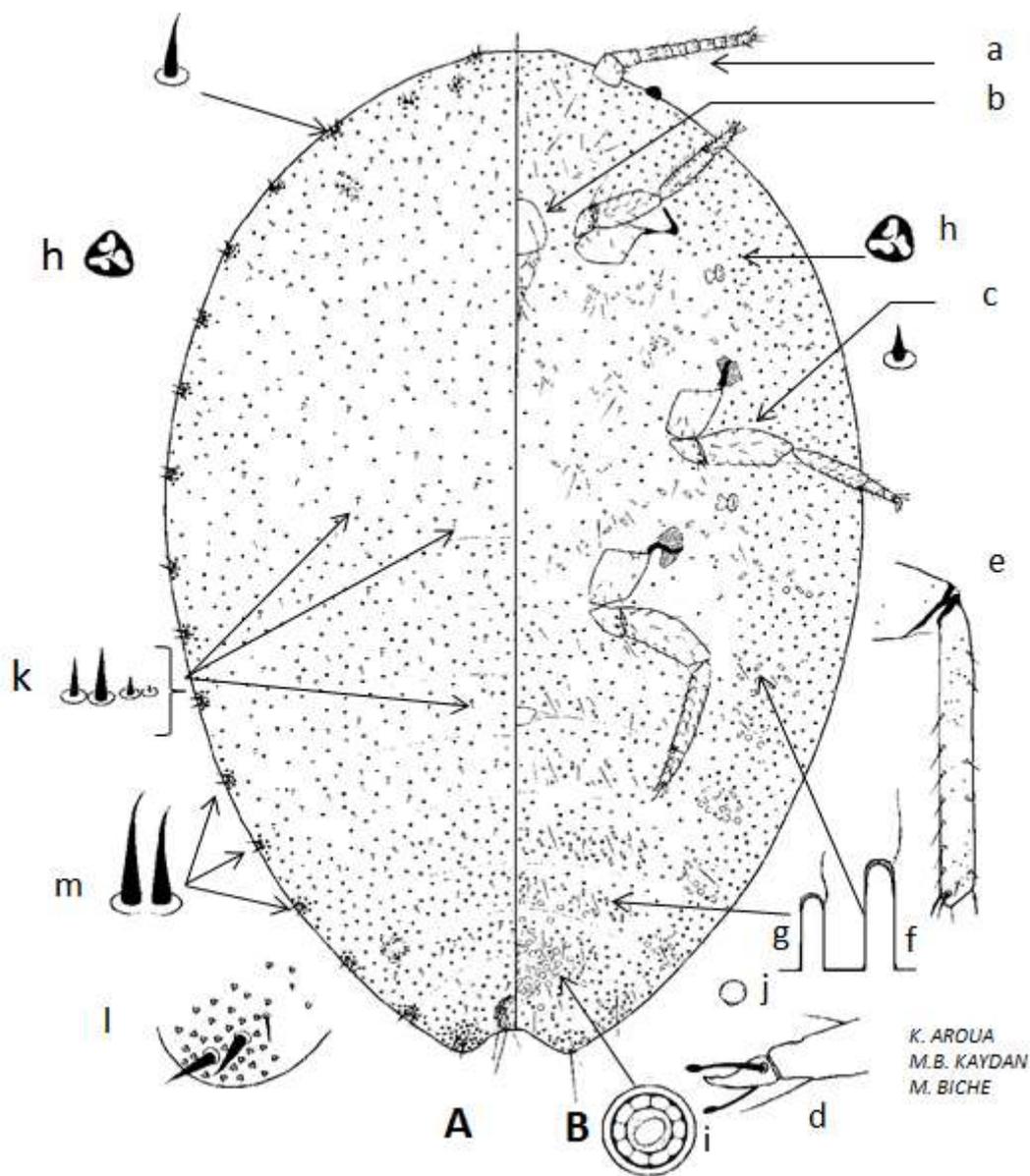
**Matériel non monté :** La femelle adulte a généralement des plaques cuticulaires de couleur gris foncé et de cire farineuse blanche, avec trois paires de plaques submarginales sur l'abdomen et une paire sur le thorax (Hodgson *et al.*, 2008). Selon Sartiami *et al.*, (2016), *P. solenopsis* présente des variations phénotypiques considérables, à la fois dans son apparence dans la nature (ou dans l'alcool) et dans sa morphologie. Cela pose un défi pour une identification précise.

**Matériel monté :** *P. solenopsis* se distingue par ses neuf antennes segmentées (Fig. 44, 2a), ses pores translucides au sommet du fémur postérieur et du tibia (Fig. 44, 2e), son grand et flasque cercle (Fig. 44, 2k), ses pores de disques multiloculaires plus concentrés près de la région de la vulve ou restreints dans les segments VI à VIII (Fig. 44, 2q, r, s) (Asha Thomas et V.V. Ramamurthy 2008).

**Distribution:** Cette cochenille est signalée dans les régions australasienne, afrotropicale, nordique, orientale et néotropicale (McKenzie, 1967; Fand et Suroshe, 2015; Garcia *et al.*, 2016).

**Plantes hôtes :** *P. solenopsis* est une espèce très polyphage qui compte actuellement plus de 200 plantes hôtes appartenant à 55 familles botaniques. On peut citer, les grandes cultures, les cultures maraichères, les arbres fruitiers, les plantes ornementales et les mauvaises herbes (Abbas *et al.*, 2010; Fand et Suroshe, 2015; Garcia *et al.*, 2016 ; Filiz Çalışkan *et al.*, 2015).

**Commentaires :** Selon Hodgson *et al.* (2008), en Asie, cette espèce fait preuve de beaucoup de variation morphologique qui peut être induite par l'environnement.



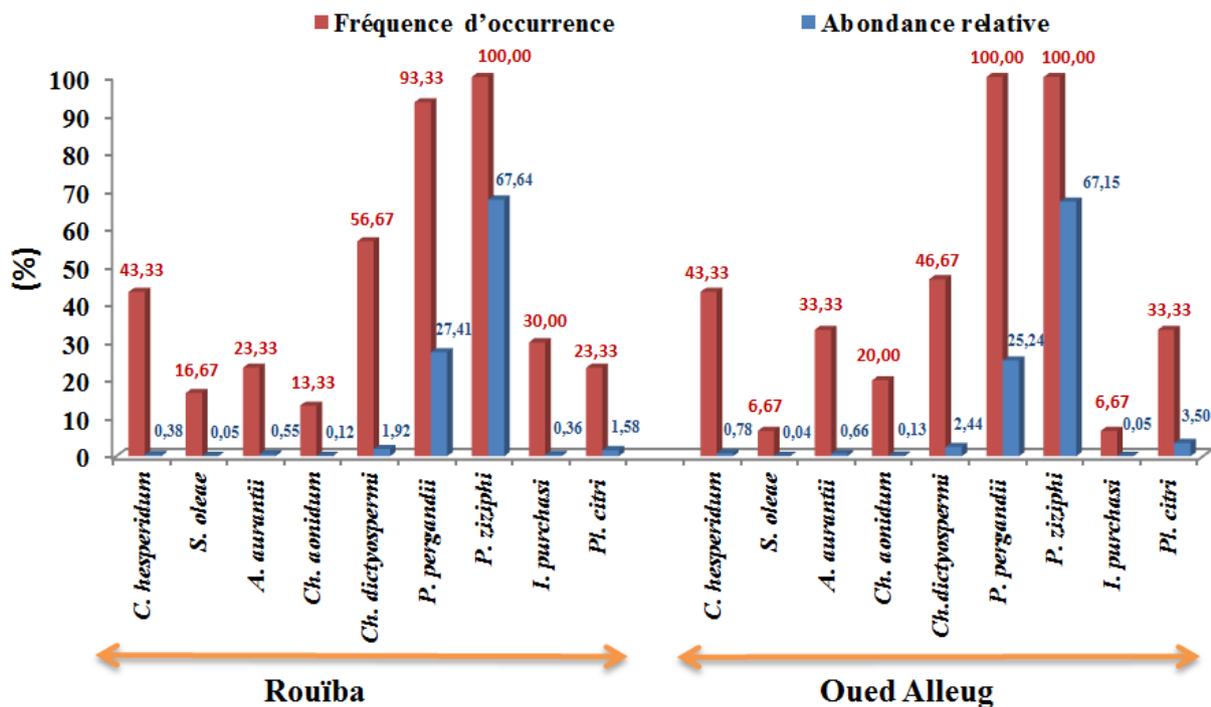
**Figure 44 :** Femelle adulte *P. solenopsis* recueillie dans la région de Rouïba.

### 1.1.2 - Occurrence et abondance

Les cochenilles ont été observées dans les deux régions sur clémentinier et oranger inspectés (Fig. 45 et 46).

Sur le clémentinier (Fig. 45), *P. ziziphi* présente les valeurs d'abondance relative les plus importants avec 67,64% à Rouïba et de 67,15% à Oued Alleug. Il est suivi par *P.*

*pergandii* avec 27,41% à Rouïba et de 25,24% à Oued Alleug. *Ch. dictyospermi* représente 1,92% à Rouïba contre 2,44% à Oued Alleug. *Pl. citri* affiche une abondance relative de 1,58% à Rouïba et de 3,50% à Oued Alleug. Les 5 autres espèces: *C. hesperidum*, *Ch. aonidum*, *S. oleae*, *A. aurantii*, *I. purchasi* étaient rares à très rares, occupant chacune entre 0,05 % et 0,55 % à Rouïba et entre 0,04 % à 0,78 % à Oued Alleug. En nombre d'occurrence, *P. ziziphi* a la plus forte valeur qui est de 100% à Rouïba et à Oued Alleug, suivies par *P. pergandii* 93,33% à Rouïba et 100% à Oued Alleug. *C. dictyospermi* affiche 56,67% à Rouïba et 46,67% à Oued Alleug. Les 5 autres espèces, occupant chacune entre 6,67 % et 43,33 %.



**Figure 45 :** Fréquence d'occurrence et abondance relative des espèces de cochenilles recensées sur le clémentinier dans les deux vergers d'étude.

Sur l'oranger par contre, c'est *A. aurantii* qui possède les grandes valeurs des abondances relatives avec 50,96% à Rouïba et 43,15% à Oued Alleug et de fréquence d'occurrence avec 96,67% à Rouïba et 93,33% à Oued Alleug. Il est suivi par *L. beckii*, (AR: 21,13% et FO: 90%) à Rouïba et (AR: 26,49% et FO: 86,67%) à Oued Alleug et *P. ziziphi* (AR: 18,76% et FO: 80%) à Rouïba et (AR: 22,33% et FO: 89,67%) à Oued Alleug. Les 8 autres espèces: *Ch. dictyospermi*, *Ch. aonidum*, *C. hesperidum*, *S. oleae*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *Pl. citri* and *I. purchasi* étaient rares à très rares dans les deux régions et occupant chacune entre (AR : 0 % et 2,30%) et (FO : 0 % et 36,67 %).

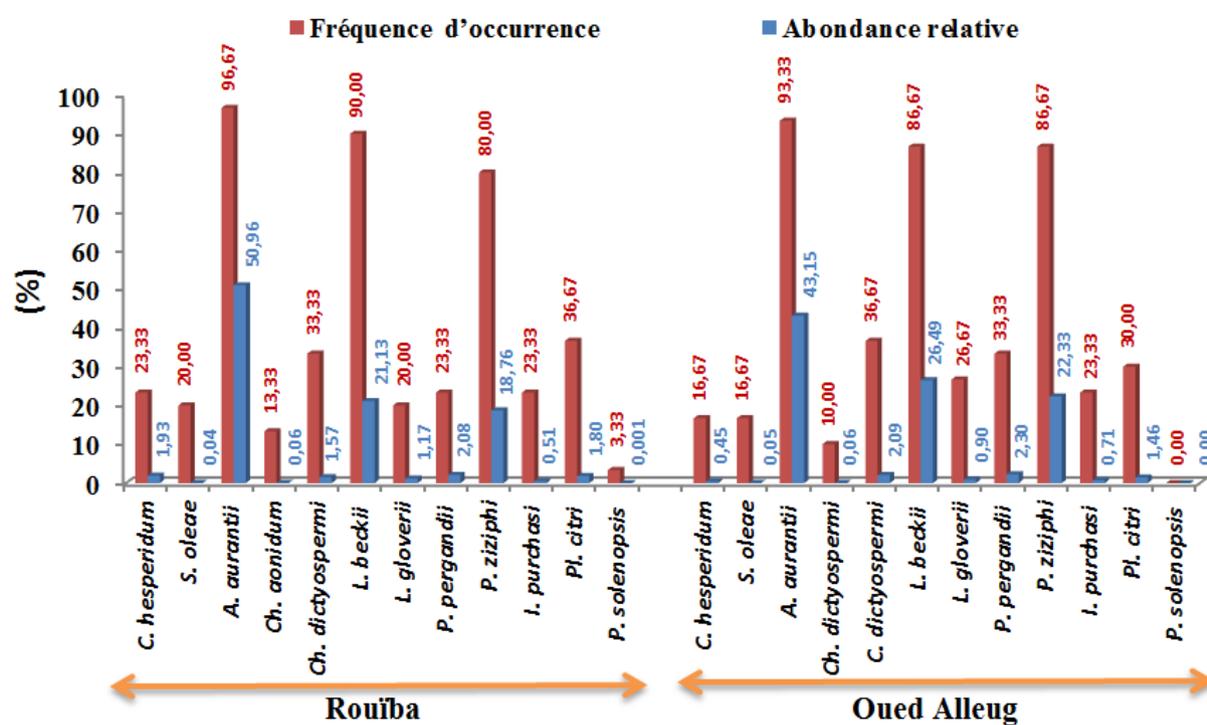


Figure 46 : Fréquence d'occurrence et abondance relative des espèces de cochenilles recensées sur l'oranger dans les deux vergers d'étude.

## 1.2 - Inventaire bibliographique sur les cochenilles des agrumes en Algérie

Le tableau 15 présente l'historique des occurrences des cochenilles dans les vergers d'agrumes en Algérie. Les espèces sont regroupées par famille et par espèce, en ajoutant l'origine, la plante hôte, le statut de l'organisme nuisible et les références.

Les précédentes études sur les cochenilles des agrumes ont été réalisées dans la région de Mitidja. La plupart de ces publications traitant que les cochenilles diaspiques, Les contributions les plus importantes sont celles de **Balachowsky (1948, 1954, 1927, 1928, 1932)**, **Saighi et al. (2005)**, **Biche (2012)** et **Belguendouz (2014)** qui ont répertorié les cochenilles diaspiques des agrumes.

En conséquence, l'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces dans 4 familles. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 12 espèces dans 7 genres (*Aonidiella aurantii*, *Octaspidiotus nerii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *Ch. pinnulifer*, *Fiorinia fioriniae*, *Lepidosaphes beckii*, *L. gloverii*, *L. ulmi*, *Parlatoria pergandii*, *P. ziziphi*, *Unaspis citri*), suivie par les Coccidae avec 6 espèces appartenant à 5 genres (*Ceroplastes rusci*, *C. sinensis*, *Coccus*

*hesperidum*, *Eucalymnatus tessellatus*, *Pulvinaria psidii*, *Saissetia oleae*) et les Pseudococcidae avec 2 espèces dans 2 genres (*Planococcus citri*, *Pseudococcus longispinus*), les Monophlebidae est la moins représenté avec une espèce *I. purchasi*.

### 1.2.1- Plantes hôtes et origine

Toutes les cochenilles sont des espèces polyphages, à l'exception de *P. ziziphi* qui est enregistré comme étant monophage sur *Citrus spp.* Quelques espèces polyphages telles que *C.hesperidum*, *C. sinensis* étaient rares dans les vergers d'agrumes. *S. oleae* et *I. purchasi* sont dispersées et sont à faible densité dans la Mitidja. Aussi, l'origine géographique des espèces signalées montre une forte dominance d'espèces paléarctiques avec 6 espèces suivies par les espèces Afrotropicales et Neotropicales avec 3 espèces, et les Australasian et Orientales avec 2 espèces. Il reste trois cochenilles d'origine inconnue, *P. pergandii*, *L. beckii* et *L. gloverii* (Tableau 15)

**Tableau 15 :** Résumé des données d'archives réalisées sur les espèces de cochenilles d'agrumes signalées en Algérie sur les *Citrus*.

Nom scientifique	Origine	Plante hôte majeure	statut	Références
<b>Coccidae</b>				
<i>Ceroplastes rusci</i> (Linnaeus, 1758)	Afrotropicale	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1927; Fetykó et Kozár, 2012
<i>Ceroplastes sinensis</i> Del Guercio 1900	<u>Néotropicale</u>	Polyphagous	Pas de données	Hodgson et Peronti, 2012
<i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus, 1758	Paléarctique	Polyphagous	Ravageur occasionnel	Balachowsky, 1927 ; Biche, 2012 ; Franco <i>et al.</i> , 2006 ; Kirkaldy, 1902; Mamet, 1943
<i>Eucalymnatus tessellatus</i> (Signoret, 1873)	<u>Néotropicale</u>	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1927; Mamet, 1943
<i>Pulvinaria psidii</i> Maskell, 1893	Paléarctique	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1927; Ben-Dov, 1993 ; CAB, 1994
<i>Saissetia oleae</i> (Olivier, 1791)	Afrotropicale	<i>Olea europaea</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Citrus spp.</i> , polyphagous	Ravageur occasionnel	Balachowsky, 1927 ; Belguendouz, 2013 ; Biche, 2012; De Lotto, 1965; Franco <i>et al.</i> , 2006 ; Mamet, 1943
<b>Diaspididae</b>				
<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell, 1879)	Paléarctique	Polyphagous	Ravageur clé	Biche, 2012; Franco <i>et al.</i> , 2006; Saighi, <i>et al.</i> , 2005)
<i>Aspidiotus nerii</i> (Bouché, 1833)	Afrotropicale	Polyphagous, <i>Nerium oleander</i> , <i>Citrus</i>	Pas de données	Balachowsky, 1932; Delassus <i>et al.</i> , 1927; Doumandji et Biche, 1986 ; Doumandji, 1985; Newstead, 1897; Saighi, <i>et al.</i> , 2005) ; Signoret, 1877
<i>Chrysomphalus aonidum</i> (Linnaeus, 1758)	<u>Néotropicale</u>	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1927; Mamet, 1943

<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan, 1889)	Paléarctique	Citrus, polyphagous	Ravageur clé	Balachowsky, 1927; Balachowsky, 1932; Biche, 2012 ; Franco <i>et al.</i> , 2006 ; Saighi <i>et al.</i> , 2005
<i>Chrysomphalus pinnulifer</i> (Maskell)	Orientale	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1928; Balachowsky, 1932
<i>Fiorinia fioriniae</i> (Targioni Tozzetti)	Australasienne	Polyphagous	Pas de données	Mamet, 1943
<i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869)	Cryptogénique	Polyphagous	Ravageur occasionnel	Belguendouz, 2011a. ; Belguendouz, 2014 ; Biche, 2012 ; Franco <i>et al.</i> , 2006 ; Saighi <i>et al.</i> , 2005 ; Zaabta <i>et al.</i> , 2020
<i>Lepidosaphes gloverii</i> (Pickard, 1869)	Cryptogénique	Citrus spp., polyphagous	Important ravageur	Biche, 2012 ; Danzig <i>et Pellizzari</i> , 1998; Pigué, 1960; Tena <i>et Garcia Mari</i> , 2011
<i>Lepidosaphes ulmi</i> (Linnaeus, 1980)	Néarctique	Lilacs, citrus	Ravageur mineur	Merrill, 1953
<i>Parlatoria pergandii</i> Comstock, 1881	Cryptogénique	Citrus, polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1953; Belguendouz, 2014; Biche, 2012; Newstead, 1897; Pigué, 1960
<i>Parlatoria ziziphi</i> (Lucas, 1853)	Paléarctique	Citrus, Rutaceae	Ravageur clé	Belguendouz <i>et al.</i> , 2009; Belguendouz <i>et al.</i> , 2011b ; Biche, 2012 ; Belguendouz, 2014 ; Boisduval, 1867 ; Franco <i>et al.</i> , 2006; Pigué, 1960 ; Taibi <i>et al.</i> , 2016; Takarli <i>et al.</i> , 2015 ; Aroua <i>et al.</i> , 2020 a
<i>Unaspis citri</i> (Comstock)	Orientale	Polyphagous Citrus, Rutaceae Polyphagous	Pas de données	Borchsenius, 1966; Trabut, 1910
<b>Monophlebidae</b>				
<i>Icerya purchasi</i> Maskell, 1879	Australasienne	Polyphagous	Ravageur occasionnel	Biche, 2012; Franco <i>et al.</i> , 2006
<b>Pseudococcidae</b>				
<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Paléarctique	Polyphagous	Ravageur clé	Balachowsky, 1927 ; Biche, 2012 ; Franco <i>et al.</i> , 2006; Tena <i>et Garcia Mari</i> , 2011
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni Tozzetti, 1868)	Australasienne	Polyphagous	Pas de données	Balachowsky, 1927

## Discussion

Selon les données recueillies lors des enquêtes récentes (12 espèces) et selon les données de la littérature algérienne (21 espèces), 21 espèces, appartenant à quatre familles réparties dans quinze genres. La plupart d'entre elles sont des parasites polyphages. Ce nombre montre une richesse faunistique élevée par rapport aux cochenilles des agrumes de Sicile (28 espèces) et de la Tunisie (18 espèces). Néanmoins, il semble être un nombre relativement important par rapport au nombre totale d'espèces signalées dans les pays voisins

où ils possèdent une plantation d'agrumes importante Maroc (12), Palestine occupée (9) (**Jendoubi, 2018 ; Franco et al., 2006 ; Longo et al., 1994**).

En Algérie et dans autre pays méditerranéens producteurs d'agrumes comme la Tunisie, l'Italie, l'Espagne, le Portugal et la Turquie, les quatre espèces *A. aurantii*, *P. ziziphi*, *P. pergandii* et *Pl. citri* montrent une grande capacité d'adaptation aux différents environnements. Des résultats similaires ont été obtenus par **Jendoubi (2018) et Franco et al. (2006)**.

Selon **Jendoubi (2018)** les paramètres biologiques distinctifs des Coccides rendent le contrôle chimique inefficace ou inutile pour les agriculteurs. Dans cette situation, il est obligatoire d'améliorer les techniques de surveillance sur le terrain afin d'empêcher la propagation de *Pl. citri* et d'autres diaspines comme *P. ziziphi*, *A. aurantii* *L. beckii* où le contrôle des premiers foyers apparus à Rouiba et Oued Alleug reste obligatoire.

Dans les plantations d'agrumes algériennes, le statut phytosanitaire d'*I. purchasi* n'est pas considérable. Mais dans les pays voisins comme la Tunisie, le statut phytosanitaire de cette espèce est différent : les populations ont considérablement augmenté ces dernières années dans certaines régions comme Takelsa and Soliman (Cap Bon) (**Jendoubi, 2018**). Dans de nombreux pays méditerranéens tels que la Grèce, Israël, l'Italie, l'Espagne et la Turquie; elle est considérée comme un ravageur potentiel des agrumes ; les populations sont maintenues naturellement sous le seuil par son prédateur, le coléoptère *Novius (Rodolia) cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera, Coccinellidae) (**Jendoubi, 2018 ; Franco et al., 2006 ; Tena et Garcia Mari, 2011**).

## Conclusion

L'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces. Dans le présent document, 12 espèces de cochenilles ont été enregistrées. En conséquence, *P. ziziphi*, *P. pergandii*, *Ch. dictyospermi* et *Pl. citri* sont des organismes nuisibles importants sur clémentinier et *A. aurantii*, *L. beckii*, *P.ziziphi* sont des organismes nuisibles importants sur oranger dans la région de Rouiba et Oued Alleug. Une nouvelle signalisation en Algérie *P. solenopsis* noté seulement sur oranger dans la région de Rouiba.

*Partie 2 :*

**Ecologie de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger  
dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug**

Dans cette partie du travail, nous étudierons les fluctuations des populations et la fécondité de *P. ziziphi* sur clémentinier et oranger dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug. L'objectif est d'essayer de comprendre l'activité de la cochenille vis-à-vis des différents facteurs écologiques et spatio-temporels. Cette présentation est suivie par l'exploitation des résultats grâce à des méthodes statistiques, tout en essayant de rassembler le maximum d'informations concernant l'écologie de *P. ziziphi*.

## 1 – Ecologie de la cochenille

### 1.1 - Etude du degré d'infestation

#### ➤ En fonction de la plante hôte

Pour évaluer le degré d'infestation de *P.ziziphi*, nous avons reporté dans le tableau 16, les résultats de la population globale sur le clémentinier et l'oranger dans la région de Rouïba et Oued Alleug.

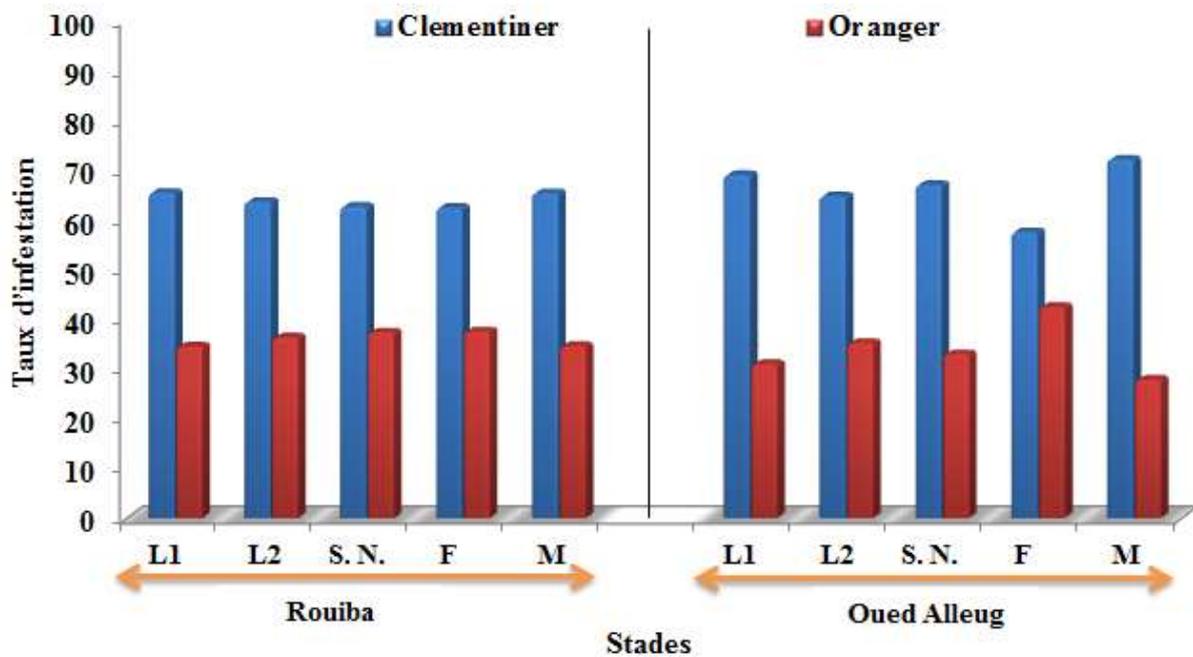
**Tableau 16 :** Degré d'infestation de *P.ziziphi* sur les deux variétés d'agrumes.

Variétés	Nombre d'individus	Pourcentage %
Clémentinier	77 430	62,54
Oranger	46 388	37,46

D'après les résultats reportés dans le tableau ci-dessus, nous remarquons, d'une part, que le degré d'infestation de *P.ziziphi* pour les deux variétés est supérieur à 20% donc très élevé. D'autre part, une différence de population est très marquée entre les deux plantes hôtes. En effet, le pourcentage est beaucoup plus élevé sur le clémentinier (62,54%) que sur l'oranger (37,46%).

#### ➤ En fonction des stades évolutifs

Les résultats exprimés sur la figure 47, montrent, également, que les populations des différents stades de *P.ziziphi* sont variables avec des taux plus élevés sur le clémentinier que sur l'oranger dans les deux sites.



**Figure 47 :** Taux d'infestation des stades évolutifs de *P.ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

A partir des résultats obtenus, nous pouvons déduire que le clémentinier semble être le plus infesté par cette cochenille comparativement à l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug. Cette différence est due probablement à des facteurs morphologique et physiologique de la plante. Bien que les agrumes soient des plantes préférées par la cochenille, nos résultats démontrent que le clémentinier reste la plante hôte préférentielle et primaire pour un développement optimale de *P. ziziphi*.

## 1.2 – Dynamique globale

Les résultats du dénombrement des populations de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017. La figure 48 et 49 et les tableaux 17 et 18 permettent de distinguer trois périodes d'activité intense : une printanière, une estivale et une automnale sur les deux variétés d'agrumes dans les deux sites d'étude. Elles coïncident pratiquement avec les trois poussées de sève. La première présente des effectifs plus importants et dure cinq mois environ. La deuxième avec des effectifs moins importants et dure quatre mois environ. La troisième par contre ne dure que deux à trois mois avec des effectifs plus réduits. Il est à remarquer que la cochenille présente un comportement différent selon la région. En effet nous remarquons un décalage dans le développement des

populations de *P. ziziphi*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba.

Sur le clémentinier (Fig. 1), on note un décalage de 30 jours (en 2016), 33 jours (en 2017) pour la première génération, 20 jours (en 2016), 12 jours (en 2017) pour la deuxième et 12 jours (en 2016), 23 jours (en 2017) pour la troisième.

En 2016, le premier sommet des populations globales est noté le 23 Mars avec 1341 individus à Rouïba et le 5 mai avec 1278 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 14 juillet avec 909 individus à Rouïba et le 12 aout 824 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 3 novembre avec 643 individus à Rouïba et le 15 novembre avec 532 individus à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population globale le 21 mars avec 1158 individus à Rouïba et le 23 avril avec 1168 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 21 juillet avec 975 individus à Rouïba et le 3 aout avec 943 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 4 novembre avec 722 individus à Rouïba et le 15 novembre avec 874 individus à Oued Alleug.

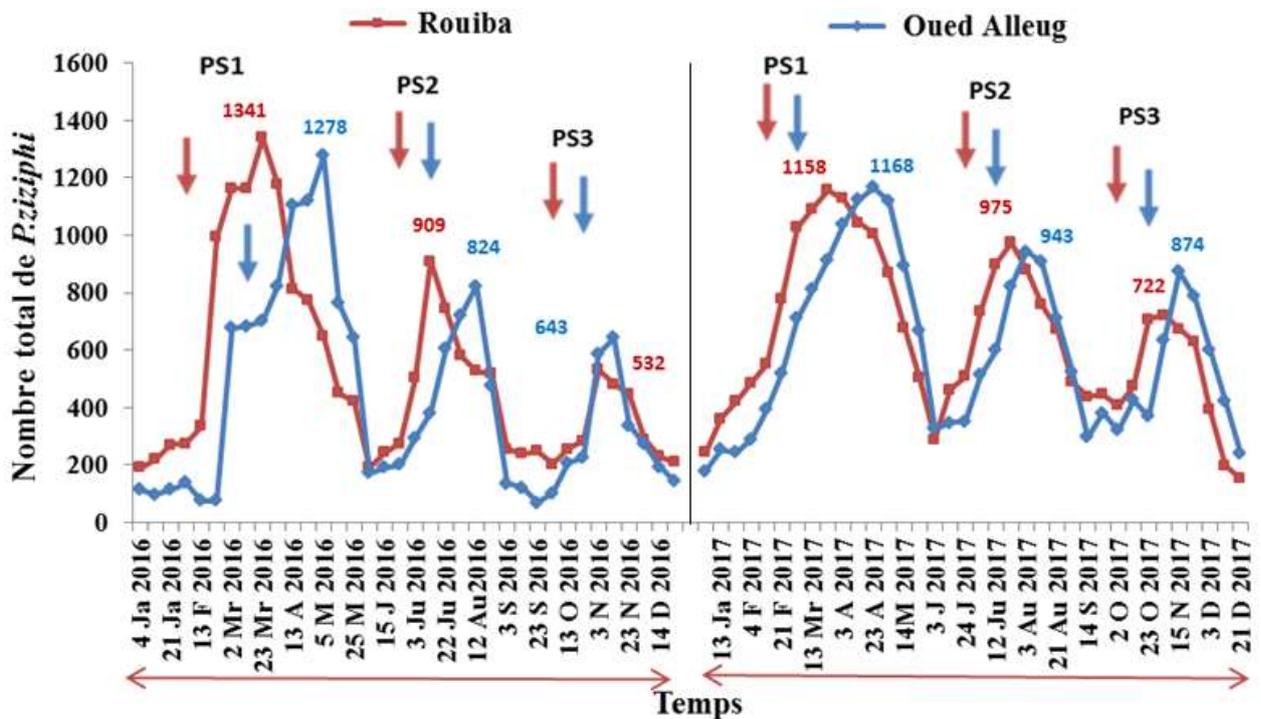


Figure 48: Fluctuation des effectifs de la population globale de *P. ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

Tableau n ° 17 : Décalage temporel de la population globale de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

				Jan			Fev			Mars			Avr			Mai			Jun			Jt			Aou			Sept			Oct			Nov			Dec		
				4	13	21	3	13	21	2	14	23	4	13	22	5	13	25	3	15	24	3	14	22	3	12	21	3	14	23	2	13	21	3	15	23	3	14	23
Clémentinier	2016	Rouïba	1er génération	■															■																				
			2e génération																■			■			■			■			■			■					
			3e génération																						■			■			■			■					
		Oued El Alleug	1er génération				■									■																							
			2e génération													■			■			■			■			■			■								
			3e génération																			■			■			■			■								
	2017	Rouïba	1er génération	■															■																				
			2e génération																■			■			■			■			■			■					
			3e génération																						■			■			■			■					
		Oued El Alleug	1er génération				■									■																							
			2e génération													■			■			■			■			■			■								
			3e génération																			■			■			■			■								

■ Sommet de populations

Sur l'oranger (Fig. 49), on note un décalage de 21 (en 2016), 41 jours (en 2017) jours pour la première et la deuxième génération et de 13 jours(en 2016), (en 2017) pour la troisième génération. Les variations temporelles globales dans les deux sites, présentent également trois générations de populations.

En 2016, le premier sommet des populations globales est noté le 2 mars avec 834 individus à Rouïba et le 23 mars avec 722 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 3 juillet avec 500 individus à Rouïba et le 22 juillet 659 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 13 octobre avec 352 individus à Rouïba et le 3 novembre avec 289 individus à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population globale le 21 février avec 1002 individus à Rouïba et le 21 mars avec 847 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 24 juin avec 705 individus à Rouïba et le 3 août avec 640 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 octobre avec 540 individus à Rouïba et le 15 novembre avec 351 individus à Oued Alleug.

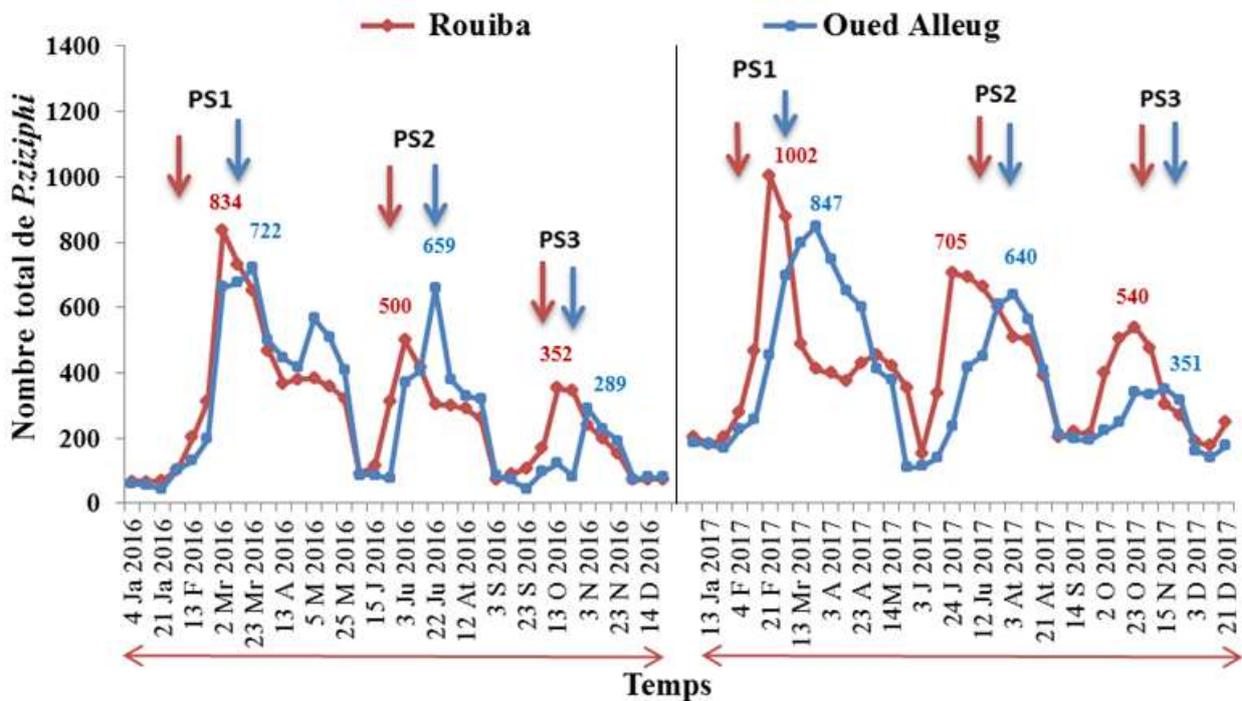
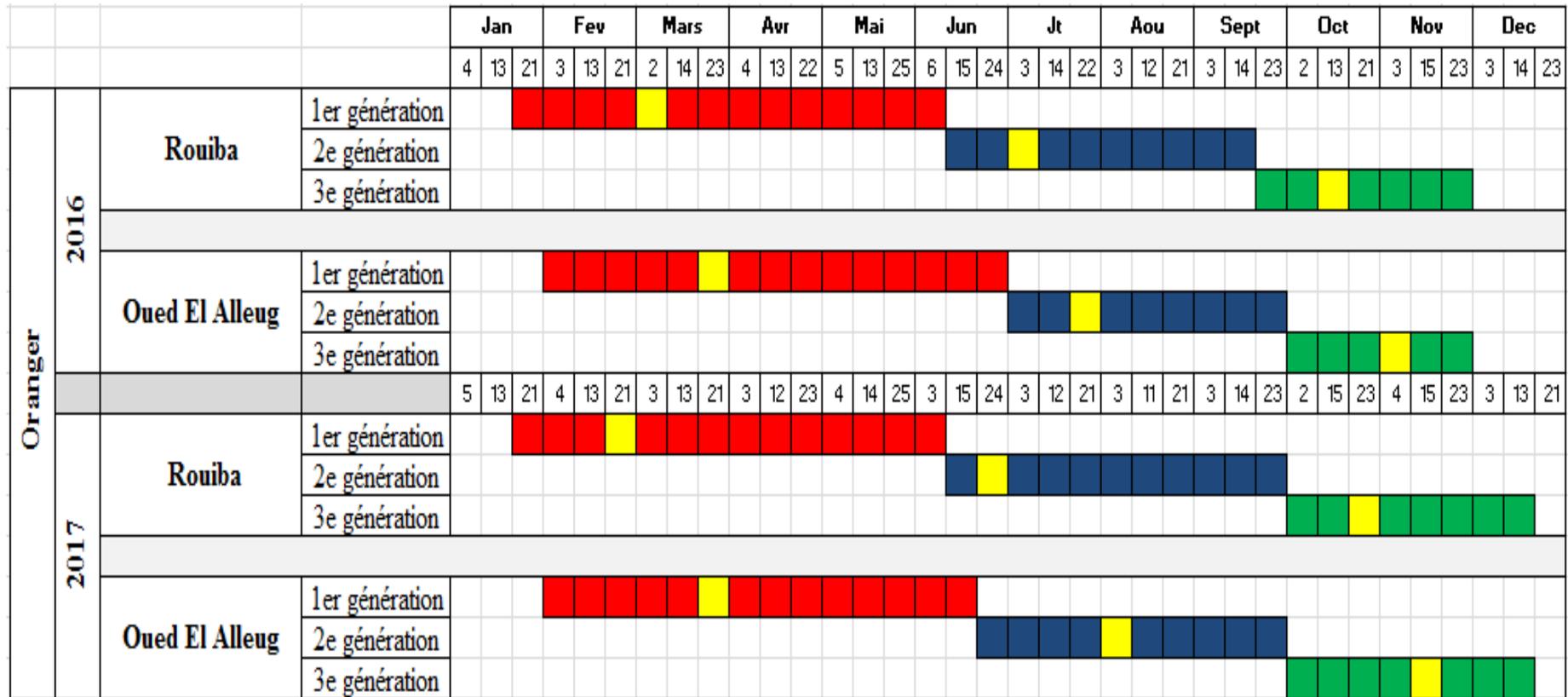


Figure 49 : Fluctuation des effectifs de la population globale de *P.ziziphi* sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

Tableau n ° 18 : Décalage temporel de la population globale de *P.ziziphi* sur l'orange à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017



 Sommet de populations

➤ **Evolution des larves du 1<sup>er</sup> stade**

Comme précédemment, nous remarquons également un décalage marqué des populations des larves du 1<sup>er</sup> stade du Pou noir de l'oranger *P. ziziphi* sur le clémentinier et sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug durant les deux années. Ces fluctuations suivent presque la même allure que celles de la population globale. En effet, on enregistre trois sommets sur l'oranger dans les deux sites d'étude.

• **Sur le clémentinier**

En 2016, le premier sommet des populations des larves du 1<sup>er</sup> stade est noté le 14 Mars avec un taux de 20,55 % à Rouïba et le 13 avril avec un taux de 28,53 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 14 juillet avec 26,91 % à Rouïba et le 22 juillet 42,78 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 13 octobre avec un taux de 19,23 % à Rouïba et le 21 octobre avec un taux de 53,85 % à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population des larves du 1<sup>er</sup> stade le 3 Mars avec un taux de 29,47 % à Rouïba et le 12 avril avec un taux de 28,98 % à Oued Alleug pour la première génération. A partir de ces dates, on note une régression des populations dans les deux régions pour ne reprendre qu'à partir du mois de juillet. Le second sommet de population est noté le 12 juillet avec un taux de 25,38 % à Rouïba et le 21 juillet avec un taux de 36,22 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 octobre avec un taux de 23,40 % à Rouïba et le 13 décembre avec un taux 39,57 % à Oued Alleug. La cochenille produit un potentiel biotique larvaire meilleur durant la période allant de la fin février à la fin juin.

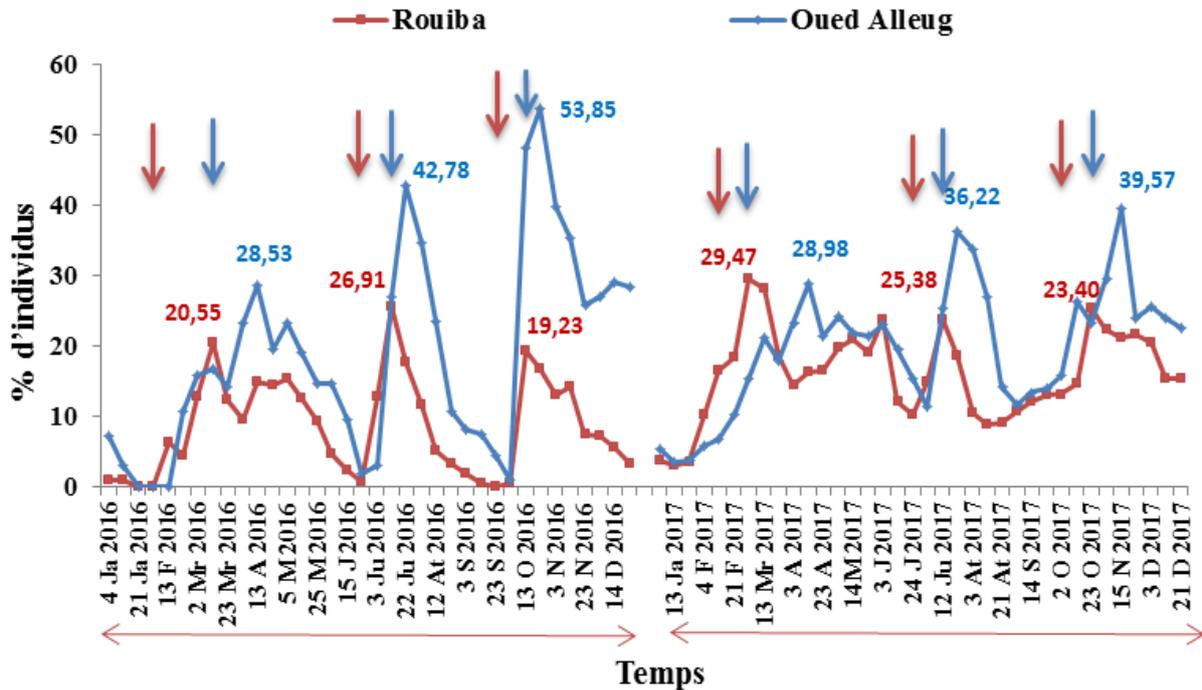
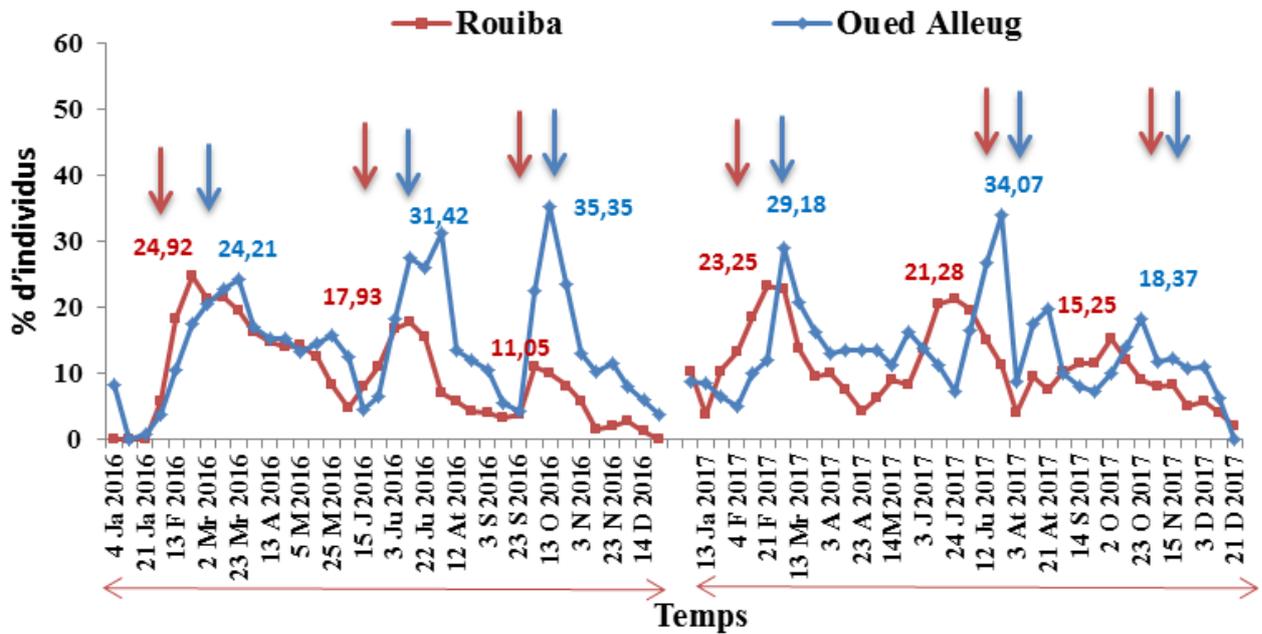


Figure 50 : Fluctuation des larves du 1<sup>er</sup> stade de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

• Sur l'oranger

En 2016, le premier sommet des populations des larves du 1<sup>er</sup> stade est noté le 21 février avec un taux de 24,92 % à Rouïba et le 23 Mars avec un taux de 24,21 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 14 juillet avec 17,93 % à Rouïba et le 3 aout 31,42 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 2 octobre avec un taux de 10,05 % à Rouïba et le 13 octobre avec un taux de 35,35 % à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population des larves du 1<sup>er</sup> stade le 21 février avec un taux de 23,25 % à Rouïba et le 3 mars avec un taux de 29,18 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 24 juin avec un taux de 21,28 % à Rouïba et le 21 juillet avec un taux de 34,07 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 2 octobre avec un taux de 15,25 % à Rouïba et le 23 octobre avec un taux 18,37 % à Oued Alleug.



**Figure 51 :** Fluctuation des larves du 1er stade de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ **Fluctuations des larves du 2<sup>ème</sup> stade**

Les variations temporelles du second stade larvaire présentent, de la même manière, trois sommets de population sur le clémentinier et sur l’oranger à Rouïba et à Oued Alleug durant les deux années. En effet nous remarquons un décalage dans le développement des populations du second stade larvaire de *P. ziziphi*. Les trois périodes d’activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba.

• **Sur le clémentinier**

En 2016, le premier sommet des populations des larves du second stade est noté le 22 avril avec un taux de 22,64 % à Rouïba et le 13 mai avec un taux de 26,12 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations du second stade progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 22 juillet avec un taux de 14,54 % à Rouïba et le 12 aout 21,08 % à Oued Alleug. Alors que le dernier pic est enregistré le 21 octobre avec un taux de 15 % à Rouïba et le 3 novembre avec un taux 24,33 % à Oued Alleug.

De même que pour 2017, on note un premier sommet de population des larves du second stade le 23 avril avec un taux de 23,08 % à Rouïba et le 4 mai avec un taux de 31,47 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 12 juillet avec un taux de 18,60 % à Rouïba et le 11 août 24,76 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 15 octobre avec un taux de 17,81 % à Rouïba et le 4 novembre avec un taux 30,85 % à Oued Alleug.

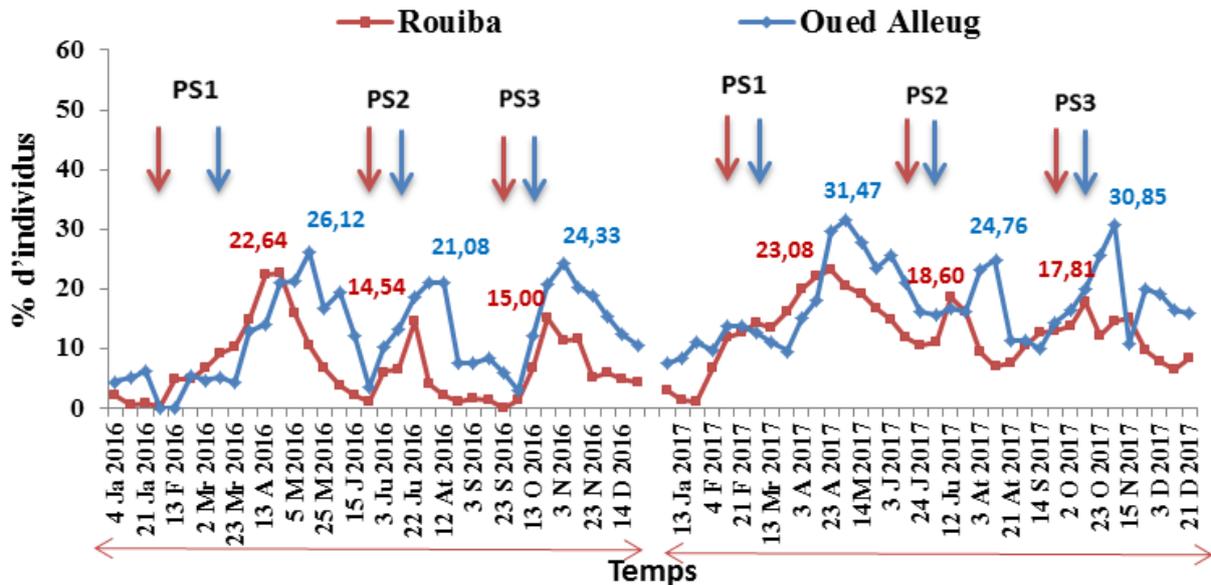


Figure 52 : Fluctuation des larves du 2eme stade de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

• Sur l’oranger

En 2016, le premier sommet des populations des larves du second stade est noté le 21 février avec un taux de 21,73 % à Rouïba et le 4 avril avec un taux de 21,84 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations du second stade progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 14 juillet avec un taux de 18,16 % à Rouïba et le 22 juillet 22,31 % à Oued Alleug. Alors que le dernier pic est enregistré le 21 octobre avec un taux de 11,11 % à Rouïba et le 3 novembre avec un taux 15,74 % à Oued Alleug.

En 2017, on note un premier sommet de population des larves du second stade le 21 février avec un taux de 25,05 % à Rouïba et le 14 mai avec un taux de 30,84 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 12 juillet avec un

taux de 18,33 % à Rouïba et le 3 aout 24,68 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 octobre avec un taux de 18,07 % à Rouïba et le 4 novembre avec un taux 24,65 % à Oued Alleug.

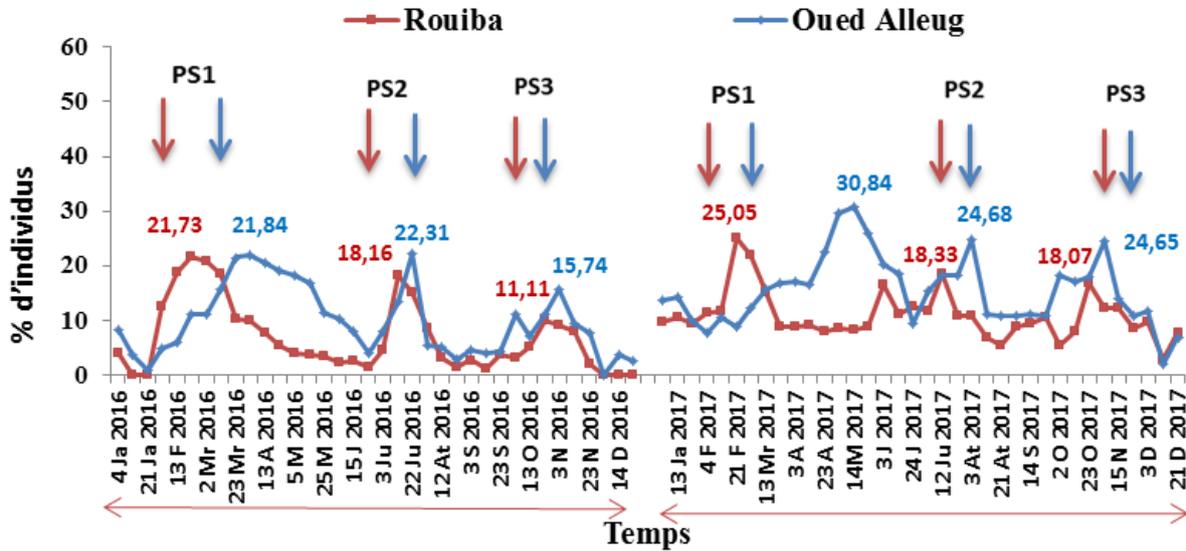


Figure 53 : Fluctuation des larves du 2<sup>ème</sup> stade de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### ➤ Fluctuations du stade nymphal

Le stade nymphal regroupe les pronymphes et les nymphes. Les fluctuations temporelles des nymphes présentent, également, la même allure que celles des deux stades précédents ; c'est à dire on retrouve les trois sommets de population sur clémentinier et oranger pour les deux années dans les deux sites.

Sur le clémentinier (Fig. 54), Ce stade est présent durant toute la période d'étude avec un pourcentage globale de 5,20 % (en 2016), 9,42 % (en 2017) à Rouïba et de 8,44 % (en 2016), 11,04 % (en 2017) à Oued Alleug.

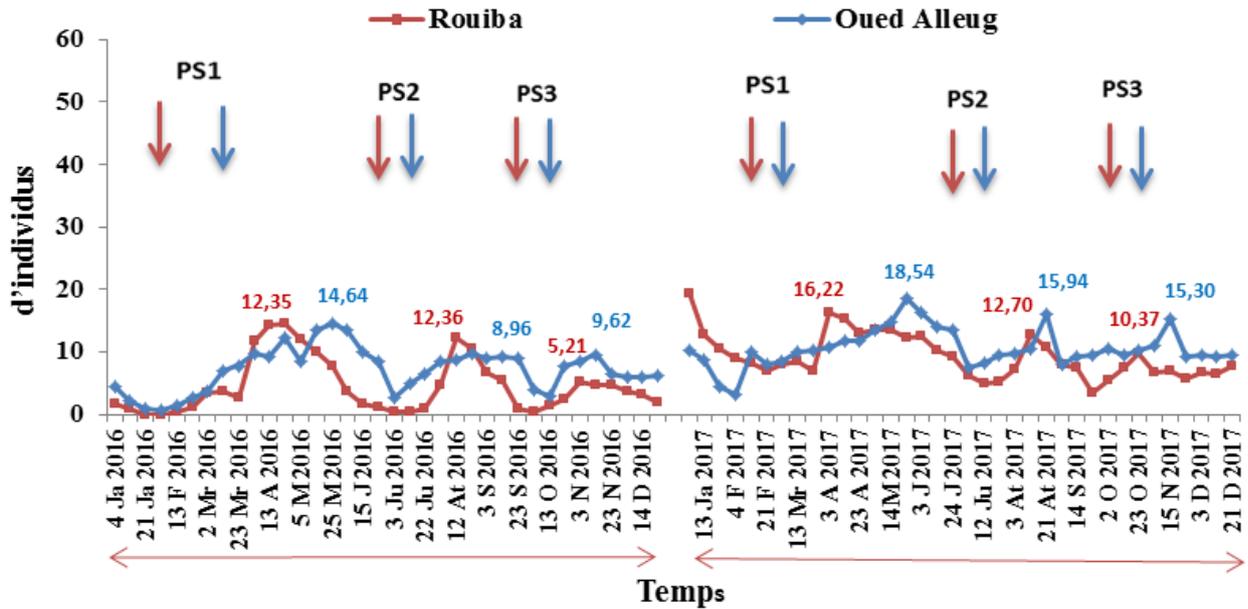


Figure 54 : Fluctuation du stade nymphal de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

Sur l'oranger (Fig. 55), de 7,89 % (en 2016), 7,47 % (en 2017) à Rouiba et de 8,46 % (en 2016), 7,72 % (en 2017) à Oued Alleug.

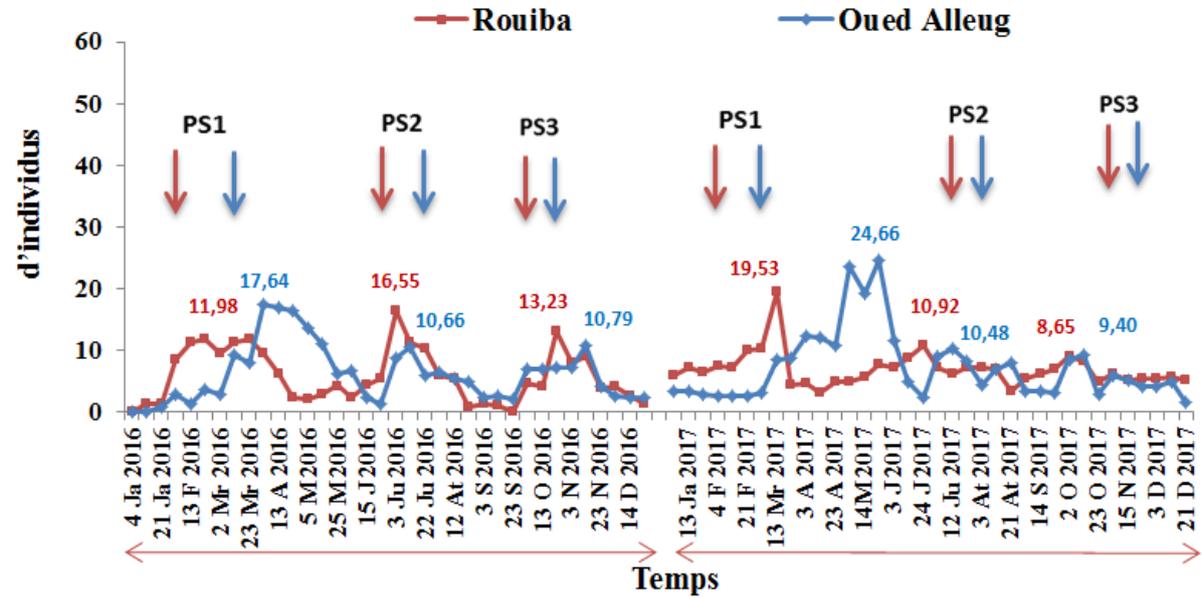


Figure 55 : Fluctuation du stade nymphal de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ **Fluctuations des femelles**

La variation temporelle des femelles (jeunes femelles et femelles adultes) représentée dans la figure 56 et 57, montre que la fluctuation des femelles est différente de celle des larves et des nymphes. Ce stade est présent, encore une fois, durant toute la période d'étude avec des pourcentages supérieurs à 16,74 % sur clémentinier et supérieurs à 27,40 % sur oranger.

• **Sur le clémentinier**

En analysant plus profondément les résultats, on remarque trois sommets de population de ces femelles en 2016. Il est à noter que la variation des femelles présente un comportement différent selon la région. En effet, nous remarquons un décalage dans le développement des populations de *P. ziziphi*. Ceci est vraisemblablement lié aux trois périodes d'activité à Oued Alleug qui débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. Le premier sommet des populations des femelles stade est noté le 3 février avec un taux de 99,27 % à Rouïba et le 13 février avec un taux de 98,67 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations des femelles progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 24 juin avec un taux de 97,09 % à Rouïba et le 24 juin 83,50 % à Oued Alleug. Alors que le dernier sommet est enregistré le 23 septembre avec un taux de 98,79 % à Rouïba et le 2 octobre avec un taux 86,14 % à Oued Alleug.

En 2017, on note premier sommet de population des femelles noté le 21 janvier avec un taux de 81,67 % à Oued Alleug, le 4 février avec un taux de 79,65 % à Rouïba pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 24 juin avec un taux de 67,85 % à Rouïba et le 3 juillet 64,13 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 3 aout avec un taux de 72,23 % à Rouïba, le 3 septembre avec un taux 68,19 % à Oued Alleug.

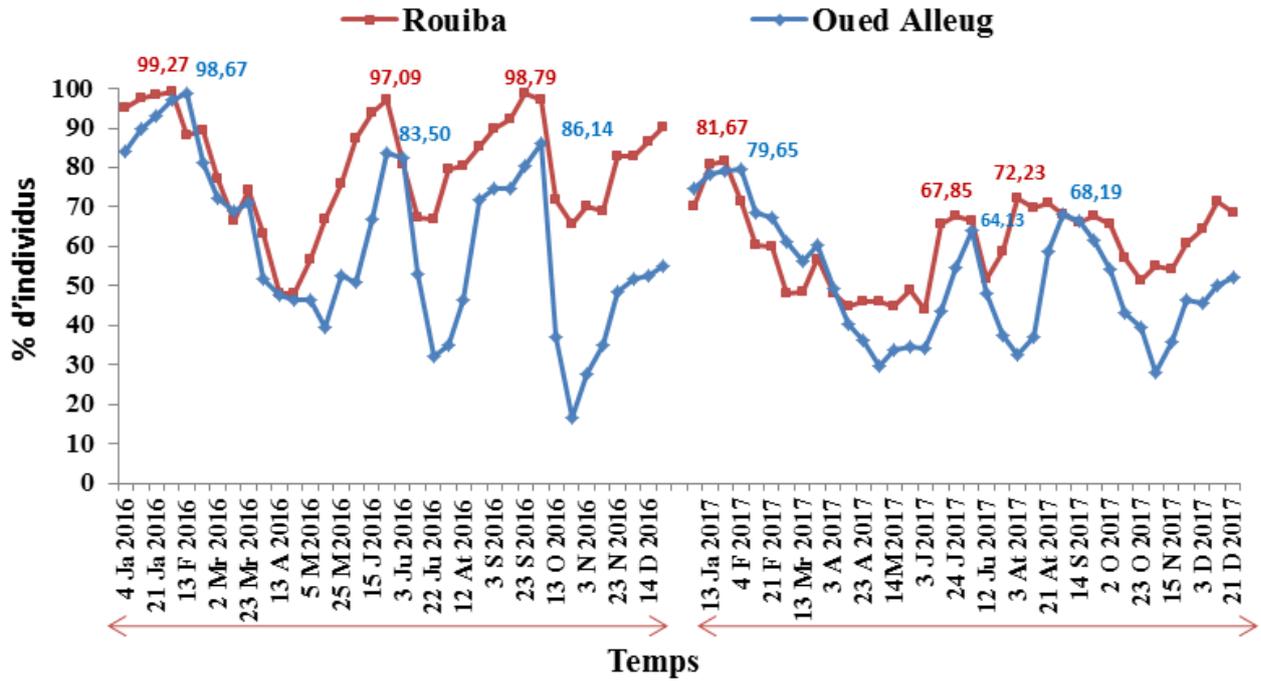


Figure 56 : Fluctuation des femelles de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

• Sur l'oranger

En 2016, le premier sommet des populations des larves du second stade est noté le 13 janvier avec un taux de 98,48 % à Rouïba et le 21 janvier avec un taux de 97,56 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations du second stade progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 6 juin avec un taux de 88,82 % à Rouïba et le 24 juin 88,16 % à Oued Alleug. Alors que le dernier pic est enregistré le 14 septembre avec un taux de 94,32 % à Rouïba et le 23 septembre avec un taux 88,89 % à Oued Alleug.

En 2017, on note premier sommet de population des femelles noté le 13 janvier avec un taux de 78,45 % à Oued Alleug, le 4 février avec un taux de 84,09 % à Rouïba pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 23 avril avec un taux de 82,63 % à Rouïba et le 24 juin 80,43 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 21 aout avec un taux de 81,47 % à Rouïba, le 23 septembre avec un taux 78,24 % à Oued Alleug.

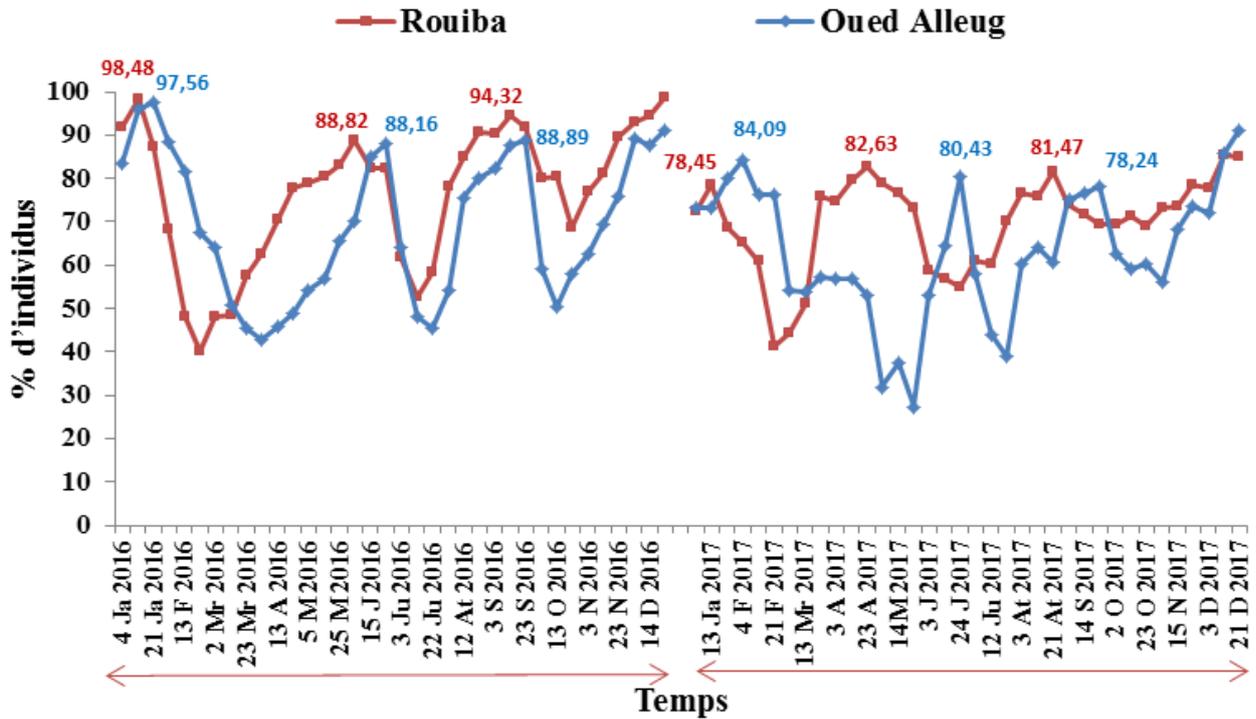


Figure 57 : Fluctuation des femelles de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ **Fluctuations des mâles adultes**

La durée de vie des mâles est très éphémère et elle est liée exclusivement à la fécondation c'est la raison pour laquelle, ils sont très rares dans les deux sites d'étude.

Sur le clémentinier (Fig. 58), le taux des mâles adultes est très faible pendant toute l'année d'étude, et ne dépassent pas 4,82% à Rouïba et 5,94 % à Oued Alleug.

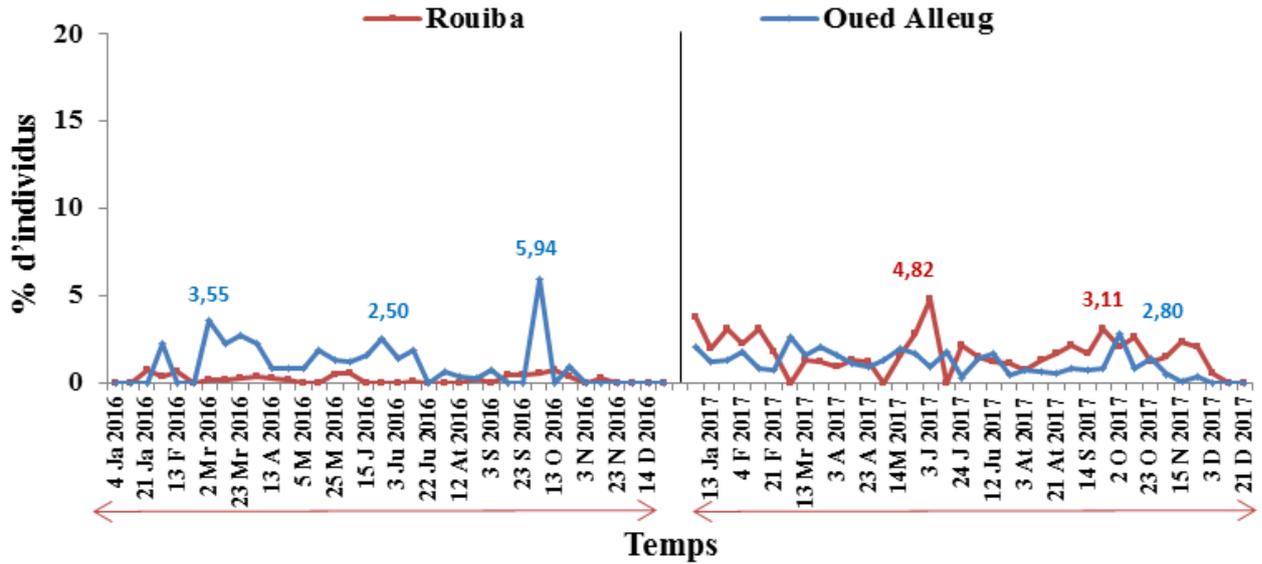


Figure 58 : Fluctuation des mâles de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

Sur l’oranger (Fig. 59), les des mâles adultes restent également très faible pendant toute l’année d’étude et ne dépassent pas 11,43 % à Rouïba et 5,48 % à Oued Alleug.

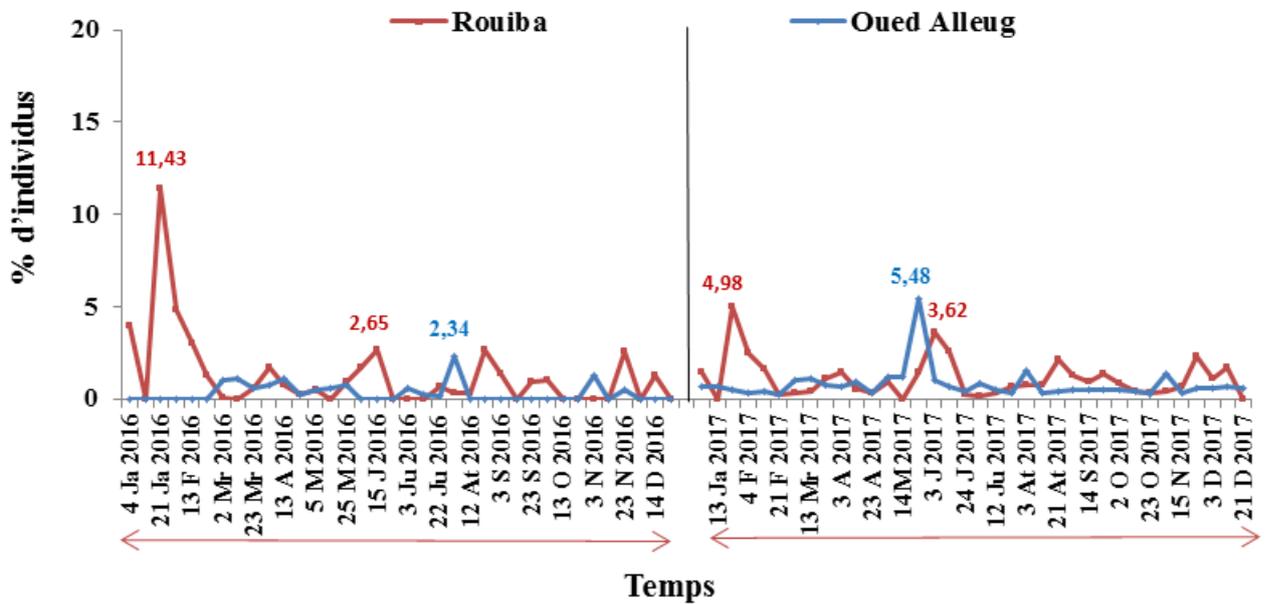


Figure 59 : Fluctuation des mâles de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ Vols des mâles

Les effectifs des mâles émergents, en considérant le nombre de pupariums vides, varient de la même manière sur clémentinier et oranger dans les deux régions et aussi pour les deux années d'étude. Les fluctuations temporelles montrant encore une fois 3 sommets de vol des mâles.

• Sur le clémentinier

En 2016, Le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés à lieu le 14 mars avec 1765 pupariums vides à Rouïba et le 13 avril avec 1498 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 3 juillet avec 970 pupariums vides et à Rouïba et le 14 juillet avec 1095 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 septembre avec 995 pupariums vides à Rouïba et le 2 octobre avec 902 pupariums vides à Oued Alleug.

En 2017, Le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés est noté 3 avril avec 1245 pupariums vides à Rouïba et le 12 avril avec 1054 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 3 Août avec 658 pupariums vides et à Rouïba et le 11 Août avec 644 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 4 novembre avec 475 pupariums vides à Rouïba et le 23 novembre avec 555 pupariums vides à Oued Alleug.

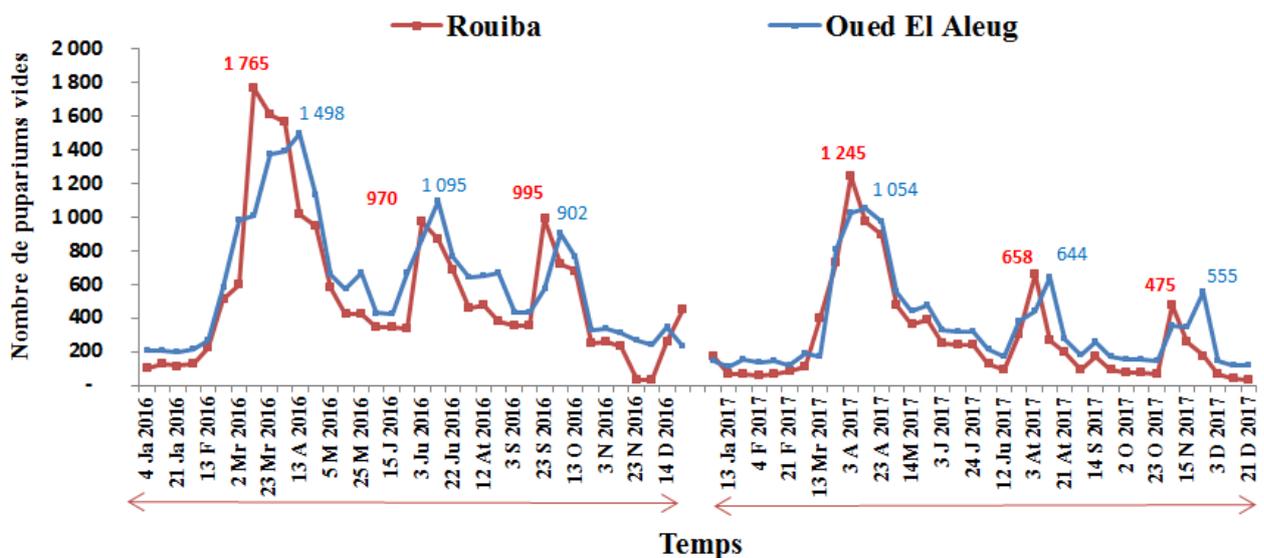


Figure 60 : Fluctuation des vols des mâles de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

• Sur l'oranger

En 2016, Le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés à lieu le 23 mars avec 1399 pupariums vides à Rouïba et le 13 avril avec 1074 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 3 juillet avec 995 pupariums vides et à Rouïba et le 12 aout avec 664 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 septembre avec 1020 pupariums vides à Rouïba et le 23 novembre avec 575 pupariums vides à Oued Alleug.

En 2017, Le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés est noté 21 mars avec 1594 pupariums vides à Rouïba et le 12 avril avec 1399 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 12 juillet avec 1115 pupariums vides et à Rouïba et le 3 Août avec 883 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 2 octobre avec 922 pupariums vides à Rouïba et le 4 novembre avec 500 pupariums vides à Oued Alleug.

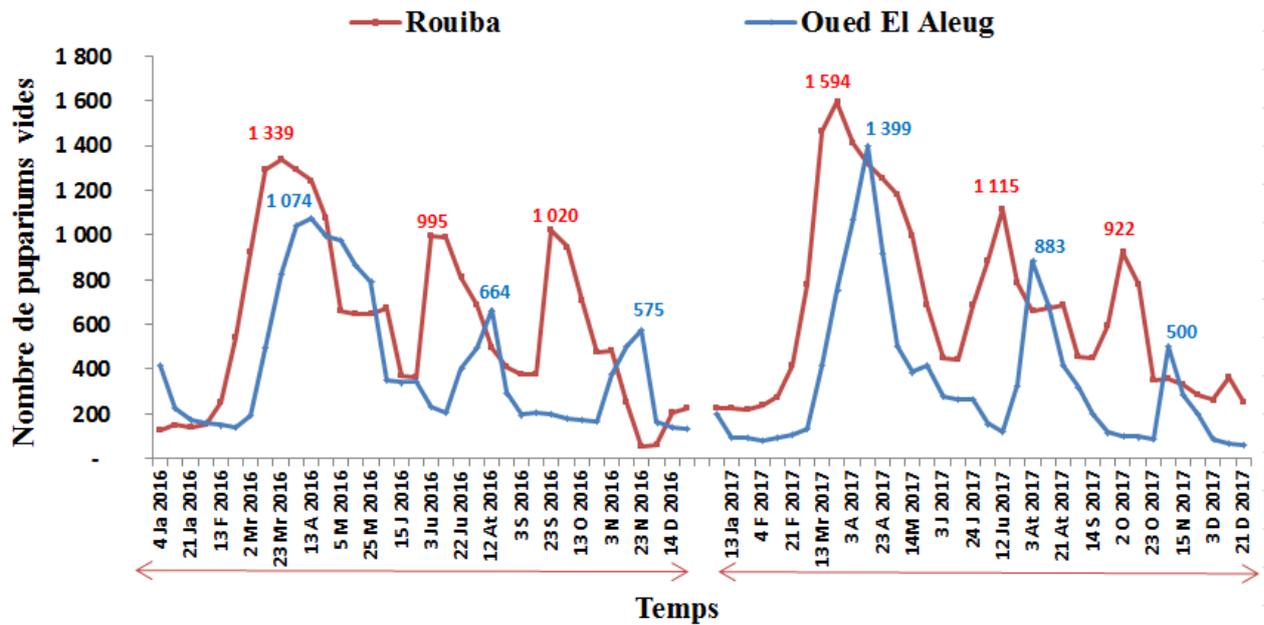


Figure 61 : Fluctuation des vols des mâles de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### 1.3 - Distribution saisonnière des larves mobiles en fonction des orientations cardinales

La distribution saisonnière des larves mobiles de *P. ziziphi* en fonction des orientations montrent un comportement identique sur les deux variétés, dans les deux sites d'étude et pour les deux années (Fig. 62).

En automne, le centre de l'arbre représente l'endroit le plus recherché par les larves mobiles pour la fixation avec des pourcentages supérieurs à 41% sur les deux plantes hôtes et dans les deux sites. En hiver, la population continue sa migration vers le centre de l'arbre pour marquer des pourcentages supérieurs à 43% et des pourcentages faibles sur les autres orientations. Au printemps, où les conditions climatiques redeviennent plus favorables, les larves mobiles migrent vers l'est de l'arbre pour marquer des pourcentages supérieurs à 35% suivi par le centre. En été, la population estivale continue sa migration vers l'est de l'arbre pour marquer un pourcentage qui dépasse les 45% suivi par le centre dans la région de Rouïba et par le sud dans la région d'Oued Alleug.

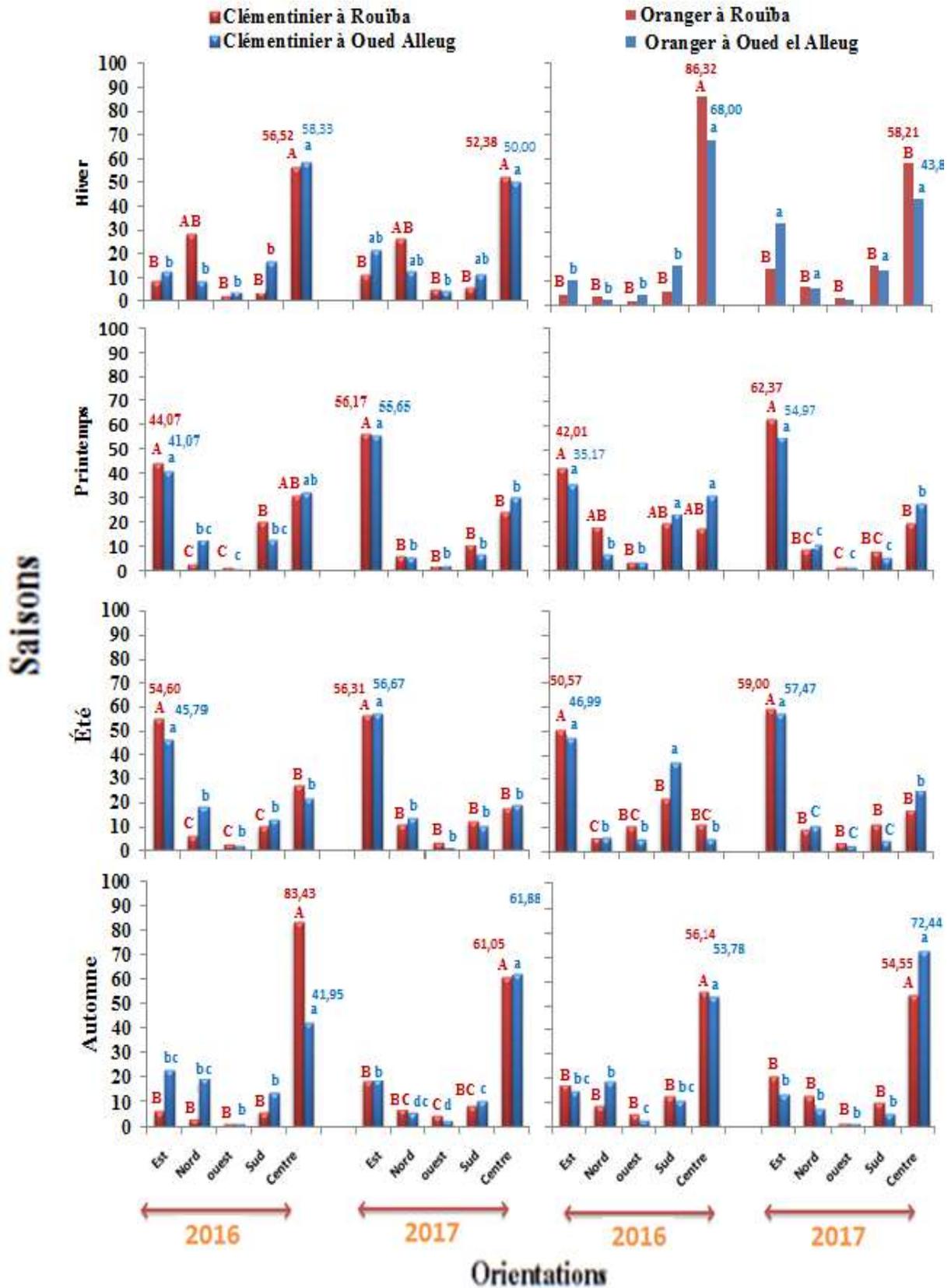


Figure 62 : Distribution saisonnière des larves mobiles de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger, dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug.

En outre, des analyses par l'ANOVA ont révélé que les directions cardinales de l'arbre, statistiquement significatives influencé la distribution des larves mobiles du Pou noir de l'oranger sur les deux plantes, dans les deux régions et les deux années d'étude. En hiver, les insectes préféraient d'une manière significative le centre, suivi par les directions nord des arbres. La saison de printemps a montré une migration de Pou noir de l'oranger du centre vers l'est. Bien que l'analyse de la population ne révèle aucune différence significative entre le centre et l'est en 2016 pour le printemps, Cependant, c'était en 2017 dans les deux régions et pour les deux plantes. Une tendance similaire à celle du printemps a été observée en été. En automne, les insectes ont migré aussi vers le centre des plantes.

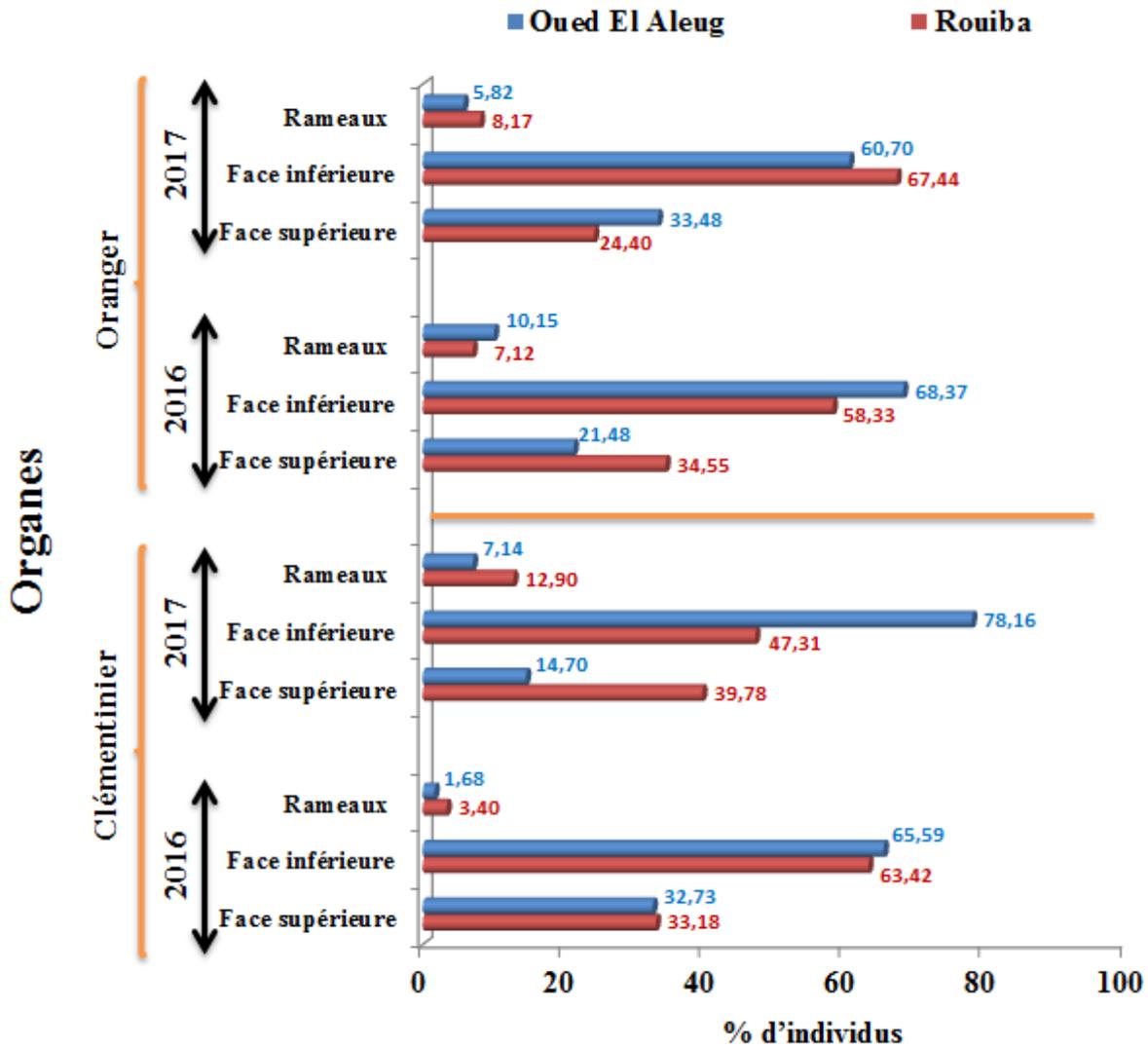
Pour toutes les saisons, les orientations ouest sont restées les moins recherchées. Le centre des arbres a donné à l'insecte les meilleures conditions microclimatiques pour son développement. Cela implique qu'un contrôle efficace et efficient de *P. ziziphi* en hiver et en été nécessite une application soigneuse d'insecticides dans le centre des arbres

#### 1.4 - Distribution spatiale des populations

Les résultats mentionnés dans la figure 63 montrent que *P.ziziphi* préfère se localiser sur la face inférieure des feuilles pour les deux variétés d'agrumes dans les deux sites d'étude. En effet, sur le clémentinier à Rouïba, on note un taux de 63,42 % (en 2016) et 47,31% (en 2017). De même qu'à Oued Alleug, on relève un taux de 65,59 % (en 2016) et 78,16 % (en 2017). Sur l'oranger à Rouïba, on note un taux de 58,33 % (en 2016) et 67,44 % (en 2017) et un taux de 68,37 % (en 2016) et 60,70% (en 2017) à Oued Alleug.

Comparativement, le Pou noir est beaucoup moins présent sur la face supérieure et les rameaux. Toutefois, sur clémentinier à Rouïba, on la retrouve sur la face supérieure avec un taux de 33,18 % (en 2016) et 39,78% (en 2017). Le même résultat est noté à Oued Alleug avec un taux de 32,73 % (en 2016) et 14,70% (en 2017). Sur l'oranger à Rouïba, le Pou noir affiche un taux de 34,55 % (en 2016) et 24, 40% (en 2017) contre 21,48 % (en 2016) et 33,48% (en 2017) à Oued Alleug.

Sur la face inférieure des feuilles, les taux sont très faibles qui ne dépassent pas les 12.90% dans les deux sites d'étude mais aussi pour les deux années d'étude.



**Figure 63 :** Distribution selon l'organe végétal des populations de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### 1.5 - Distribution cardinale

D'après les résultats consignés dans la figure ci-dessous, nous remarquons que le Centre de l'arbre est le plus affecté par la cochenille aussi bien sur le clémentinier que sur l'oranger. En effet, sur le clémentinier à Rouïba on note un taux de 56,11 % (en 2016) et 39,57% (en 2017) alors que à Oued Alleug un taux de 41,23 % (en 2016) et 57,12% (en 2017). De même que sur l'oranger à Rouïba on note un taux de 65,76% (en 2016) et 34,18% (en 2017) contre 39,56 % (en 2016) et 60, 84% (en 2017) à Oued Alleug . Cet endroit semble être un endroit de fixation préférentiel pour cette cochenille dans les deux sites et aussi pour les deux années d'étude. Par contre l'abondance des populations sur l'orientation Sud et Nord est moins importante.

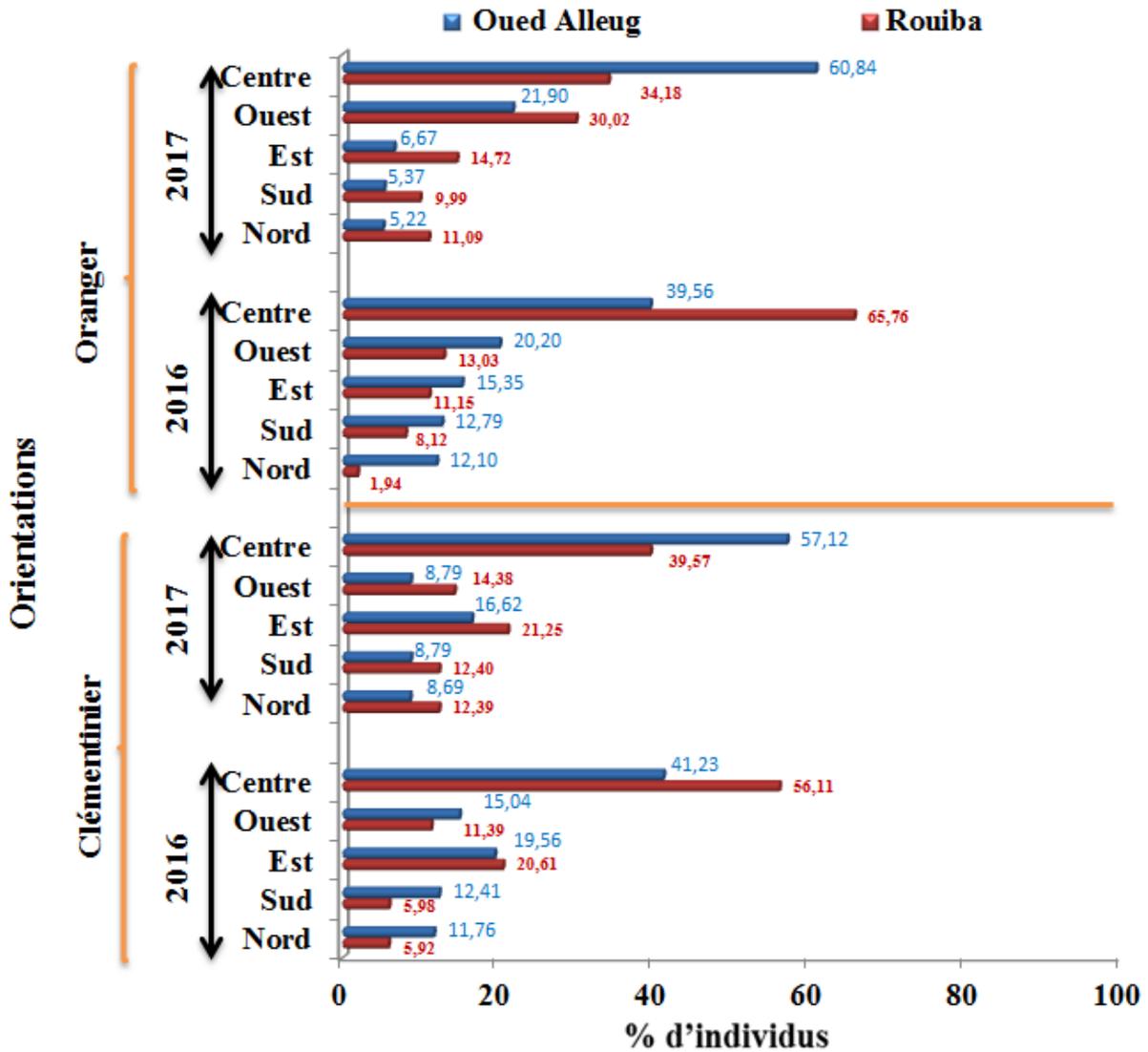


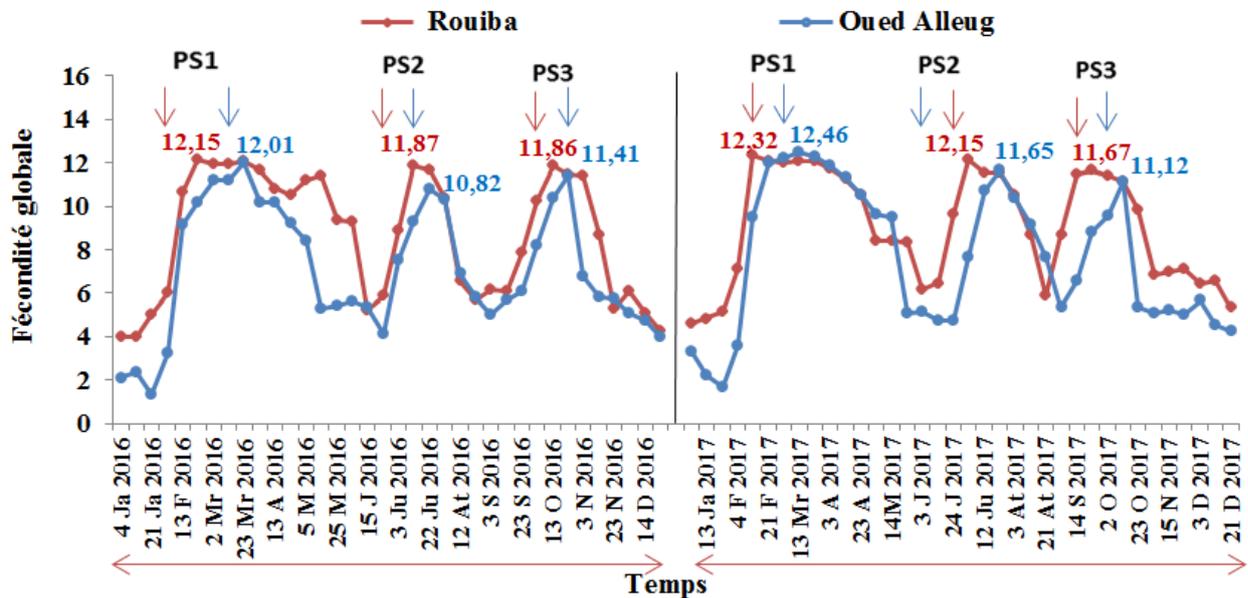
Figure 64 : Distribution cardinale des populations de *P. ziziphi* sur le clémentinier et l’oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### 1.6 - Etude de la fécondité

#### ➤ Fécondité globale

La lecture des résultats de la fécondité moyenne montre que la ponte à Oued Alleug débute un peu tard par rapport à celle de Rouïba (Fig. 65 et 66). Toutefois, la fécondité moyenne passe généralement par trois périodes de ponte qui coïncident avec les trois poussées de sève pour les deux années. La première présente des moyennes de ponte plus importantes et dure plus de cinq mois. Elle débute dès le mois de février et s’étale jusqu’au mois de juin. Puis, une ponte estivale et une autre automnale avec des moyennes beaucoup moins importantes.

Sur le clémentinier (Fig. 65), pour la première période de ponte, par rapport à Oued El Alleug, nous notons un décalage de 24 jours (en 2016) et de 29 jours (en 2017). Pour la deuxième période, nous relevons un décalage de 10 jours (en 2016) et de 18 jours (en 2017) et pour la troisième période un décalage de 11 jours (en 2016) et de 18 jours (en 2017). Par ailleurs, nous la fécondité moyenne globale est de 9,93 œufs par femelle (en 2016), 10,02 œufs par femelle (en 2017) à Rouiba et environ 8,44 œufs par femelle (en 2016) et 9,06 œufs par femelle (en 2017) à Oued El Alleug. Nous notons des valeurs moyennes de la fécondité variant 4 (en hiver) à 12,32 œufs par femelle (au printemps) à Rouïba, alors qu'à Oued El Alleug, elle varie de 1,33 (en hiver) à 12,46 œufs par femelle (au printemps).



**Figure 65 :** Fécondité moyenne de *P.ziziphi* sur le clémentinier à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

Comme le montre la figure 66 sur l'oranger, nous notons un décalage de 24 jours (en 2016), 18 jours (en 2017) pour la première période de ponte, de 8 jours (en 2016), 19 jours (en 2017) pour la deuxième et de 11 jours (en 2016), 21 jours (en 2017) pour la troisième période.

La moyenne globale de la ponte à Rouïba est de 7,81 œufs/femelle en 2016, 6,98 œufs/femelle en 2017) contre elle est de 7,93 œufs/femelles en 2016, 7,72 œufs par femelle en 2017 à Oued Alleug. Les valeurs moyennes de la fécondité variant de 0 (en hiver) à 11,48 œufs par femelle (au printemps) à Rouïba alors qu'à Oued Alleug elle varie de 0 (en hiver) à 11,44 œufs par femelle (en été).

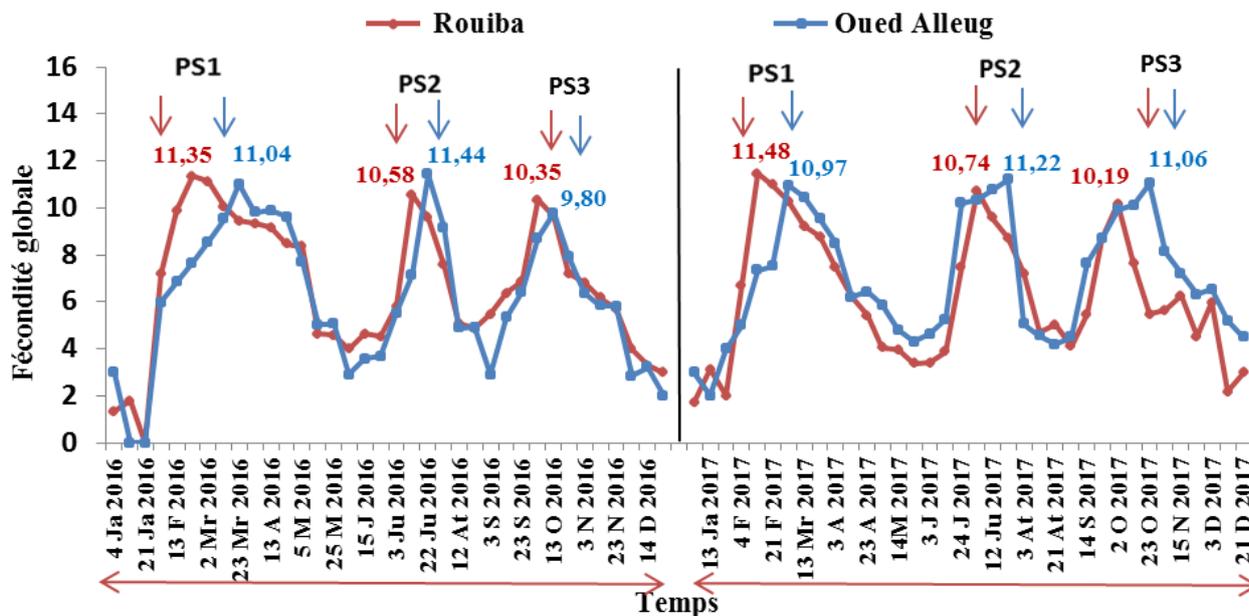


Figure 66 : Fécondité moyenne de *P.ziziphi* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ **Fécondité saisonnière**

L'étude de la fécondité moyenne selon les saisons, montre que la fécondité moyenne est élevée en printemps et en automne par rapport aux autres saisons. La saison hivernale est la saison la moins favorable à l'émission de larves (Fig. 67).

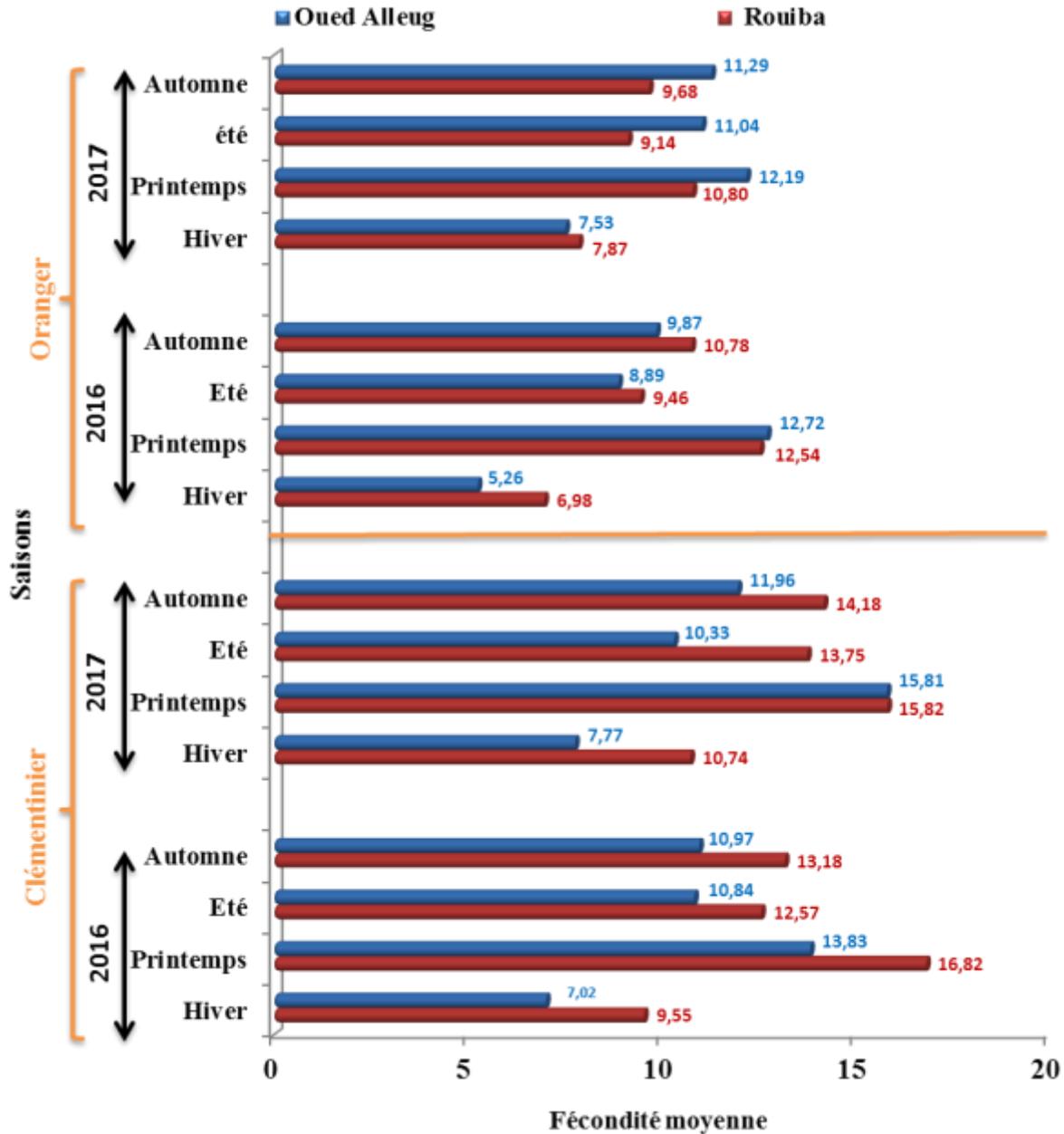


Figure 67 : Fécondité moyenne saisonnière chez *P.ziziphi* sur le clémentinier et sur l’oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

➤ **Fécondité selon l’organe végétal**

La fécondité moyenne selon l’organe végétal, montrent que la cochenille a un comportement identique sur les deux variétés d’agrumes, le clémentinier et l’oranger dans les deux sites d’étude. La ponte moyenne est élevée sur la face inférieure des feuilles que sur la face supérieure et les rameaux, En effet, on note à Rouïba des moyennes supérieures à 11,20 œuf/femelle sur clémentinier et des moyennes supérieures à 9,46 œuf/femelle sur oranger. On

note aussi à Oued Alleug des moyennes supérieures à 11,36 œuf/femelle sur clémentinier et des moyennes supérieures à 9,64 œuf/femelle sur oranger. On la retrouve sur la face supérieure des moyennes inférieures à 10,78 œuf/femelle à Rouiba et des moyennes inférieures à 8,28 œuf/femelle à Oued Alleug. Par contre Sur les rameaux une faible moyenne qui ne dépasse pas les 3,98 œuf/femelle dans les deux sites d'étude et aussi pour les deux années d'étude.

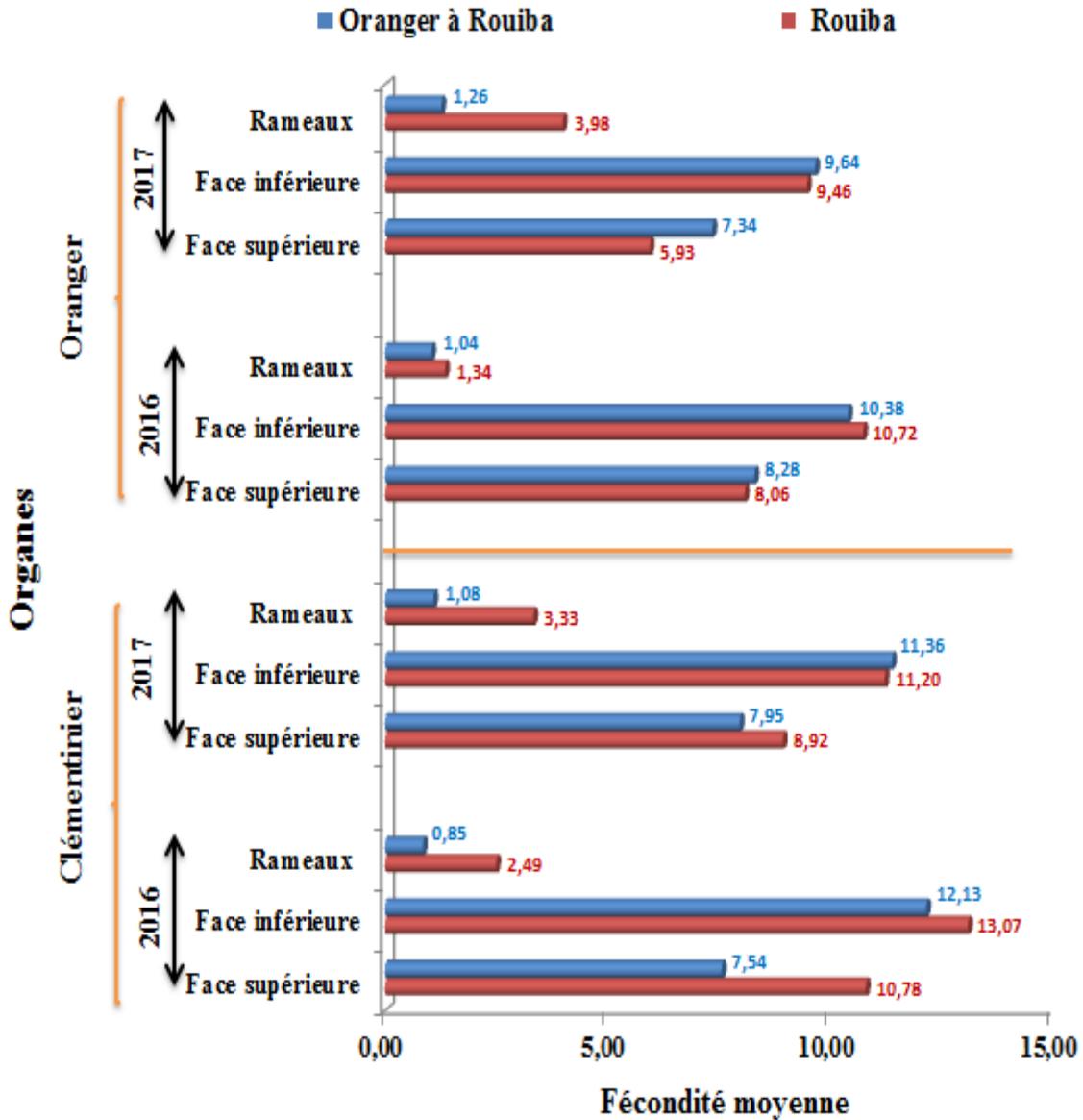


Figure 68 : Fécondité moyenne selon l'organe végétal chez *P.ziziphi* sur le clémentinier et sur l'oranger à Rouiba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

## Discussion

Les observations sur la dynamique des populations sont obtenues durant la période allant de janvier 2016 à décembre 2017. Durant cette période, des soins culturaux ont été effectués contre différents bioagresseurs ainsi que des apports en fertilisants (NPK) ont été effectués dans les deux vergers.

A la lumière des résultats obtenus, l'infestation globale de *P.ziziphi* dépasse largement 20% et donc très élevés sur les deux agrumes. Par ailleurs, elle est beaucoup plus abondante sur le clémentinier sur lequel on enregistre 62.54% que sur l'oranger (37,46%). En effet, **Praloran (1971)** et **Benassy (1975)** constatent, également, que *P.ziziphi* a une affinité pour le mandarinier et le clémentinier que pour le citronnier. De même, **Belguendouz (2014)**

La même observation est notée chez d'autres espèces de cochenilles, telle *Aonidiella aurantii* sur *C. sinensis* var. *washington Navel* et *C. limon* var. *eureka*, qui montre une nette préférence de la cochenille pour le citronnier (**Belguendouz-Benkhef et al., 2013**). Ce comportement peut être expliqué par l'influence des facteurs trophiques qui sont, eux-mêmes, tributaires de la structure de fixation de la cochenille. A cet effet, **Calatayud et Vercambre (1996)**, considèrent que l'épaisseur du limbe et la taille des cellules épidermiques ont une influence sur la dite fixation de la cochenille ; celle-ci ne peut faire pénétrer son stylet que si la couche épicuticulaire est mince.

Dans le cadre du présent travail, il est mentionné que le suivi des fluctuations des populations du Pou noir de l'oranger *P. ziziphi* a mis en évidence la présence de trois périodes d'activité importante sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug durant les deux années d'étude (2016 et 2017) : une printanière, une estivale et une troisième automnale. Ceci est en étroite corrélation avec la plante hôte et peut être expliqué par l'abondance des éléments nutritifs issus des poussées de sève printanière (PS<sub>1</sub>), estivale (PS<sub>2</sub>) et automnale (PS<sub>3</sub>). Cet aspect biologique chez *P. ziziphi* montre le rôle important que joue la plante hôte sur la densité des populations de la cochenille. En effet, **Biche et sellami (1999)** ont noté que l'influence du facteur hôte sur la cochenille se révèle sur la durée de cycle, sur la taille, sur la fécondité et sur le sex-ratio. De même, **Begon et al. (1996)** mentionne aussi que l'évolution des cochenilles et intimement lié à celle de la plante qui l'héberge et que l'évolution de ce végétal hôte se traduit par l'apparition de nouvelles poussées de sève. Dans ce sens, **Takarli**

**et al. (2015)** souligne que la période printanière est la saison la plus propice pour cette cochenille

Par ailleurs, le nombre de générations chez *P. ziziphi* sur clémentinier et sur oranger durant la première et la deuxième année d'étude dans la région de Rouïba et à Oued Alleug est de trois génération : une printanière, une estivale et une automnale. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par **Belguendouz (2011)**, **Takarli et al., (2015)** pour la même région d'étude. Selon **Biche (2012)**. Constatent, également que la cochenille est polyvoltine et toutes les générations sont chevauchantes. Selon **Praloran (1971)**, Il y a 4 à 5 générations par an, parfois 6 dans les pays où les conditions sont plus favorables alors qu'en Egypte, le Pou noir de l'oranger présente 2 générations par an (**Sweilem et al., 1984**).

D'autre part, les trois périodes d'activité et de ponte à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à Rouïba. Ce décalage de développement des populations de la cochenille dépend des conditions climatiques locales et nutritionnelles. De même, ce décalage est conditionné par l'état phénologique de la plante hôte (moment des poussées de sève). Nous pouvons dire, que, le décalage remarqué pourrait être dû à la présence d'un décalage au niveau de la poussé de sève sous l'influence directe de la distance du littorale.

De même, le climat sous l'influence combinée de la température, de l'hygrométrie et de la plante hôte agit quant à lui directement sur la répartition spatiale et temporelle des populations de la cochenille. Ces facteurs sont les principaux facteurs régulateurs de l'évolution des populations de la cochenille **Belguendouz et al., (2008)**.

Selon **Belguendouz et al., (2008)** les conditions climatiques saisonnières et la plante hôte constituent un facteur régulateur de l'évolution de cette diaspine : le printemps est la saison la plus favorable à la pullulation de *P. ziziphi*.

Au vu des résultats enregistrés, les différents stades sont chevauchants, c'est-à-dire que nous les avons observés, durant presque dans tous les prélèvements. Ce qui est confirmé par les travaux de **Benassy (1975)** qui explique que l'influence climatique se traduit un décalage de la date d'apparition des diverses générations et l'échelonnement des périodes d'éclosion. On constate, en outre, que les différents stades ne dépassent pas 23%, sur les deux plantes hôtes ; exception faite pour les femelles dont les pourcentages excèdent les 47%. A notre avis,

c'est le seul stade qui constitue une forme de résistance, surtout, contre les basses températures et les fortes précipitations. En effet, le bouclier des stades immatures et des nymphes sont plus sensibles. La durée de vie des mâles est liée à la fécondation c'est la raison pour laquelle, ils sont très rares et ne dépassent pas 5,94 % sur clémentinier et 11,43 % sur oranger.

Effectivement, la distribution saisonnière des populations de *P. ziziphi* semble être affectée par les conditions printanières qui sont, de loin, les plus favorables permettant des taux d'infestations les plus importants, que ce soit sur le clémentinier ou sur l'oranger. Alors que la rigueur du climat, particulièrement, des températures qui sont élevées en été et basses en hiver, affectent directement la cochenille. Selon **Chapot et Delucchi (1964)**, le développement de la diaspine est considérablement freiné par les températures peu élevées. Elle rentre, carrément, en diapause hivernale pour **Rebour (1945)**.

Les résultats obtenus à partir de l'étude de la distribution saisonnière des larves mobiles de *P. ziziphi* en fonction des orientations, montrent un comportement identique sur les deux variétés dans les deux sites d'étude. Pour chaque saison, les larves mobiles de l'espèce migrent vers les endroits qui englobent les conditions favorables. Selon **Takarli et al., (2015)**, le centre de l'arbre est l'endroit le plus favorable pour le développement de la cochenille.

En même temps que la température et l'humidité dont les effets ont été largement discutées précédemment, **Abbassi, (1980)** note que l'éclairement constitue un troisième facteur qui oriente l'activité des larves néonates et détermine le niveau de fixation sur les arbres.

**Benassy et Bianchi (1974)**, notent qu'un adoucissement des conditions extérieures pourrait stimuler l'émission de larves mobile en hiver ce qui explique la présence des quelques larves en cette saison que nous avons pu remarquer.

Il semblerait que les endroits ombragés offrent à la cochenille un microclimat qui favorise la fécondité, ceci explique sa forte présence au centre de l'arbre ainsi que sur la face inférieure des feuilles qui leur procurent les éléments nutritifs nécessaires à leur développement.

Les cochenilles en période d'hivernation et notamment au stade adulte femelle fécondée stockent durant toute la période hivernale beaucoup de réserve nutritifs. Ce qui participe directement au processus de l'ovogenèse et de multiplication des ovocytes. Ceci a été confirmé lors de la ponte printanière et estivale (**Biche, 1987**).

En Chine, *P. ziziphi* hiverne sous la forme adulte. La période de ponte dure de 79 à 135 jours et les œufs nécessitent entre 7,8 et 11,6 jours pour éclore (le taux d'éclosion variant entre 89,7 et 99,7 %) (**Huang et al., 1988**).

Du point de vu évolution, *P. ziziphi* présente trois périodes de ponte : printanière, estivale et automnale. Le printemps reste la saison la plus favorable dans la reproduction de l'espèce. La ponte moyenne globale sur le clémentinier est de 9,97 œuf/femelle à Rouïba et de 8,75 œuf/femelle à Oued Alleug, et la ponte moyenne globale sur l'oranger est de 7,39 œuf/femelle à Rouïba et de 7,82 œuf/femelle à Oued Alleug. Selon **Smirnof (1950)**, **Chapot & Delluchi (1964)** et **Praloran (1971)**, la fécondité moyenne de *P. ziziphi* dépasse largement 10 œuf/femelle dans un habitat naturel.

### Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, on peut conclure le pou noir de l'oranger présente trois périodes d'activité sur le clémentinier et l'oranger : une estivale, une automnale et une printanière. Elles coïncident parfaitement avec les trois poussées de sève du clémentinier ou de l'oranger. Ces périodes offrent probablement à la cochenille les meilleures conditions pour son développement.

La distribution saisonnière des larves néonates en fonction des orientations est montrant un comportement identique sur les deux variétés, dans les deux sites d'étude et pour les deux années. Comme on l'a précisé plus haut, la cochenille recherche toujours les endroits qui lui assurent un bon développement. Ceci explique les résultats que nous avons trouvés. En automne et en hiver les larves sont étaient plus abondantes dans le centre tandis qu'au printemps et en été, elles se sont réfugiées vers l'est de l'arbre où les conditions climatiques redeviennent plus favorables. La cochenille recherche toujours les endroits qui lui permettent un meilleur développement. Sa distribution spatio-temporelle montre qu'elle est plus

abondante au centre de l'arbre et qu'elle développe mieux sur la face inférieure des feuilles que sur la face supérieure et les rameaux.

Le printemps semble être la saison la plus préférée par les populations de la cochenille le taux de développement durant cette saison est le plus élevé par rapport aux autres saisons. Cette espèce manifeste une préférence très distinguée pour la face inférieure que sur la face supérieure et les rameaux. La cochenille ne se localise pas beaucoup sur les rameaux et elle présente une affinité remarquable pour l'orientation centre qui est moins ensoleillée par rapport aux autres directions cardinales.

La fécondité de la cochenille est sous l'influence des facteurs écologiques. L'émission des larves se fait tout au long de l'année provoquant ainsi le chevauchement des générations. D'après nos résultats, les endroits ombragés favorisent sa fécondité. La fécondité est plus élevée sur la face inférieure des feuilles. Aussi on a noté qu'elle est plus élevée au printemps et en automne et par rapport aux autres saisons.

*Partie 3 :*

**Ecologie d'*A. aurantii* sur l'oranger dans la région de  
Rouïba et d'Oued Alleug**

## 1 - Ecologie d'*Aonidiella aurantii*

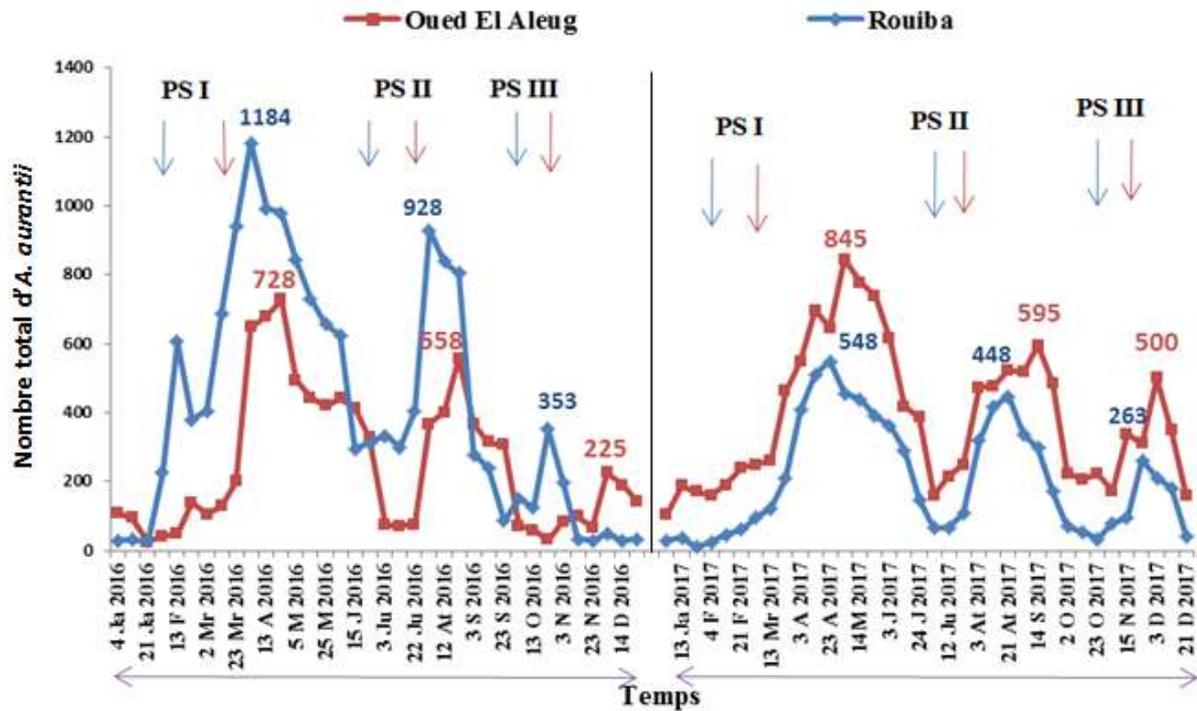
Dans ce chapitre, nous développerons l'évaluation des fluctuations des populations et de la fécondité d'*A. aurantii* sur l'oranger. L'influence de certains facteurs tels que le temps, l'organe végétal, la saison, l'orientation, les températures et les précipitations sur l'évolution de cochenille sont également mises en évidence. Cette présentation est suivie par l'exploitation des résultats grâce à des méthodes statistiques, tout en essayant de rassembler le maximum d'informations concernant l'écologie d'*A. aurantii*.

### 1.1 - Dynamique globale de la population

Les résultats de la dynamique de la population globale sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug sont obtenus durant la période allant du 4 janvier 2016 au 21 décembre 2017 soit une période de 2 années. L'analyse des résultats reportés dans la figure 69 et le tableau 19 permettent de distinguer trois périodes d'activité intense : une printanière, une estivale et une automnale dans les deux sites d'étude. Elles coïncident pratiquement avec les trois poussées de sève. La première présente des effectifs plus importants et dure environ quatre à plus cinq mois. La deuxième, avec des effectifs moins importants et dure environ trois mois à cinq mois. La troisième par contre ne dure que deux mois avec des effectifs plus réduits. Il est à remarquer que la cochenille présente un comportement différent selon la région. En effet nous remarquons un décalage dans le développement des populations d'*A. aurantii*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. On note un décalage de 18 jours en 2016, 17 jours en 2017 pour la première génération. Pour la deuxième génération, on note également un décalage de 18 jours en 2016 et 24 jours en 2017. Enfin pour la troisième génération, on relève 43 jours en 2016 et 18 jours en 2017.

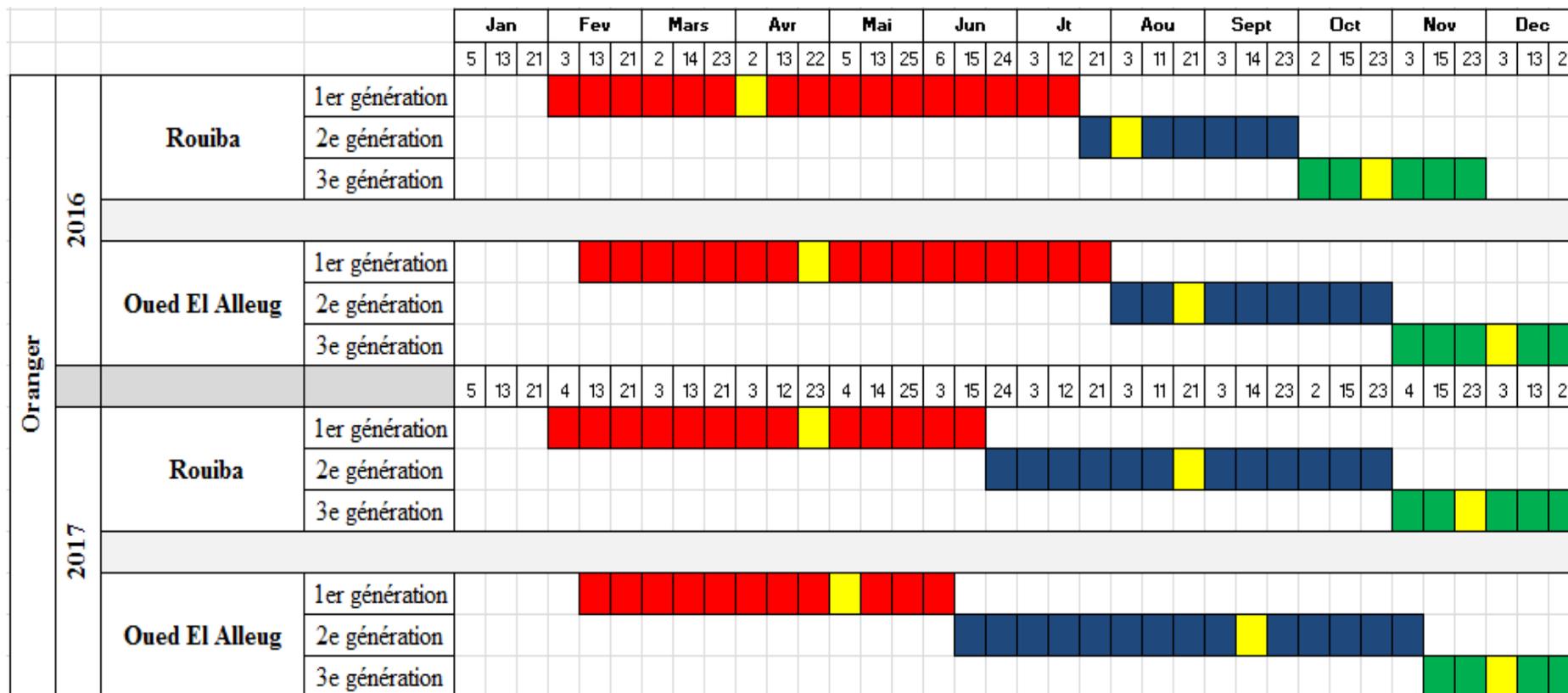
En 2016, le premier sommet des populations globales est noté le 2 avril avec 1184 individus à Rouïba et le 22 avril avec 728 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet est noté le 3 août avec 928 individus à Rouïba et le 21 août 558 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 octobre avec 353 individus à Rouïba et le 3 décembre avec 225 individus à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population globale le 23 avril avec 845 individus à Rouïba et le 4 mai avec 548 individus à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 21 aout avec 448 individus à Rouïba et le 14 septembre avec 595 individus à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 novembre avec 263 individus à Rouïba et le 3 décembre avec 500 individus à Oued Alleug.



**Figure 69:** Fluctuation des effectifs de la population globale d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

**Tableau n ° 19 :** Décalage temporel de la population globale d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017



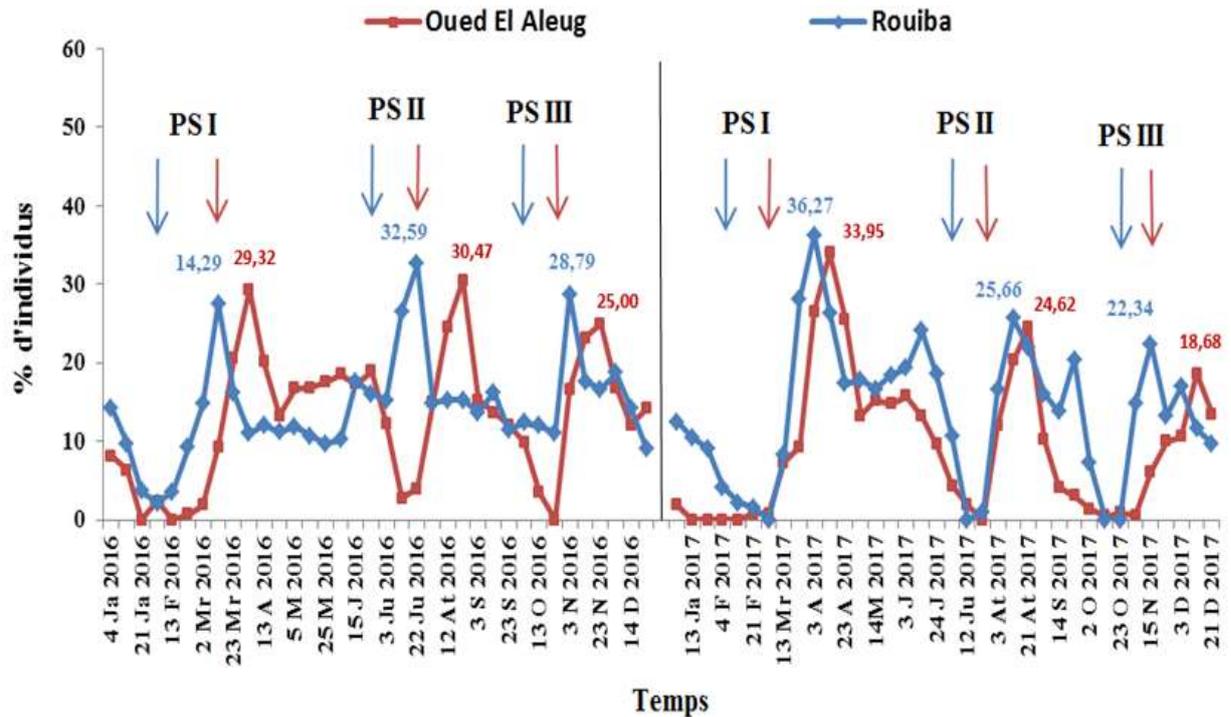
 Sommet de populations

➤ **Evolution des larves du 1<sup>er</sup> stade**

Comme précédemment, nous remarquons également un décalage marqué des populations des larves du 1<sup>er</sup> stade du Pou rouge de Californie *A. aurantii* sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug durant les deux années. Ces fluctuations suivent presque la même allure que celles de la population globale. En effet, on enregistre trois sommets sur l'oranger dans les deux sites d'étude.

En 2016, le premier sommet des populations des larves du 1<sup>er</sup> stade est noté le 14 Mars avec un taux de 14,29 % à Rouïba et le 4 avril avec un taux de 29,32 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 22 juin avec 32,59 % à Rouïba et le 21 aout 30,47 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 3 novembre avec un taux de 28,79 % à Rouïba et le 23 novembre avec un taux de 25 % à Oued Alleug.

Pour ce qui est de l'année 2017, on note un premier sommet de population des larves du 1<sup>er</sup> stade le 3 avril avec un taux de 36,27 % à Rouïba et le 12 avril avec un taux de 33,95 % à Oued Alleug pour la première génération. A partir de ces dates, on note une régression des populations dans les deux régions pour ne reprendre qu'à partir du mois de février. Le second sommet de population à Rouïba est noté le 11 aout avec un taux de 25,66 % et le 21 aout 24,62 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 15 novembre à Rouïba avec un taux de 22,34 % et le 13 décembre avec un taux 18,68 % à Oued Alleug. La cochenille produit un potentiel biotique larvaire meilleur durant la période allant de la fin février à juin.



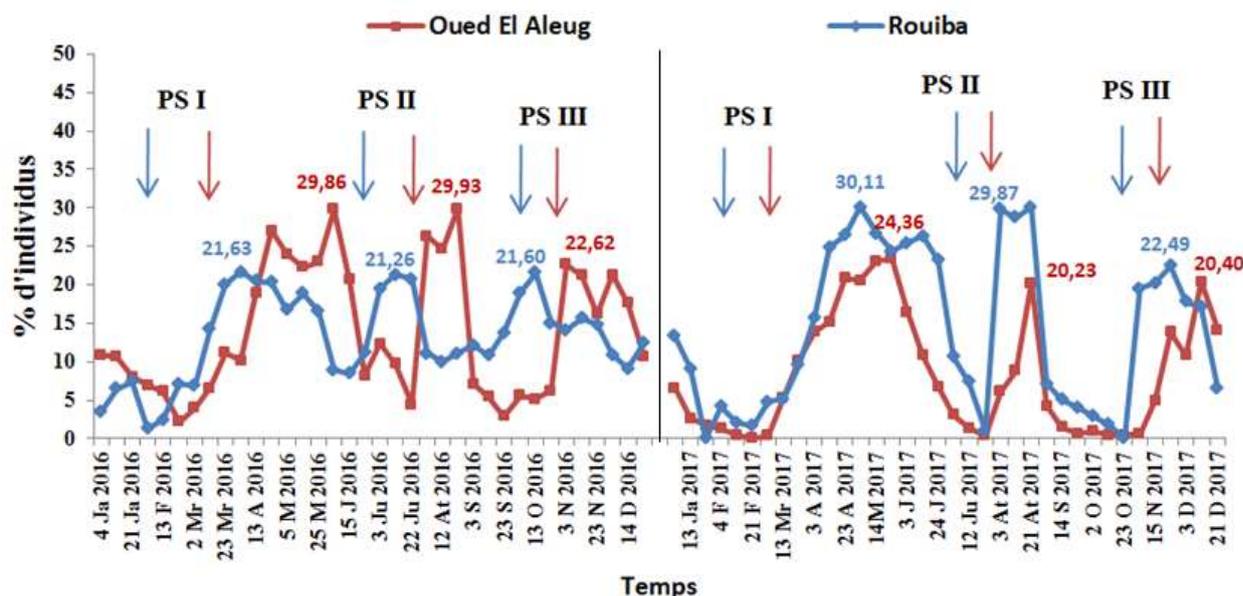
**Figure 70** : Fluctuation des larves du 1er stade de d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

#### ➤ Fluctuations des larves du 2<sup>ème</sup> stade

Les variations temporelles du second stade larvaire présentent, de la même manière, trois sommets de population sur l'oranger durant les deux années à Rouïba et à Oued Alleug. En effet nous remarquons également un décalage dans le développement des populations du second stade larvaire d'*A. aurantii*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba.

En 2016, le premier sommet des populations des larves du second stade est noté le 4 avril avec un taux de 21,63 % à Rouïba et le 22 avril avec un taux de 29,86 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations du second stade progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 14 juillet avec un taux de 21,26 % à Rouïba et le 21 août 29,93 % à Oued Alleug. Alors que le dernier pic est enregistré le 13 novembre avec un taux de 21,60 % à Rouïba et le 23 novembre avec un taux 21,62 % à Oued Alleug.

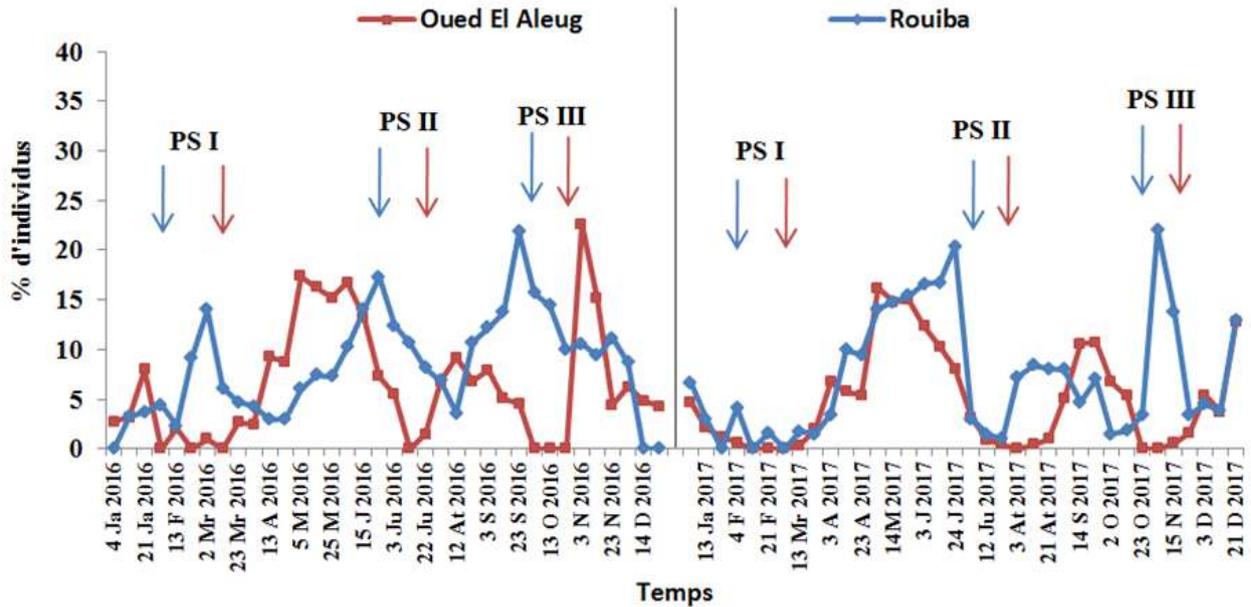
De même que pour 2017, on note un premier sommet de population des larves du second stade le 4 mai avec un taux de 30,11 % à Rouïba et le 25 mai avec un taux de 24,36 % à Oued Alleug pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 3 aout avec un taux de 29,87 % à Rouïba et le 21 aout 20,23 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 novembre avec un taux de 22,49 % à Rouïba et le 13 décembre avec un taux 20,40 % à Oued Alleug.



**Figure 71** : Fluctuation des larves du 2eme stade d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### ➤ Fluctuations du stade nymphal

Le stade nymphal regroupe les pronymphes et les nymphes. Leurs fluctuations temporelles présentent, également, la même allure que celles des deux stades précédents ; c'est à dire on retrouve les trois sommets de population sur oranger pour les deux années dans les deux sites. Ce stade est présent durant toute la période d'étude avec un pourcentage globale de 7,30 % (en 2016), 9,01 % (en 2017) à Rouïba et de 8,51 % (en 2016), 6,45 % (en 2017) à Oued Alleug



**Figure 72 :** Fluctuation du stade nymphal d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

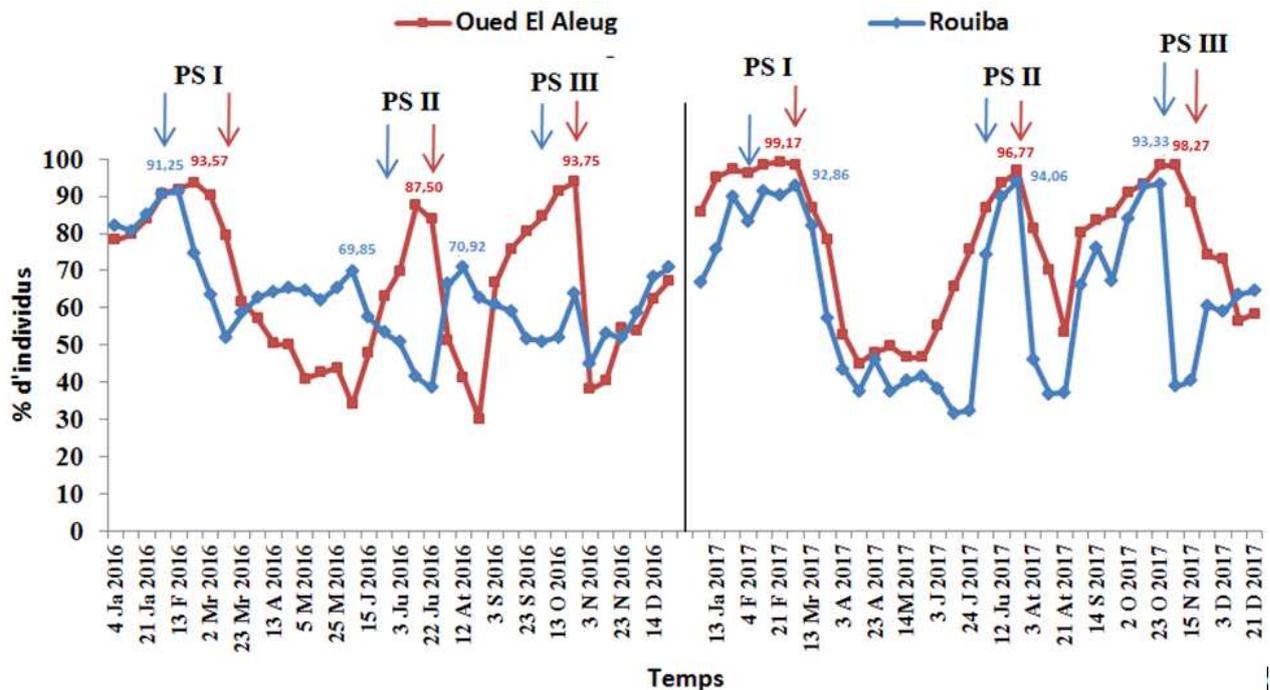
### ➤ Fluctuations des femelles

La variation temporelle des femelles (jeunes femelles et femelles adultes) représentée dans la figure 73, montre que leur fluctuation est différente de celle des larves et des nymphes. Ce stade est présent, encore une fois, durant toute la période d'étude avec des pourcentages globaux supérieurs à 50 %. On note à Rouïba un pourcentage de 63,21% en 2016 et 50,39% en 2017 mais à Oued Alleug on enregistre un pourcentage de 54,91% en 2016 et 69,71% en 2017.

En analysant plus profondément les résultats, nous remarquons la présence de trois sommets de population de ces femelles en 2016 avec un comportement différent selon la région. En effet, nous remarquons un décalage dans le développement des populations d'*A. aurantii*. Ceci est vraisemblablement lié aux trois périodes d'activité à Oued Alleug qui débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. Le premier sommet des populations des femelles stade est noté le 13 février avec un taux de 91,25 % à Rouïba et le 21 février avec un taux de 93,57 % à Oued Alleug pour la première génération. Après un déclin, les populations des femelles progressent pour atteindre le deuxième sommet de population le 6 juin avec un taux de 69,85 % à Rouïba et le 14 juillet 87,50 % à Oued Alleug. Alors que le dernier sommet

est enregistré le 12 août avec un taux de 70,92 % à Rouïba et le 21 octobre avec un taux de 93,75 % à Oued Alleug.

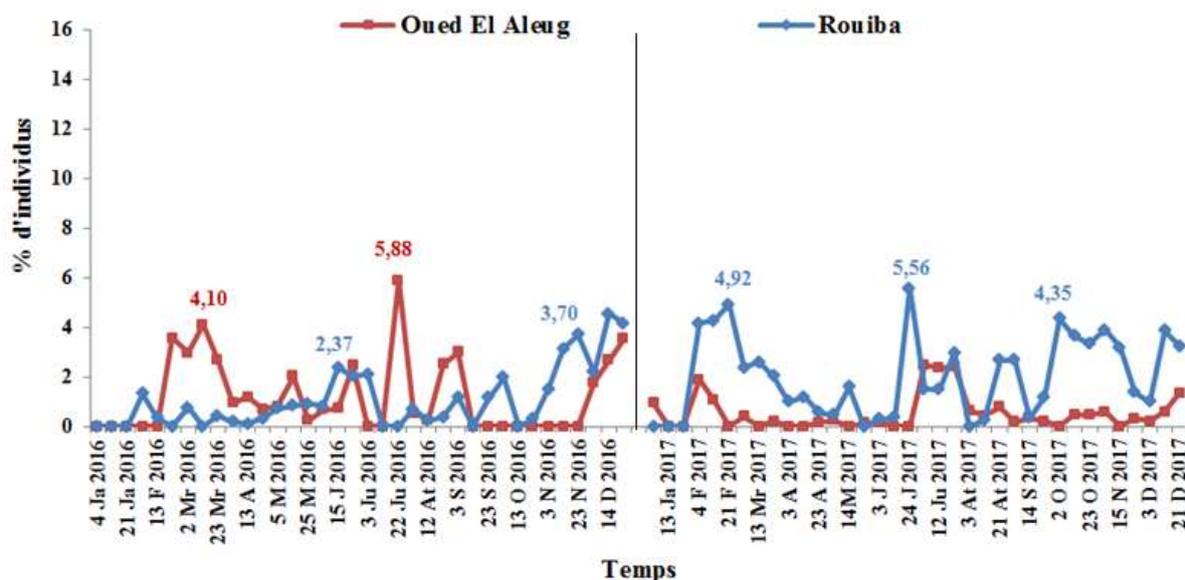
En 2017, on note premier sommet de population des femelles noté le 21 février avec un taux de 99,17 % à Oued Alleug, le 3 mars avec un taux de 92,86 % à Rouïba pour la première génération. Le second sommet de population est noté le 21 juin avec un taux de 94,06 % à Rouïba et 96,77 % à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 octobre avec un taux de 93,33 % à Rouïba, le 4 novembre avec un taux 98,27 % à Oued Alleug.



**Figure 73 :** Fluctuation des femelles d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

#### ➤ Fluctuations des mâles adultes

La durée de vie des mâles est très éphémère du fait qu'ils ne possèdent pas d'appareil buccal et elle est liée exclusivement à la fécondation c'est la raison pour laquelle, ils sont très rares dans les deux sites d'étude et ne dépassent pas 5,88% (juillet 2016) et 2,41% (juillet 2017); ces taux sont notés à Oued Alleug, et aussi ne dépassent pas 3,70% (novembre 2016) et 5,56% (juillet 2017) à Rouïba



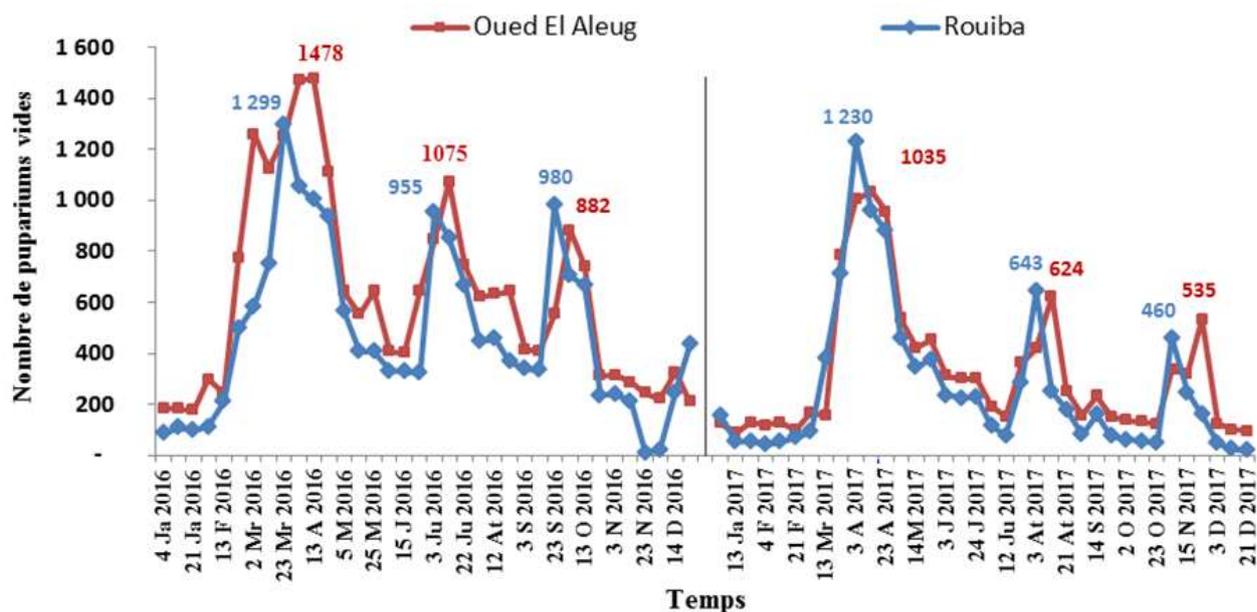
**Figure 74 :** Fluctuation des mâles d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

#### ➤ Vols des mâles

Les effectifs des mâles émergents, en considérant le nombre de pupariums vides, varient de la même manière dans les deux régions et aussi pour les deux années d'étude. Les fluctuations temporelles montrant encore une fois 3 sommets de vol des mâles coïncidant presque avec l'apparition maximale des femelles matures.

En 2016, le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés à lieu le 23 mars avec 1299 pupariums vides à Rouïba et le 13 avril avec 1478 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 3 juillet avec 955 pupariums vides et à Rouïba et le 14 juillet avec 1075 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 23 septembre avec 980 pupariums vides à Rouïba et le 2 octobre avec 882 pupariums vides à Oued Alleug.

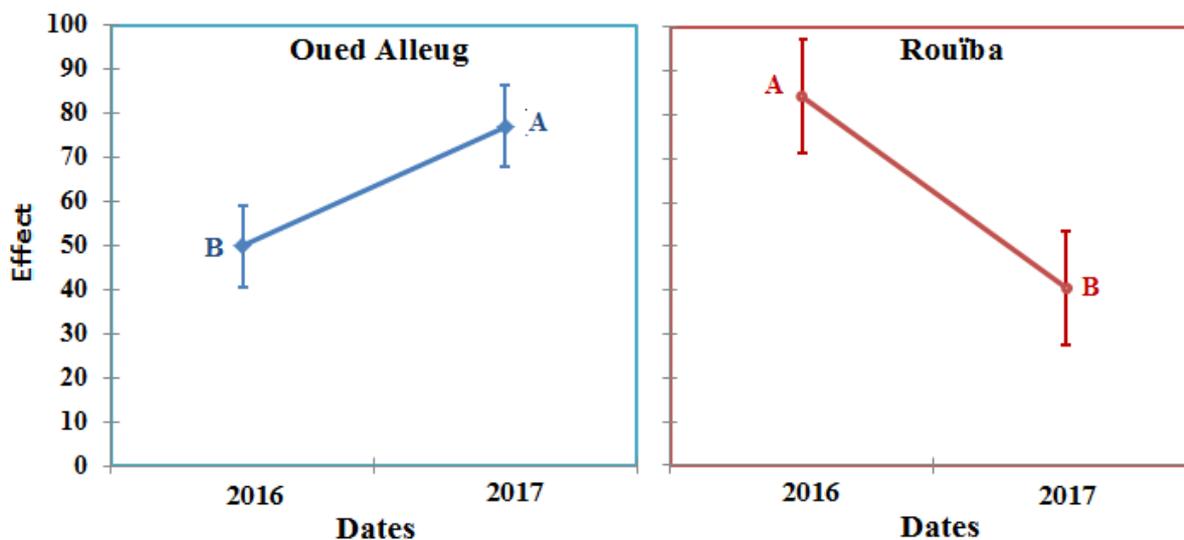
En 2017, le premier sommet renferme les effectifs les plus élevés est noté 3 avril avec 1230 pupariums vides à Rouïba et le 12 avril avec 1035 pupariums vides à Oued Alleug, Le second est ensuite noté le 3 Août avec 643 pupariums vides et à Rouïba et le 11 Août avec 624 pupariums vides à Oued Alleug. Le dernier sommet est enregistré le 4 novembre avec 460 pupariums vides à Rouïba et le 23 novembre avec 535 pupariums vides à Oued Alleug.



**Figure 75 :** Fluctuation des vols des mâles d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

L'analyse de variance révèle que le facteur année, mois et région induisent une différence très hautement significative ( $p < 0,0001$ ) durant les deux années dans la région de Rouiba et Oued Alleug avec une probabilité de ( $p < 0,0001$ ) (Tab. Annexe 7).

Nous remarquons que l'abondance d'*A. aurantii* présente un comportement différent selon la région et l'année. En effet, nous remarquons dans la région d'Oued Alleug la cochenille est plus abondante en 2017 qu'en 2016 par contre dans la région de Rouiba elle est plus abondante en 2016 qu'en 2017



**Figure 76 :** Classement des moyennes pour le facteur date.

La variation des effectifs des différents stades de développement du Pou rouge de Californie dans la région de Rouïba et Oued Alleug durant les deux années, montre qu'il y'a de différence très hautement significative ( $p < 0,0001$ ) (Tab. Annexe 7).

D'après les résultats recueillis dans la figure 77, nous remarquons que le stade femelle est le plus abondant durant les deux années d'étude (2016 et 2017) dans les deux régions d'étude suivi par les 2 stades larvaire, par contre les mâles adultes enregistrent les plus faibles abondances des populations.

L'effet du temps sur les effectifs des différents stades de développement de l'espèce montre un effet très hautement significatif sur la variation du stade L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, les nymphes et les femelles ( $p < 0,0001$ ). Alors que les mâles adultes ne semblent pas être affectés.

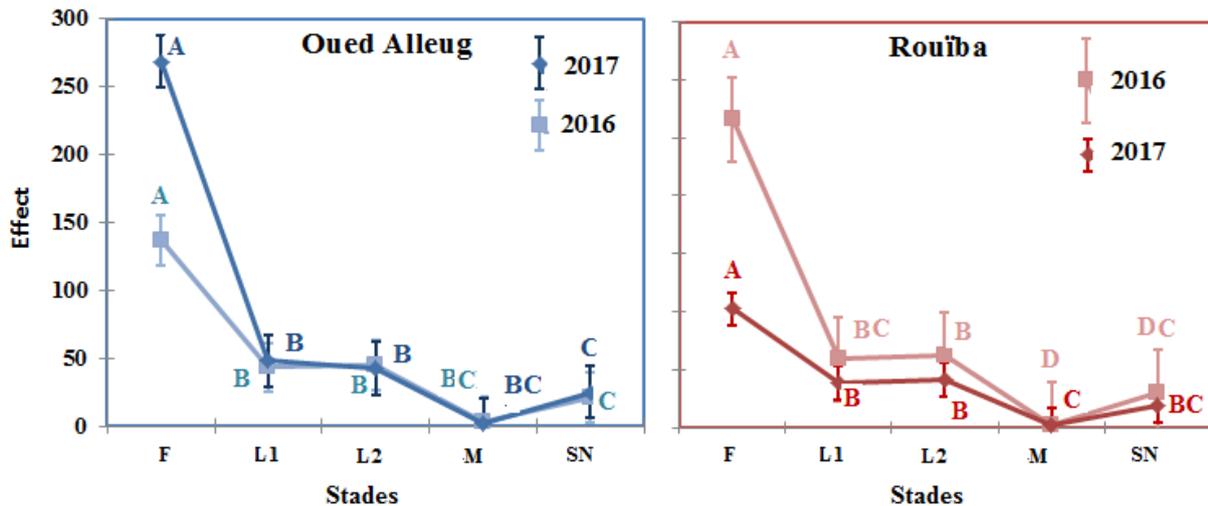


Figure 77 : Classement des moyennes pour le facteur stade

## 1.2 - Distribution saisonnière des larves mobiles en fonction des orientations cardinales

La distribution saisonnière des larves mobiles d'*A. aurantii* en fonction des orientations montrent un comportement identique sur oranger, dans les deux sites d'étude et pour les deux années (Fig. 78).

En automne, le centre de l'arbre représente l'endroit le plus recherché par les larves mobiles pour la fixation avec des pourcentages supérieurs à 54,93% à Rouïba et supérieurs à 34,51% à Oued Alleug pour les deux années. En hiver, la population continue sa migration vers le centre de l'arbre pour marquer des pourcentages supérieurs à 54% à Rouïba et supérieurs à 43,51 à Oued Alleug et des pourcentages faibles sur les autres orientations. Au printemps, lorsque les conditions climatiques redeviennent plus favorables, les larves mobiles migrent du centre de l'arbre vers l'est de l'arbre pour marquer des pourcentages supérieurs à 64,22% à Rouïba et supérieurs à 28,16 à d'Oued Alleug suivi par le centre. En été, la population estivale continue sa migration vers l'est de l'arbre pour marquer un pourcentage qui dépasse les 28,80%.

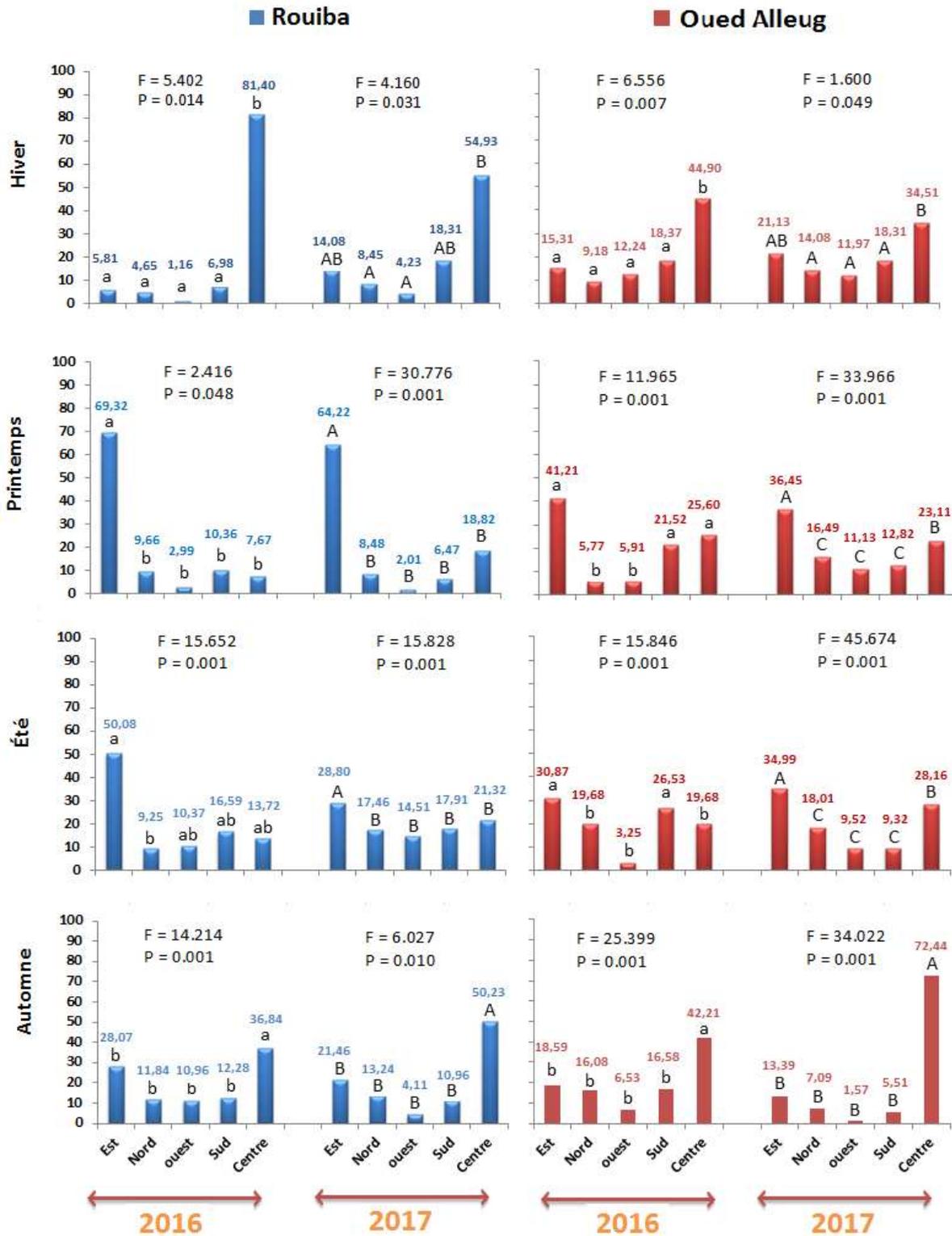


Figure 78 : Distribution saisonnière des larves mobiles d’*A. aurantii* sur oranger, à Rouïba et Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

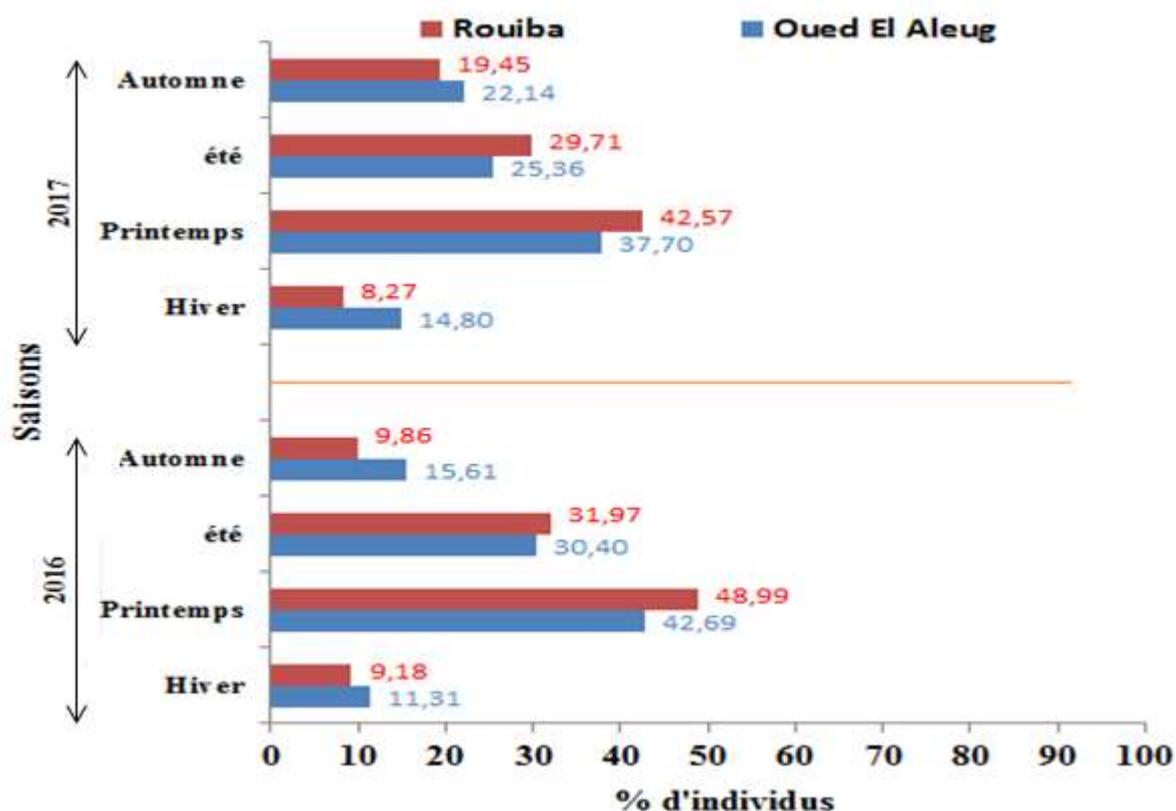
En outre, les analyses par l’ANOVA ont révélé que les directions cardinales de l’arbre, sont statistiquement significatives, influencé la distribution des larves mobiles d’*A. aurantii* sur oranger, dans les deux régions et les deux années d’étude. En hiver, les insectes préféraient

d'une manière significative le centre, suivi par les directions sud des arbres. La saison de printemps a montré une migration d'*A. aurantii* du centre vers l'est. Une tendance similaire à celle du printemps a été observée en été. En automne, les insectes ont migré aussi vers le centre des plantes.

Pour toutes les saisons, les orientations ouest sont restées les moins recherchées. Le centre des arbres a donné à l'insecte les meilleures conditions microclimatiques pour son développement. Cela n'implique qu'un contrôle efficace et efficient d'*A. aurantii* en hiver et en été nécessite une application soigneuse d'insecticides dans le centre des arbres

### 1.3 - Distribution saisonnière des populations

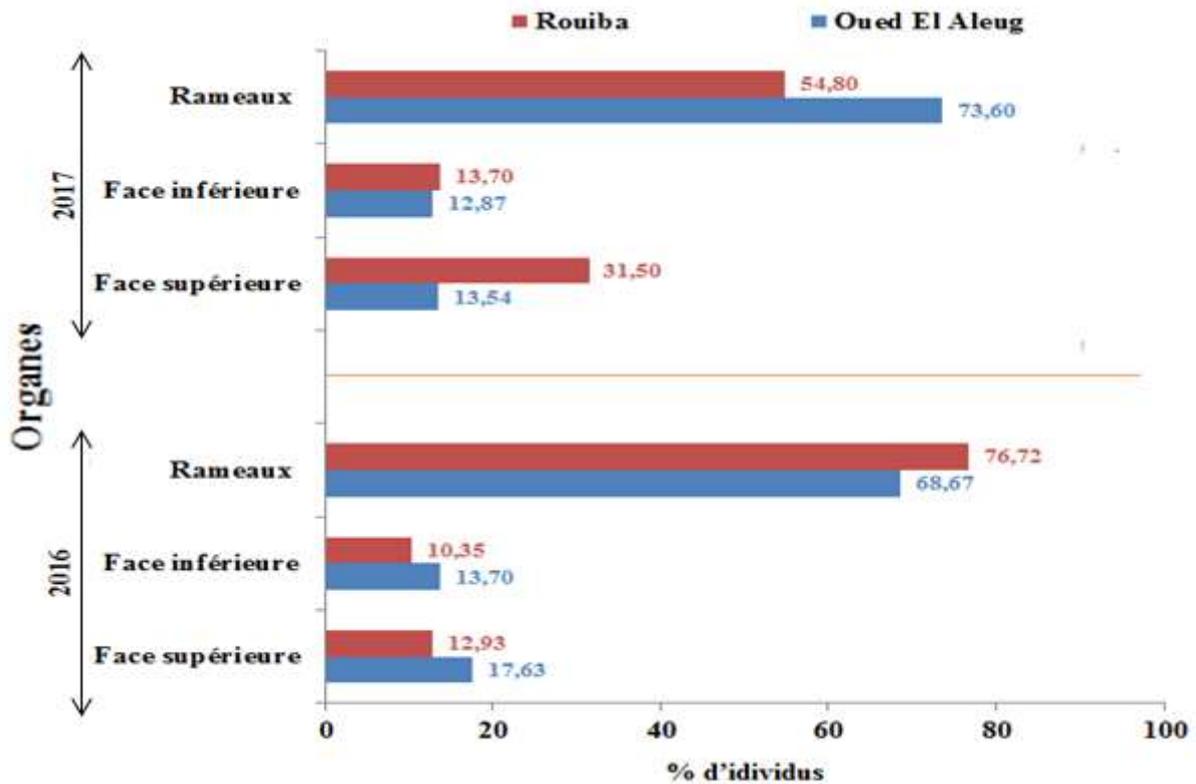
Les résultats reportés dans la figure ci-dessous, montrent que *A. aurantii* semble être sous la dépendance des conditions climatiques qu'offrent les saisons. Le plus fort taux de population est enregistré au printemps où l'on note 48,99% à Rouiba en 2016 et 42,57% en 2017. A Oued Alleug, on enregistre un taux de 42,69 % en 2016 et 37,70% en 2017. En été, on note à Rouiba un taux de 31,97% en 2016 et 29,71% en 2017 mais à Oued Alleug un taux de 30,40 % en 2016 et 25,36% en 2017. En automne, les populations de la cochenille sont plus abondantes en 2017 qu'en 2016. Enfin, on constate aussi que les populations de cette cochenille sont très faibles en hiver avec des pourcentages inférieurs à 11,31% dans la région de Rouiba et inférieurs à 14,80% Oued Alleug.



**Figure 79** : Fécondité moyenne saisonnière chez *A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017

#### 1.4 - Distribution selon l'organe végétal des populations:

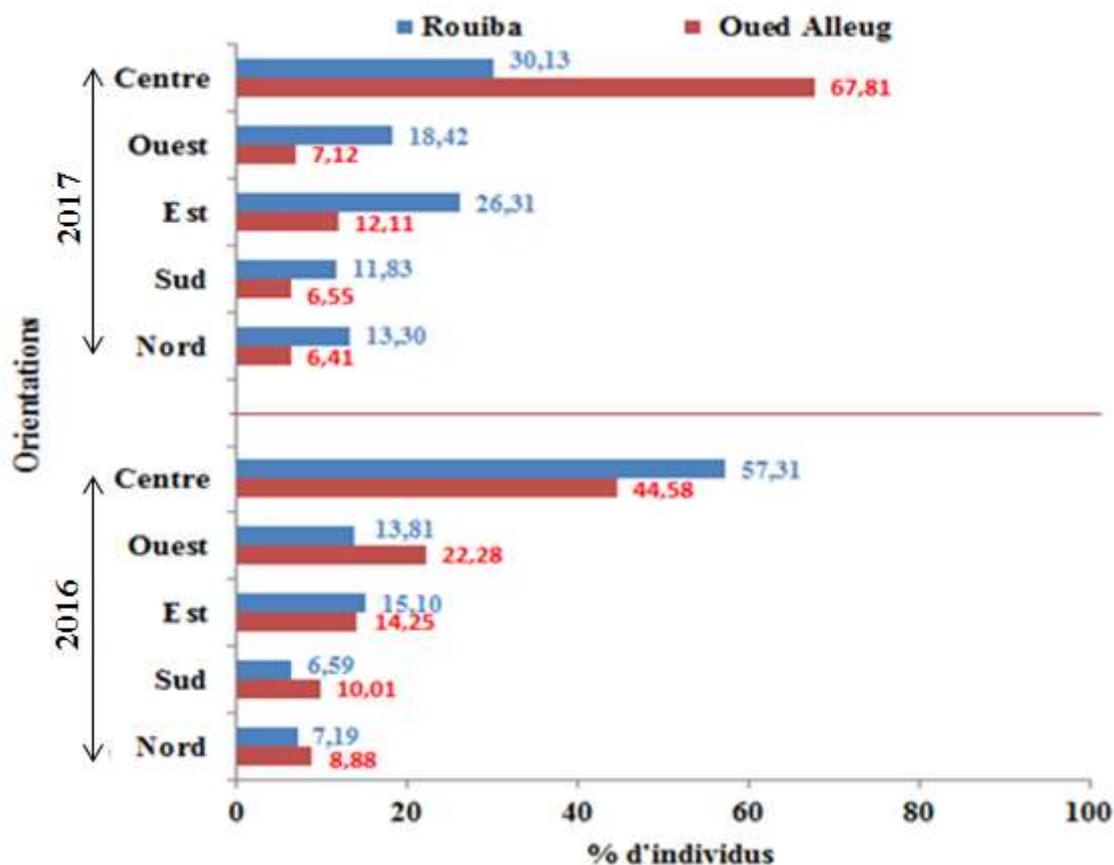
Les résultats reportés dans la figure 80 montrent que le Pou rouge de Californie sur l'oranger préfère se fixer sur les rameaux que sur les feuilles. En effet, on note à Rouïba un taux de 76,72% en 2016 et 54,80% en 2017 mais à Oued Alleug on enregistre un taux de 68,67% en 2016 contre 73,60% en 2017. Bien que la cochenille soit beaucoup moins présente sur les feuilles, on la retrouve à Rouïba sur la face supérieure avec un taux égale à 12,93% en 2016 contre 31,50% en 2017. A Oued Alleug un enregistre un taux de 17,63% en 2016 contre 13,54% en 2017. Sur la face inférieure des feuilles, on note un faible taux qui ne dépasse pas les 13,70 dans les deux sites d'étude et aussi pour les deux années d'étude.



**Figure 80 :** Distribution selon l'organe végétal des populations d'*A. aurantii* sur oranger à Rouiba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

### 1.5 - Distribution cardinale

Les résultats reportés dans la figure ci-dessous, montrent que le centre de l'arbre est la plus affectée par cette cochenille. En effet, on note à Rouiba un taux de 57,31 % en 2016 et 30,13% en 2017 alors qu'à Oued Alleug on enregistre un taux de 44,58 % en 2016 et 67,81% en 2017. Cet endroit semble être un endroit préférentiel pour cette cochenille dans les deux sites et aussi pour les deux années d'étude.



**Figure 81** : Distribution cardinale des populations d'*A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

## 1.6 - Etude de la fécondité

### ➤ Fécondité globale

La lecture des résultats de la fécondité moyenne montre qu'il existe trois périodes de ponte qui coïncident principalement avec les trois poussées de sève de la plante dans les deux sites et pour les deux années d'étude : une ponte printanière, une estivale et une automnale. La première présente des moyennes plus importantes et dure de quatre à cinq mois environ. La deuxième avec des moyennes moins importantes et dure environ trois mois. La troisième par contre ne dure que deux mois avec des moyennes plus réduites (figure 82).

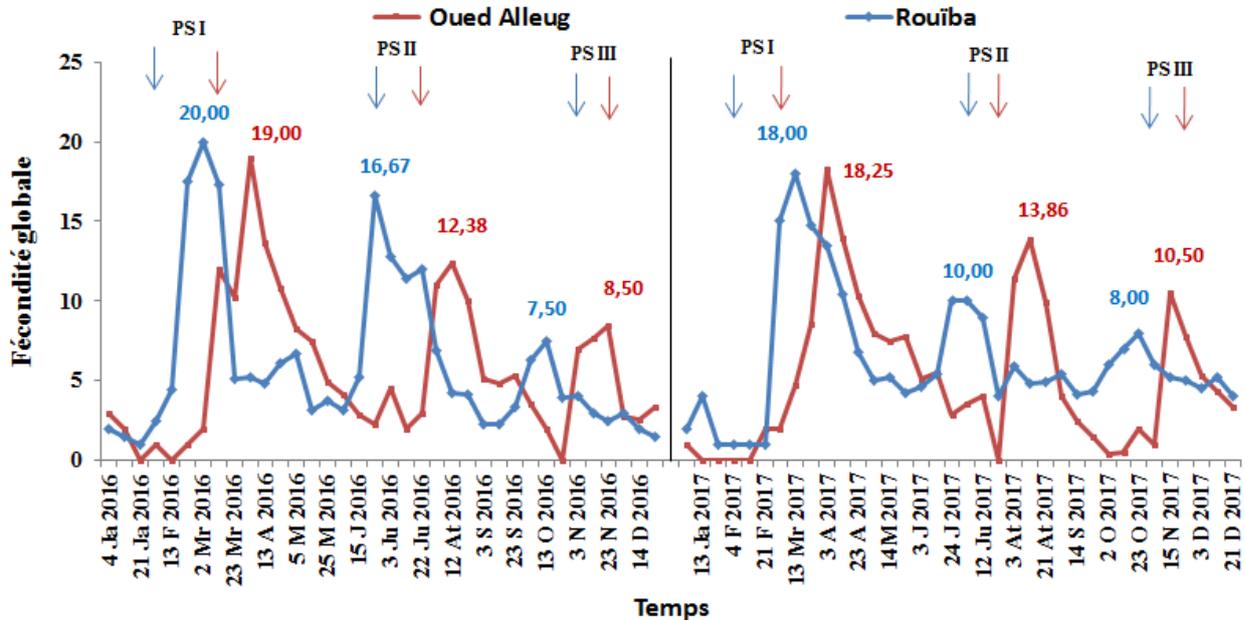
Par ailleurs, nous remarquons un décalage dans la fécondité moyenne d'*A. aurantii*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. On note un décalage de 33 jours (en 2016), 21 jours (en 2017) pour la première génération, 18

jours (en 2016), 17 jours (en 2017) pour la deuxième et 41 jours (en 2016), 23 jours (en 2017) pour la troisième.

En 2016, la première période de ponte à Rouïba débute vers la première décade du mois de février coïncidant avec la première poussée de sève et s'achève vers la fin de mois de mars où le premier pic de la fécondité est noté le 2 mars avec une moyenne égale à 20 larves/femelle. La deuxième ponte débute au cours de la première décade du mois de juin et se termine vers le début du mois septembre où le sommet est noté le 24 juin avec une moyenne égale à 16,67 larves/femelle. La troisième ponte débute au cours de la deuxième décade du mois de septembre et se termine vers la fin du mois de décembre. Le dernier pic de la ponte est enregistré le 13 octobre avec un taux de 7,50 larves/femelle. En revanche, à Oued Alleug la première période de ponte, commence au cours de la deuxième décade du mois de février et se termine vers la fin de mois juin avec un pic noté le 4 avril avec une moyenne maximale égale à 19 larves/femelle. Alors que la deuxième ponte, elle débute au cours de la deuxième décade du mois de juin et se termine le 21 octobre. Le deuxième pic est noté le 12 août avec une moyenne égale à 12,38 larves/femelle. Enfin, la troisième débute vers la fin du mois d'octobre et se termine vers la fin du mois de décembre. Alors que le dernier pic le 23 novembre avec une moyenne égale à 8,50 larves/femelle.

En 2017, la première période de ponte de la cochenille à Rouïba débute vers la troisième décade du mois de février et s'achève vers la fin de mois de mars en passant par le premier pic le 13 mars avec une moyenne égale à 18 larves/femelle. La deuxième ponte débute au cours de la première décade du mois de juin et se termine vers la fin du mois de septembre. Le deuxième pic est enregistré le 24 juin avec une moyenne égale à 10 larves/femelle. Enfin, la troisième période de ponte, elle débute au cours de la deuxième décade du mois de septembre et se termine vers la fin du mois de décembre en passant par un pic le 23 octobre avec une moyenne égale à 8 larves/femelle. Mais à Oued Alleug la première période de ponte, commence vers la fin de la troisième décade du mois de février et se termine vers la fin de mois juillet et le pic de la fécondité noté le 3 avril avec une moyenne égale à 18,25 larves/femelle. Alors que la deuxième ponte, elle débute au cours de la première décade du mois d'aout et se termine le 15 octobre. Le deuxième pic est à cette période le 11 aout avec une moyenne égale à 13,86 larves/femelle. La troisième ponte, elle débute vers la fin du mois d'octobre et se termine vers la fin du mois de décembre et le dernier pic est atteint le 15 novembre avec une moyenne égale à 10,50 larves/femelle.

Les valeurs moyennes de la fécondité variant de 1 à 20 larves/femelle à Rouïba. Alors qu'à Oued Alleug elle varie de 0 à 19 larves/femelle.



**Figure 82 :** Fécondité moyenne chez *A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017.

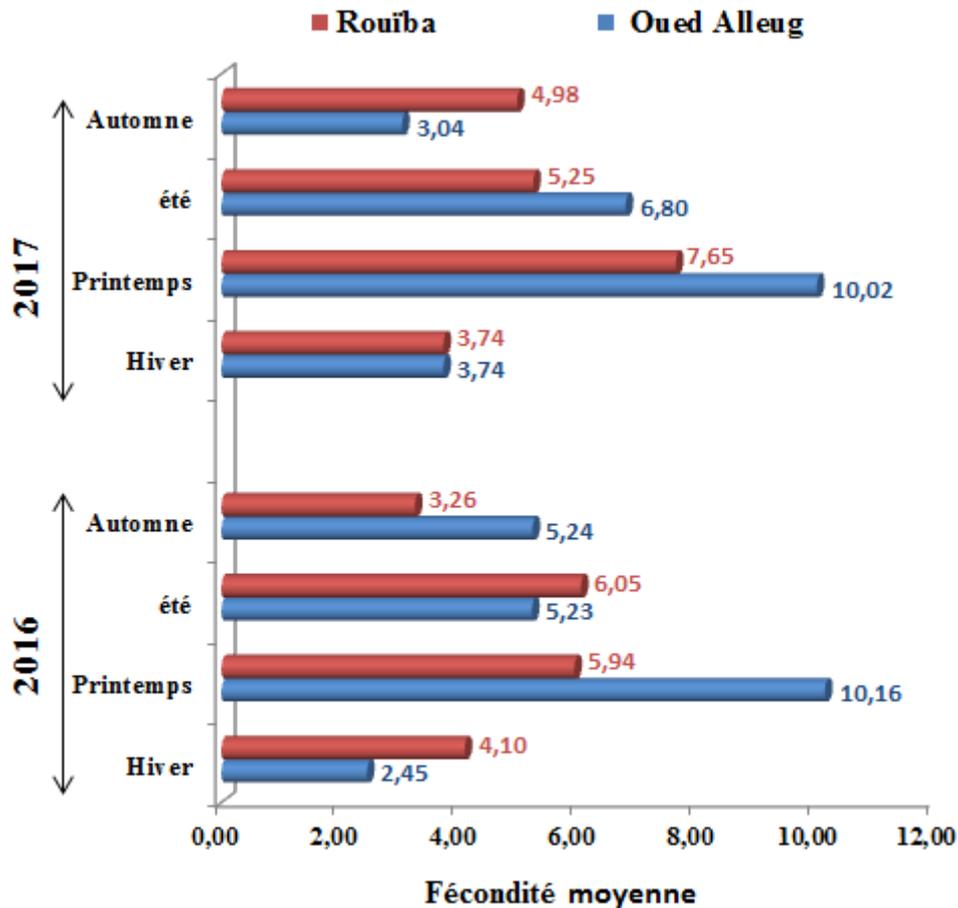
Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) montrent que l'effet du facteur "Date" sur la fécondité d'*A. aurantii* a un effet très hautement significatif pour ( $p < 0,0001$ ) et un effet significatif pour le facteur région ( $p = 0,0269$ ).

**Tableau 20 :** Variation de la fécondité en fonction de la date et la région.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Dates	23	2179,9362	94,7798	10,1969	< 0,0001
Régions	1	46,6600	46,6600	5,0199	0,0269
Erreur	119	1106,1039	9,2950		
Total corrigé	143	3332,7001			

### ➤ Fécondité saisonnière

Les résultats repris dans la figure ci-dessous, montrent que, quelque soit l'année ou la région, la fécondité moyenne reste élevée en printemps et en été par rapport aux deux autres saisons où la saison hivernale demeure la moins favorable à l'émission des larves (figure 83).



**Figure 83 :** Fécondité moyenne saisonnière chez *A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug en 2016 et 2017

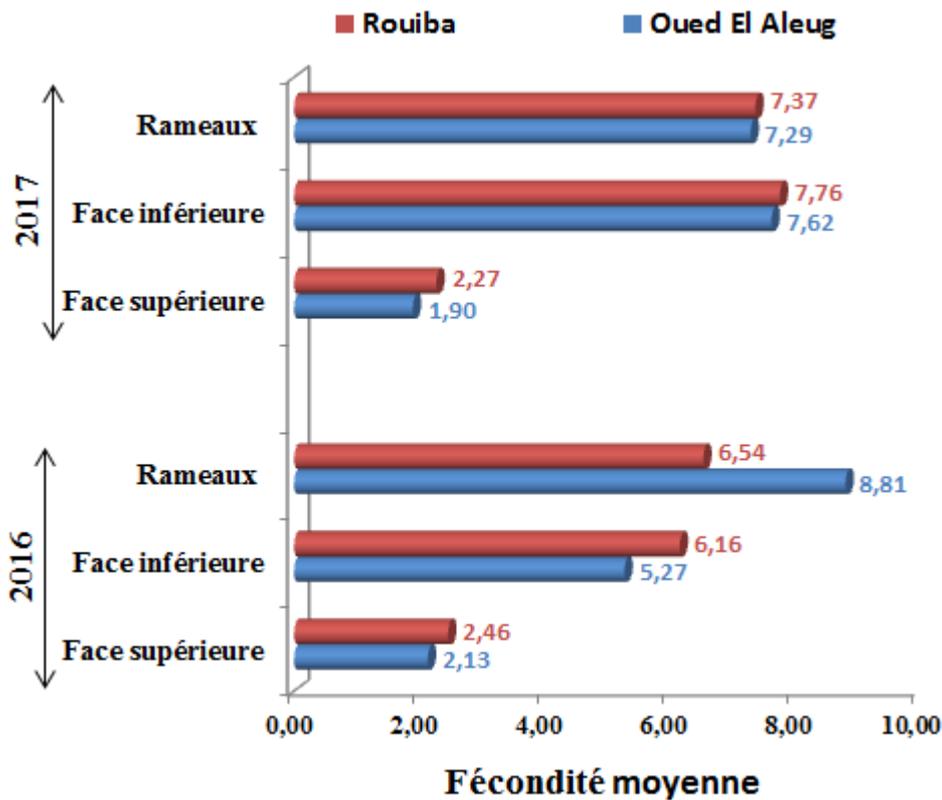
#### ➤ Fécondité selon l'organe végétal

Les résultats reportés dans la figure 84 illustrent la fécondité moyenne selon l'organe végétal chez *A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug.

En 2016, la distribution de la fécondité moyenne par rapport aux organes de l'arbre, montre clairement que celle-ci est assez élevée sur les rameaux que sur les deux faces des feuilles avec une moyenne égale à 6,54 larves/femelle à Rouïba et avec une moyenne égale à 8,81 larves/femelle à Oued Alleug. Par contre, on constate nettement, que les femelles fixées sur la face supérieure des feuilles ont une fécondité très faible.

En 2017, la fécondité moyenne selon l'organe végétal, montrent un comportement identique sur l'oranger et ce dans les deux sites. Cette moyenne reste élevée sur la face inférieure des feuilles et les rameaux avec une moyenne supérieure à 7,29 larves/femelle à

Rouïba et à Oued Alleug par contre sur la face inférieure une faible moyenne qui ne dépasse pas les 2,46 larves/femelle dans les deux sites d'étude et aussi pour les deux années d'étude.



**Figure 84 :** Fécondité moyenne selon l'organe végétal chez *A. aurantii* sur oranger à Rouïba et à Oued Alleug en 2016 et 2017

### Discussion :

Dans le cadre du présent travail, il est mentionné que le suivi des fluctuations des populations du Pou rouge de Californie *A. aurantii* a mis en évidence la présence de trois périodes d'activité intense sur l'oranger à Rouïba et à Oued Alleug durant les deux années d'étude (2016 et 2017) : une printanière, une estivale et une troisième automnale. Ceci est en étroite corrélation avec la plante hôte et peut être expliqué par l'abondance des éléments nutritifs issus des poussées de sève printanière ( $PS_1$ ), estivale ( $PS_2$ ) et automnale ( $PS_3$ ). Cet aspect biologique chez *A. aurantii* montre le rôle important que joue la plante hôte sur la densité des populations de la cochenille. En effet, **Biche et Sellami (1999)** ont noté que l'influence du facteur hôte sur la cochenille se révèle sur la durée de cycle, sur la taille des femelles, sur la fécondité et même sur le sex-ratio. De même, **Begon et al. (1996)** mentionnent aussi que l'évolution des cochenilles est intimement liée à celle de la plante qui

l'héberge et que l'évolution de ce végétal-hôte se traduit par l'apparition de nouvelles poussées de sève. Dans le sens, **Belguendouz (2014)** souligne également que la poussée de sève printanière permet aux populations du Pou de Californie d'atteindre un pic très élevé au printemps sur le citronnier.

Le nombre de générations chez *A. aurantii* sur l'oranger durant la première et la deuxième année d'étude dans la région de Rouïba et à Oued Alleug est de trois générations : une printanière, une estivale et une automnale. Nos résultats viennent confirmer ceux rapportés par **Biche et al., (2012)** et **Belguendouz (2014)**. **El Kaoutari et al., (2004)** et **Belguendouz et al.,(2013)**, affirment que le nombre de générations du Pou de Californie est très variable et dépend essentiellement des conditions climatiques des régions, principalement les températures et les précipitations.

*A. aurantii* a une grande capacité d'adaptation aux variations climatiques (**Belguendouz et al., 2013**). Dans certaines régions du monde, le nombre de générations peut atteindre jusqu'à sept générations par an. Au Maroc, **El Kaoutari et al. (2004)** notent que dans la région de Tadla, le Pou de Californie développe quatre générations au cours des deux années 2000 et 2001. De même qu'en Afrique du Sud, la cochenille est présente tout au long de l'année où elle développe quatre générations annuelles (**Bedford, 1968**) et jusqu'à sept dans les milieux ensoleillés (**Bedford, 1998**). De leur côté, **Grout et Richards (1989)**, en utilisant les pièges à phéromone sexuelle ont enregistré 4 à 6 générations par an sur l'oranger et 5 à 7 générations par an sur le citronnier. Selon **Davidson et Miller (1990)**, le Pou de Californie développe deux à trois générations par an en Californie, six en Argentine et quatre à Chypre. **Asplanto (2002)**, note 3 générations *A. aurantii* en Uruguay. En Italie **Tumminelli et al., (1996)** notent entre 3 et 5 générations de même qu'en Espagne (**Pekas, 2010**).

Lors de nos observations nous avons pu constater qu'il y avait une présence continue des différents stades de la cochenille tout au long de la période de l'année, et cela est dû au chevauchement des générations qui résultent de l'émission continue des larves par les femelles (ponte échelonnée). Effectivement, **El Kaoutari et al. (2004)** et **Biche (2012)** affirment que les générations de *A. aurantii* sont toutes chevauchantes. Comme **Boutaleb et al., (2011)**, nous avons trouvé que les stades larvaires et les femelles adultes sont les stades les plus prédominants dans les populations de la cochenille.

Le stade femelle adulte est le stade le plus résistant surtout aux basses températures et les fortes précipitations du fait de leur bouclier épais et de l'enkystement de leur corps. Nos résultats rejoignent partiellement ceux de **Benassy et Bianchi (1974)**, qui ont trouvé que les stades hivernants de *A. aurantii* regroupent: les 2<sup>èmes</sup> stades et les femelles adultes. **Rivela et al., (2011)** ont trouvé, eux aussi que la cochenille hiverne sous forme de larves de deuxième stade et de femelles adultes. Avec la hausse des températures printanières, la cochenille sort de son hibernation. On assiste alors au début de la génération printanière. En effet selon **El Kaoutari et al., (2004)**, cette hausse de température stimule la reprise d'activité des stades hivernants. Ce n'est qu'en été que l'activité biologique était optimale et ces résultats rejoignent ceux trouver par **Belguendouz et al., (2013)**.

Les cochenilles recherchent toujours les endroits qui leur procurent les meilleures conditions à leur développement (**Biche et al., 2012**). Leurs distributions selon l'organe végétal et l'orientation cardinale ainsi que leur distribution saisonnière sont influencées essentiellement par les facteurs climatiques plus précisément par les températures et les précipitations. Les résultats obtenus montrent que le Pou rouge de Californie présente une préférence marquée pour l'orientation centre de l'arbre. Effectivement, **Biche et al., (2012)** et **Belguendouz (2014)** affirment que la cochenille préfère se concentrer beaucoup plus dans cette partie de l'arbre parce qu'elle recherche les endroits les moins ensoleillés qui lui procurent les meilleurs conditions d'humidité nécessaires à son développement. Ces mêmes auteurs ainsi que **Caroll (1984)** notent que le Pou de Californie se localise majoritairement sur les parties de l'arbre qui contiennent le plus d'éléments nutritifs. De plus, **Smirnoff (1950)** note que l'ombre crée des conditions microclimatique favorables avec une évaporation très faible et une humidité plus intense influençant la population des cochenilles. Donc la forte abondance des populations d'*A. aurantii* sur l'orientation Centre peut être liée éventuellement par l'influence de l'ombre.

Nos résultats, montrent que la cochenille est beaucoup plus abondante sur les rameaux que sur les feuilles. Ceci concorde parfaitement avec ceux trouvé par **El Kaoutari et al., (2004)**, qui rapportent que les rameaux constituent l'endroit le plus occupé par la cochenille parce qu'ils maintiennent mieux les populations de cochenilles.

De même, à travers les résultats obtenus, nous avons remarqués que le printemps et la saison la plus favorable à la pullulation d'*A. aurantii*. **Belguendouz (2014)** note que l'automne est la saison la plus favorable au développement de cette cochenille, par contre les résultats obtenus par **Biche et al., (2012)** dans la région de Rouïba sur le citronnier sont semblables à nos résultats.

Compte tenu des résultats obtenus durant la période d'étude, on peut constater aussi que l'émission des larves chez *A. aurantii* est échelonnée avec le temps, ce qui explique le chevauchement des populations de cette espèce.

En même temps que la température et l'humidité dont les effets ont été largement discutées précédemment, **Abbassi, (1980)** note que l'éclairement constitue un troisième facteur qui oriente l'activité des larves néonates et détermine le niveau de fixation sur les arbres.

**Benassy et Bianchi (1974)**, notent qu'un adoucissement des conditions extérieures pourrait stimuler l'émission de larves mobile en hiver ce qui explique la présence des quelques larves en cette saison que nous avons pu remarquer.

Il semblerait que les endroits ombragés offrent à la cochenille un microclimat qui favorise la fécondité, ceci explique sa forte présence au centre de l'arbre ainsi que sur la face inférieure des feuilles qui leur procurent les éléments nutritifs nécessaires à leur développement.

Concernant les saisons, notre étude montre que la fécondité est beaucoup plus élevée en saison printanière et estivale. En **1937, Stofberg** note que la fécondité chez le Pou de Californie est plus élevée en saison estivale sur la même plante hôte dans une région du Sud d'Afrique. Contrairement à nos résultats, **Bliss et al., (1931)** est noté que la fécondité de *A.aurantii* est plus élevée au printemps sur le citronnier.

L'analyse statistique démontre que l'orientation, le stade, la saison, l'organe végétal et influence d'une manière significative sur le développement de population globale d'*A.aurantii*. De cela, nous pouvons conclure que la lumière les conditions climatiques saisonnières et la source alimentaire semble être des facteurs limitant pour le développement

et la pullulation de la cochenille, come souligne plusieurs auteurs (**Abbassi, 1980 ; Biche et Sellami, 1999 et Maher, 2002**) qui ont signalé aussi que la plante hôte est à l'origine de différentes variations bioécologiques de l'insecte, telle que la différence trouvée dans la répartition spatio-temporelle d'*A.aurantii* de l'organe de la source de nourriture sur lequel l'insecte se nourris, de la région géographique, de la période de l'année et principalement de la plante hôte.

## Conclusion

Cette étude menée, durant deux années, dans deux vergers d'oranger, a permis de suivre la bioécologie de *A. aurantii* et l'impact de quelques facteurs spatio-temporels sur sa dynamique. Durant cette période, le Pou de Californie a développé 3 générations par année, une printanière, une estivale et une automnale. Le stade femelle adulte est le plus dominant avec une rareté des mâles adultes

La distribution des larves néonates est un bon indicateur pour comprendre le comportement de la cochenille puisque c'est le seul stade mobile. Comme on l'a précisé plus haut, la cochenille recherche toujours les endroits qui lui assurent un bon développement. Ceci explique les résultats que nous avons trouvés. En automne et en hiver les larves sont étaient plus abondantes dans le centre tandis qu'au printemps et en été, elles se sont réfugiées vers l'est de l'arbre où les conditions climatiques redeviennent plus favorables. La cochenille recherche toujours les endroits qui lui permettent un meilleur développement. Sa distribution spatio-temporelle montre qu'elle est plus abondante au centre de l'arbre et qu'elle présente une fine préférence au rameaux qu'aux feuilles.

Le printemps semble être la saison la plus préférée par les populations de la cochenille le taux de développement durant cette saison est le plus élevé par rapport aux autres saisons. Cette espèce manifeste une préférence très distinguée pour les rameaux alors qu'elle ne se localise pas beaucoup sur les deux faces foliaires et elle présente une affinité remarquable pour l'orientation centre qui est moins ensoleillée par rapport aux autre directions cardinales.

La fécondité de la cochenille est sous l'influence des facteurs écologique. L'émission des larves se fait tout au long de l'année provoquant ainsi le chevauchement des générations. D'après nos résultats, les endroits ombragés favorisent sa fécondité. La fécondité est plus

élevée au centre de l'arbre et sur la face inférieure des feuilles et les rameaux. Aussi on a noté qu'elle est plus élevée au printemps et en été et par rapport aux autres saisons.

## *Partie 4*

**Effet de la nutrition minérale des agrumes sur le  
développement de *P.ziziphi***

## 1 - Propriétés du sol

Les propriétés du sols sont décrites ici a travers leur texture, leur teneur en matière organique et leur teneur en éléments minéraux.

### 1.1 - Analyses physiques

#### 1.1.1 - La texture

La texture c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (Gobat *et al.*, 2010). Elle reflète la part respective des constituants triés selon leur taille.

Le tableau suivant indique les résultats d'essais physiques de chaque sol du verger (clémentinier, Oranger).

**Tableau 21** : Résultats physiques de deux sols

	Verger de clémentinier	Verger d'oranger
Sable %	44	52
Limon %	32	20
Argile %	24	28
Texture	<b>Argilo-limoneuse</b>	<b>Argilo sableuse</b>

Le sol de clémentinier est de texture **Argilo-limoneuses**; le sol d'oranger est de texture **Argilo sableuses**.

### 1.2 - Analyses biologiques

#### 4.2.1 – La matière organique et l'azote total

Le taux de la matière organique (MO) dans les deux vergers agrumicoles sont très faibles ne dépassant pas 3,7%, durant les différents prélèvements qui ont été effectués.

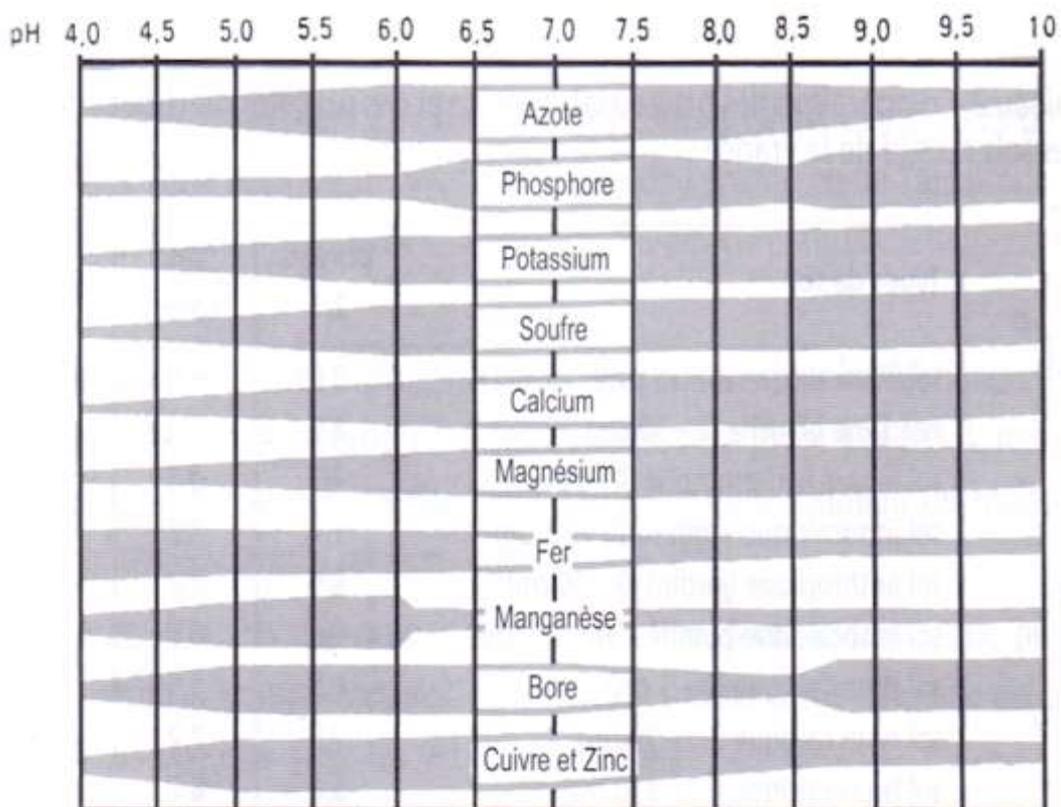
En comparant les résultats obtenus dans la composition en **azote** dans les deux vergers, qui sont de 0,12% à 0,19% aux normes (Tab. 6 en annexe 8), nous déduisons que les teneurs en azote sont juste moyennes.

Le rapport **C/N**, fournit d'utiles indications sur l'évolution de la matière organique du sol c'est-à-dire de son aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol. En comparant les résultats obtenus qui varient de 9 à 13 aux classes de valeur de rapport **C/N** (Tab. 6 en annexe 8) nous déduisons que le degré de la minéralisation ou de la décomposition de **MO** est bonne.

### **1.3 - Analyses chimique**

#### **1.3.1 - Le pH**

Selon l'échelle d'interprétation du **pH** signalé par Mathieu et Pieltain (2003), les sols des deux vergers sont alcalin qui varie entre 7,50 et 7,80 avec une moyenne de 7,64 dans le verger de clémentinier et 7,66 dans le verger de clémentinier (Tab. 22). La tendance générale de l'influence du **pH** sur la disponibilité des éléments nutritifs des plantes est montré dans la figure 85. La largeur des bandes n'indique pas les quantités de chaque élément susceptible d'être assimilées par la plantes, mais l'influence favorable ou défavorable de chaque valeur du pH pour la disponibilité maximale de l'élément nutritif.



**Figure 85 :** Influence de la réaction du sol sur l'assimilabilité des éléments nutritifs (Mathieux et Pieltain, 2003)

Il apparaît donc que c'est entre 6,50 et 7,80 que la majorité des éléments se trouvent dans des conditions acceptables d'assimilabilité.

**Tableau 22** : Echelle d'interprétation du pH eau et les résultats d'analyse du sol.

Normes				
PH		Appréciation		
< 5,5		Fortement acide		
5,5-6,5		Acide		
6,5-6,8		Très légèrement acide		
6,8-7,2		Voisin de la neutralité		
7,2-7,5		Légèrement alcalin		
7,5-8,5		Alcalin		
> 8,5		Fortement alcalin		
Nos résultats				
Date	Clémentinier		Oranger	
	pH d'eau	Appréciation	pH d'eau	Appréciation
Janvier	7,60	Alcalin	7,55	Alcalin
Février	7,65		7,64	
Mars	7,50		7,52	
Avril	7,80		7,60	
Mai	7,75		7,75	
Juin	7,50		7,76	
Juillet	7,80		7,77	
Aout	7,75		7,80	
Septembre	7,52		7,80	
Octobre	7,64		7,65	
Novembre	7,58		7,52	
Décembre	7,61		7,60	

### 1.3.2 - Conductivité électrique (CE)

Les valeurs obtenues pour le paramètre de la **conductivité électrique** sont de l'ordre 1,37 à 1,69 mmhos/cm dans le verger de clémentinier et de 1,25 à 1,80 mmhos/cm dans le verger d'oranger et en se référant à l'échelle internationale de mesure de la salinité pédologique (Tab. 23), on peut dire que le sol de la zone d'étude est non salé.

**Tableau 23** : Echelle internationale de mesure de la salinité pédologique et les résultats des analyses effectués de la conductivité électrique du sol des deux vergers.

Normes				
CE mmhos/cm		Qualification		
0 -2		Non salin		
2-4		Très faiblement salin		
4-8		Salinité modérée		
8-16		Fortement salin		
> 16		Très Fortement salin		
Nos résultats				
Date	Clémentinier		Oranger	
	CE mmhos/cm	Qualification	CE mmhos/cm	Qualification
Janvier	1,25	Non salin	1,22	Non salin
Fevrier	1,45		1,37	
Mars	1,48		1,64	
Avril	1,66		1,64	
Mai	1,56		1,35	
Juin	1,57		1,58	
Juillet	1,39		1,37	
Aout	1,69		1,39	
Septembre	1,48		1,80	
Octobre	1,44		1,25	
Novembre	1,60		1,45	
Décembre	1,48		1,48	

### 1.3.3 - Teneur en calcaire

Les résultats obtenus et les normes d'interprétation du taux du calcaire du sol, proposé par **Baize, 1988** et reportés dans le tableau ci-dessous, montrent que la teneur en calcaire total avec une moyenne de 1,003% dans le verger de clémentinier et 0,64% dans le verger d'oranger. Nous constatons que le sol des deux vergers n'est pas du tout calcaire.

**Tableau 24** : Normes d'interprétation du taux du calcaire du sol (proposé par **Baize, 1988**) et les résultats d'analyse chimique de calcaire total

Normes				
Taux du calcaire		Appréciation		
< 1 %		Non calcaire		
1 à 5 %		Peu calcaire		
5 à 25 %		Modérément calcaire		
25 à 50 %		Fortement calcaire		
50 à 80 %		Très fortement calcaire		
> 80 %		Excessivement calcaire		
Nos résultats				
Date	Clémentinier		Oranger	
	Ca CO3 Total %	Appréciation	Ca CO3 Total %	Appréciation
Janvier	0,71	Non calcaire	0,20	Non calcaire
Fevrier	0,82		0,81	
Mars	1,84	Peu calcaire	0,84	
Avril	1,21		0,63	
Mai	0,61	Non calcaire	0,61	
Juin	0,71		0,43	
Juillet	1,47	Peu calcaire	0,91	
Aout	1,23		0,71	
Septembre	0,77	Non calcaire	0,46	
Octobre	0,83		0,71	
Novembre	1,43	Peu calcaire	0,82	
Décembre	0,41	Non calcaire	0,50	
<b>Moy.</b>	<b>1,003</b>	<b>Peu calcaire</b>	<b>0,64</b>	<b>Non calcaire</b>

#### 1.4 – Teneur en nutriments

Les résultats reportés dans le tableau ci-dessous puis comparées aux normes standards (Tab. 6 en annexe 8), montrent que les teneurs en azote assimilable et en phosphore assimilable sont très faibles alors que celles du potassium assimilable sont moyennes ; dans les deux parcelles étudiées. En ce qui concerne la teneur en phosphore assimilable et du potassium assimilable, elles nous permettent de dire que les sols sont plus riches dans le verger de clémentinier.

**Tableau 25** : Résultats d'analyses chimiques du sol des deux vergers.

Date	Azote assimilable %		Phosphore assimilable %		Potassium assimilable %	
	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger
<b>Janvier</b>	0,00112	0,00064	0,009919	0,000614	0,05486	0,04273
<b>Février</b>	0,00115	0,00174	0,019347	0,019989	0,02413	0,01210
<b>Mars</b>	0,00188	0,00165	0,039782	0,029751	0,01051	0,00162
<b>Avril</b>	0,00174	0,00114	0,022554	0,021563	0,02121	0,00908
<b>Mai</b>	0,00126	0,00092	0,011179	0,014177	0,03214	0,02001
<b>Juin</b>	0,00111	0,00142	0,012348	0,015247	0,03214	0,02001
<b>Juillet</b>	0,00148	0,00198	0,029497	0,022487	0,01014	0,00199
<b>Aout</b>	0,00139	0,00137	0,019877	0,018877	0,02031	0,00818
<b>Septembre</b>	0,00072	0,00095	0,009408	0,008422	0,05158	0,05945
<b>Octobre</b>	0,00114	0,00146	0,015137	0,017144	0,02311	0,01098
<b>Novembre</b>	0,00115	0,00126	0,019254	0,013254	0,02001	0,00788
<b>Décembre</b>	0,00098	0,00111	0,006649	0,005711	0,03147	0,01934
<b>Moy.</b>	0,00126	0,00130	0,017913	0,015603	0,027634	0,01778

Les bases échangeables, surtout  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  (tab.n°26), au normes (Tab. 6 en annexe 8) nous déduisons que les deux vergers présentent des teneurs en calcium très élevée (>20). Pour la teneur en magnésium, elle est élevée (3-8) dans le verger du clémentinier et moyen (1,5-3) dans le verger d'oranger.

Pour la teneur des sols en  $\text{K}^+$ , elle est très élevée sur l'oranger et varie de 3,59 à 7,49 méq/100gr que sur le clémentinier, elle varie de 2,37 à 5,94 méq/100gr. D'après les normes (Tab. 6 en annexe 8), nous déduisons que les sols des deux vergers ont une teneur très élevée en  $\text{K}^+$ .

**Tableau 26** : Résultats d'analyses chimiques du sol des deux vergers

	Ca <sup>++</sup> méq/100gr		Mg <sup>++</sup> méq/100gr		k <sup>+</sup> méq/100gr		Na méq/100gr	
	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger
<b>Janvier</b>	34,29	30,54	4,25	2,51	5,94	7,49	0,76	0,54
<b>Février</b>	38,71	35,66	5,94	3,37	5,42	3,97	0,71	0,43
<b>Mars</b>	43,98	36,31	7,15	4,69	2,37	3,97	0,65	0,43
<b>Avril</b>	42,71	32,41	6,22	2,99	3,56	5,2	0,45	0,64
<b>Mai</b>	34,40	30,69	5,81	2,71	4,94	6,49	0,65	0,78
<b>Juin</b>	32,24	30,25	2,62	2,56	5,97	5,26	0,76	0,74
<b>Juillet</b>	43,81	44,62	5,24	3,75	3,57	3,26	0,43	0,42
<b>Aout</b>	33,25	31,02	3,37	2,62	3,22	3,46	0,42	0,54
<b>Septembre</b>	32,41	30,01	1,99	1,89	5,22	5,16	0,62	0,98
<b>Octobre</b>	32,14	39,28	2,71	3,5	5,32	3,59	0,43	0,43
<b>Novembre</b>	34,23	33,10	3,99	2,32	3,27	3,54	0,42	0,43
<b>Décembre</b>	32,11	31,23	1,02	2,14	4,42	5,68	0,89	0,697

### 1.5 – La capacité d'échange cationique

La mesure de capacité d'échange cationique permet de connaître le pouvoir fixateur du sol en éléments nutritifs.

La capacité d'échange cationique varie de 30,89 à 36,23 méq/100gr dans le sol de clémentinier et de 25,28 à 35,68 méq/100gr pour le sol l'oranger. En comparant les résultats obtenus, aux normes (Tab. 27), nous déduisons que la valeur de CEC de nos sols est très élevée.

**Tableau 27** : Résultats d'analyse chimique de capacité d'échange cationique

CEC méq/100g					
Date	Clémentinier	Pouvoir fixateur du sol	Oranger	Pouvoir fixateur du sol	
Janvier	32,67	Très élevé	35,28	Très élevé	
Février	34,15		31,14		
Mars	35,09		30,87		
Avril	33,68		25,28		
Mai	30,89		34,68		
Juin	34,08		30,14		
Juillet	36,23		35,68		
Aout	32,15		25,28		Elevé
Septembre	32,81		32,67		Très élevé
Octobre	33,58		34,15		
Novembre	32,31		35,09		
Décembre	32,08		30,64		

En ce qui concerne le taux de saturation, le rapport somme de bases échangeables sur la capacité d'échange cationique ( $V=S/T*100$ ) présente un taux plus élevé sur le clémentinier. Elle varie de 142,39% à 175,12% dans le verger d'oranger et varie de 110,95% à 168,33% dans le verger du clémentinier. Le taux le plus faible est marqué au mois de novembre.

### Conclusion

L'analyse du **sol de clémentinier** a permis de montrer que celui-ci est un sol de texture argilo-limoneuses avec un drainage interne acceptable, et une capacité de rétention de l'eau et des engrais acceptable. Il s'agit d'un sol adéquat pour la culture. En général le sol est de fertilité moyenne. Le sol ne présente pas de problèmes de salinité. Le **pH** actuel de sol et peut produire des problèmes d'assimilation de microéléments. Pour la culture de clémentine le **pH** du sol le plus adéquat est compris entre 6,5 et 7. Il s'agit d'un sol non calcaire. Les teneurs en azote assimilable et en phosphore assimilable sont très faibles alors que celles du potassium assimilable sont moyennes à élevées. Le rapport **C/N** indique que la matière organique est décomposée. La teneur en matière organique est faible ce qui a un effet sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Il peut y avoir une carence induite de **Mg** par excès de **Ca**. Le rapport **K/Mg** est normal.

L'analyse du **sol d'oranger** a permis de montrer que celui-ci est un sol de texture argilo sableuses. Le sol ne présente pas de problèmes de salinités. Le **pH** du sol est alcalin et peut produire aussi des problèmes d'assimilation de microéléments. Il s'agit d'un sol non calcaire. Les teneurs en azote assimilable et en phosphore assimilable sont faibles. Le **K<sub>2</sub>O** présente un

niveau moyen en surface et des niveaux élevés des bases échangeables dans le sol étudié. C/N indique que la matière organique est décomposée. La teneur en matière organique est faible ce qui a un effet sur les caractéristique physico-chimique du sol.

## 2 – Fluctuation des populations de *P. ziziphi* en fonction des éléments minéraux

Le régime alimentaire des Homoptères est spécifique, ils se nourrissent essentiellement de la sève des végétaux. Ces phytophages n'ont pas le même type de relation avec leurs plantes hôtes, car certains sont polyphages, d'autres oligophages ou monophages. La monophagie, des cochenilles diaspines par exemple, est due au développement graduel de mutations restrictives et d'adaptations étroites avec leurs plantes hôtes (**Jolivet, 1992**). Les Diaspididae sont caractérisées par leur fixation sur un organe de leur plantes hôtes, durant toute leur vie et à partir du premier stade larvaire fixé ; c'est le cas de *P. ziziphi* spécifique aux agrumes.

Pour cela, certaines questions s'imposent, notamment, quelles sont les raisons qui font que cet insecte, de génération en génération, est capable de reconnaître une espèce de plantes en particulier et, en plus, de déterminer avec précision le contenu nutritif de celle-ci pour sa propre survie et celle de sa progéniture ? Pourquoi un insecte est-il spécifique à une espèce de plante ?

### 2.1 - Relation nutritionnelle entre la teneur de sol de clémentinier et d'oranger en éléments chimique et les populations de *P. ziziphi*.

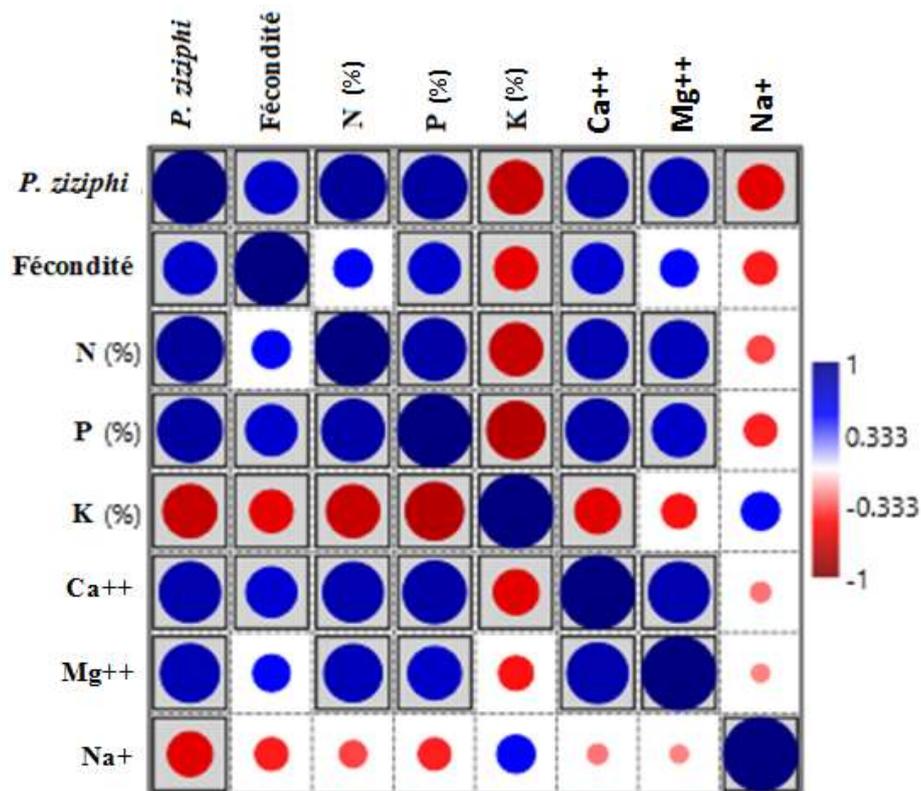
L'analyse mise en évidence par le test de corrélation linéaire à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b), montre l'existence d'une forte relation entre l'évolution de *P. ziziphi* et la variation de la teneur des éléments minéraux dans le sol de clémentinier et de l'oranger.

#### ➤ **Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur de sol de clémentinier en éléments chimique**

D'après le test de corrélation linéaire (figure 86 et le tab. n°7 en annexe), l'abondance de *P. ziziphi* est en corrélation positive et **très hautement significative** avec la variation de la teneur du sol de clémentinier en **azote** ( $p=8,8113E-05$ ,  $r=0,89397$ ) et en **phosphore** dans le sol ( $p=0,00022948$ ,  $r=0,87055$ ). La corrélation est aussi **hautement significative** avec la variation de la teneur du **calcium** ( $p=0,0010255$ ,  $r=0,82235$ ) et en **magnésium** ( $p=0,0020472$ ,  $r=0,79392$ ), et une corrélation **significative négative** avec la teneur en **potassium** ( $p=0,0078601$ ,  $r=-0,72321$ ), et en **Sodium** ( $p=0,038127$ ,  $r=-0,602553$ ).

Les corrélations entre les éléments minéraux : Il existe des corrélations positives **très hautement significatives** entre la teneur du sol de clémentinier en **azote** et la variation de la teneur en **phosphore** ( $p=0,00050971$ ,  $r=0,84687$ ), **significatives** avec la teneur du **calcium** ( $p=0,0012008$ ,  $r=0,81626$ ) et en **magnésium** ( $p=0,0027471$ ,  $r=0,78036$ ), et une corrélation **significative négative** avec la teneur en **potassium** ( $p=1,0091578$ ,  $r=-0,71359$ ), par contre **non significatives** avec la teneur en **Sodium** ( $p=0,24275$ ,  $r=-0,36544$ ).

Une corrélation **significative négative** entre la teneur de **potassium** et des éléments **N**, **P**, **Mg<sup>++</sup>** et **Ca<sup>++</sup>**. On enregistre aussi une corrélation **non significative négative** entre la teneur de **Sodium** et des éléments **N**, **P**, **K**, **Mg<sup>++</sup>** et **Ca<sup>++</sup>**



**Figure 86** : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans le sol de clémentinier à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).

- **Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur de sol d'oranger en éléments chimique**

La figure n°87 et le tab. n°8 en annexe, montre une corrélation **positive** et **très hautement significative** entre l'abondance de *P. ziziphi* avec la variation de la teneur du sol d'oranger en **azote assimilable** ( $p=0,0001167$ ,  $r=0,88759$ ), en **phosphore** dans le sol ( $p=8,8211E-05$ ,  $r=0,89395$ ) et en **magnésium** ( $p=0,00069354$ ,  $r=0,83655$ ), **hautement significative** avec la teneur en **calcium** ( $p=0,0048591$ ,  $r=0,75118$ ), et une corrélation **hautement significative négative** avec la teneur en **potassium** ( $p=0,0040417$ ,  $r=-0,76105$ ), et **significative négative** en **Sodium** ( $p=0,028239$ ,  $r=-0,62962$ ).

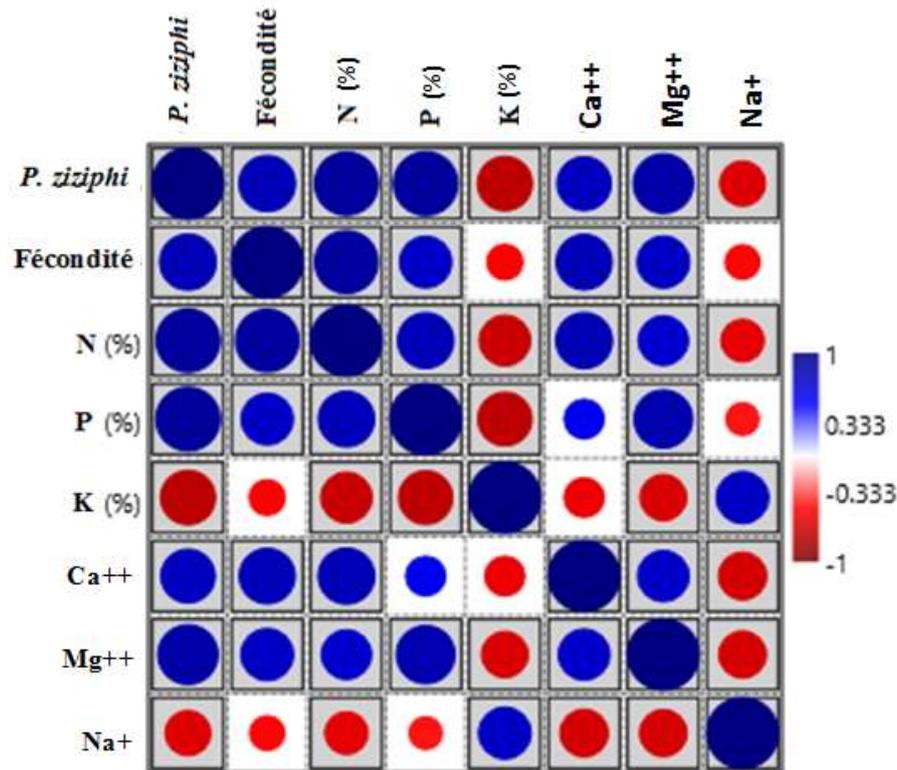
Les corrélations entre les éléments minéraux : Il existe des corrélations positives **hautement significatives** entre la teneur du sol d'oranger en **azote** et la variation de la teneur en **phosphore** ( $p=0,0027647$ ,  $r=0,78005$ ), en **calcium** ( $p=0,0024799$ ,  $r=0,78524$ ), **significatives** avec la teneur en **magnésium** ( $p=0,012475$ ,  $r=0,69296$ ).

Les résultats enregistrés montre aussi une corrélation positive et **très hautement significative** entre la **fécondité** de *P. ziziphi* et la teneur de sol d'oranger en **azote assimilable** ( $p=0,00014608$ ,  $r=0,88221$ ).

Une corrélation **positive** et **hautement significative** entre le **potassium** de sol d'oranger et le **Sodium** ( $p=0,0073246$ ,  $r=0,72752$ ).

Une corrélation **négative** et **hautement significative** entre la teneur de **potassium** de sol d'oranger et des éléments **P** ( $p=0,0049302$ ,  $r=-0,75038$ ), **N** ( $p=0,0097726$ ,  $r=-0,70939$ ) et **significative négative** avec le **Mg<sup>++</sup>** ( $p=0,023694$ ,  $r=-0,64443$ ).

Une corrélation **significative négative** entre la teneur de **Sodium** et des éléments **Ca<sup>++</sup>** ( $p=0,017999$ ,  $r=-0,66624$ ), **Mg<sup>++</sup>** ( $p=0,019967$ ,  $r=-0,59508$ ) et **N** ( $p=0,041232$ ,  $r=0,59508$ ).



**Figure 87 :** Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans le sol d'oranger à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).

## 2.2 - Relation nutritionnelle entre la teneur des éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier et d'oranger en éléments chimique et les populations de *P. ziziphi*.

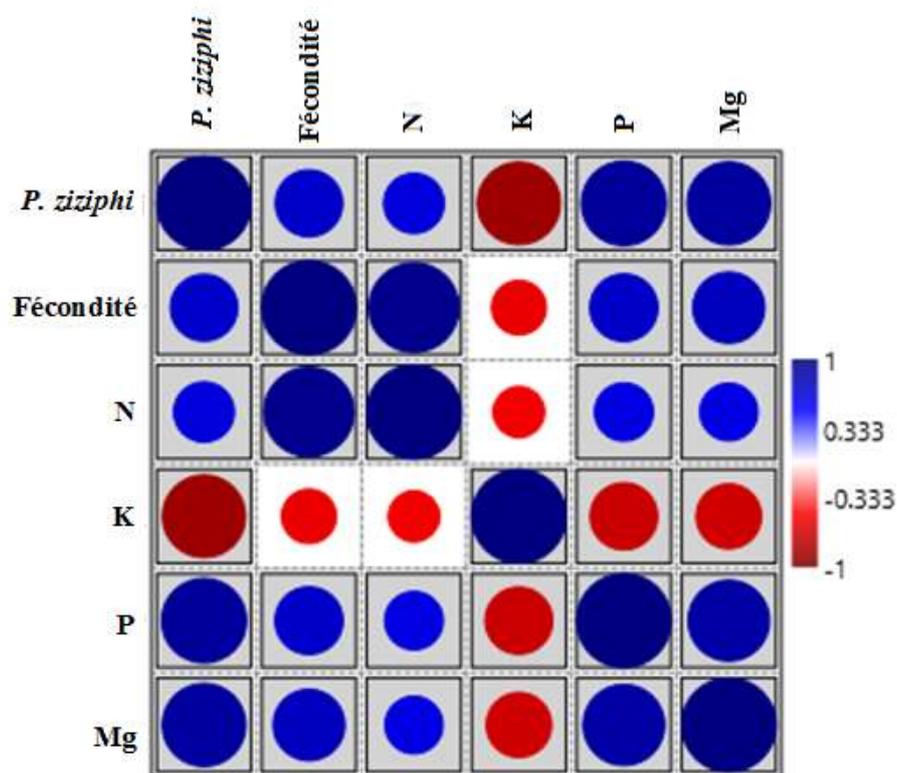
L'analyse mise en évidence par le test de corrélation linéaire à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b), montre l'existence d'une forte relation entre l'évolution de *P. ziziphi* et la variation de la teneur des éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier et de l'oranger.

### ➤ Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur des éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier.

D'après le test de corrélation linéaire (figure 88 et le tab. n°9 en annexe), l'abondance de *P. ziziphi* est en corrélation positive et **très hautement significative** avec la variation de la teneur des feuilles en **phosphore** ( $p=8,154E-05$ ,  $r=0,89566$ ) et en **magnésium** ( $p=0,00016$ ,  $r=0,87965$ ), et **significative** avec la variation du taux d'**azote** ( $p=0,02580$ ,  $r=0,6373$ ), et une corrélation **significative négative** avec la teneur **potassium** ( $p=0,00019$ ,  $r=-0,87537$ ).

Les résultats enregistrés montrent aussi une corrélation positive et très **hautement significative** entre la **fécondité** de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles de clémentinier en **azote** ( $p=1,991E-06$ ,  $r=0,95128$ ).

Les corrélations entre les éléments minéraux : Il existe des corrélations positives **significatives** entre la teneur en **azote** des feuilles et la variation de la teneur en **phosphore** ( $p=0,03275$ ,  $r=0,61653$ ), et **magnésium** ( $p=0,03546$ ,  $r=0,60928$ ), et une corrélation négative avec la variation de **potassium** ( $p=0,06865$ ,  $r=-0,54209$ ). Le tableau montre aussi une corrélation **significatives** entre la teneur de **phosphore** et la variation de la teneur en **potassium** ( $p=0,00955$ ,  $r=0,61653$ ), et en **magnésium** ( $p=0,03546$ ,  $r=0,60928$ ).



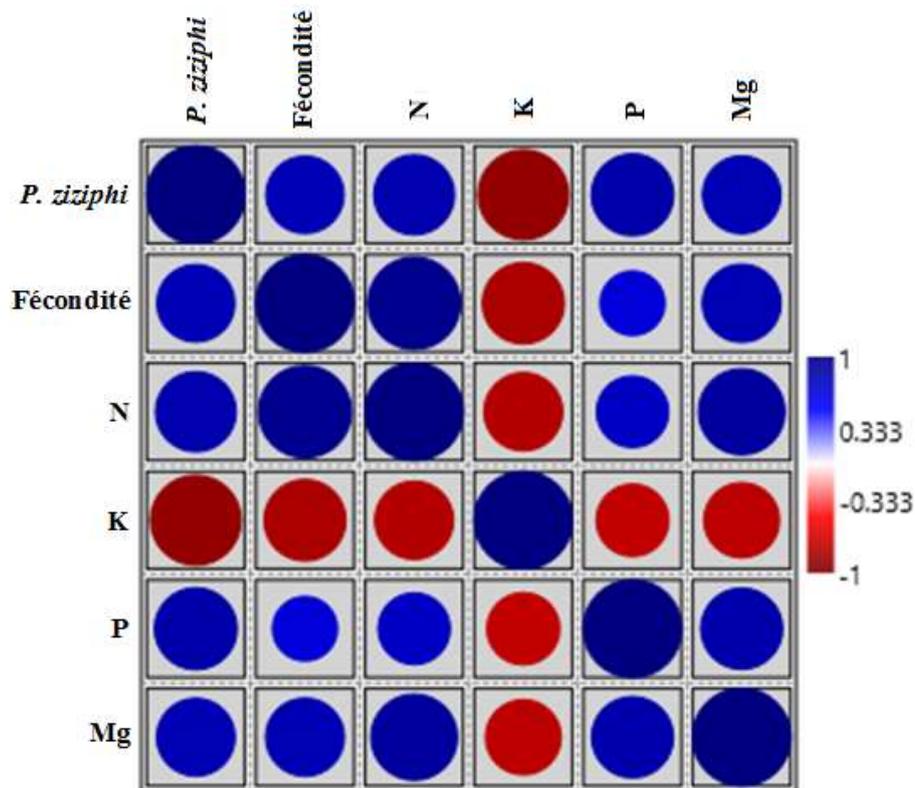
**Figure 88** : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).

➤ **Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur des éléments minéraux dans les feuilles d'oranger.**

La figure 89 et le tableau 10 en annexe montrent l'existence d'une corrélation **positive significative** avec la variation de la teneur des feuilles en **azote** ( $p=0.00123$ ,  $r=0.81526$ ), en **phosphore** ( $p=0.00073$ ,  $r=0.83483$ ) et en **magnésium** ( $p=0.0021$ ,  $r=0.79274$ ), et une corrélation **négative** avec la teneur **potassium** ( $p=2.7607E-05$ ,  $r=-0.9166$ ).

Les résultats enregistrés montrent aussi une corrélation positive et très **hautement significative** entre la **fécondité** de *P. ziziphi* et la teneur des feuilles d'oranger en **azote** ( $p=5.1519E-06$ ,  $r=0.94087$ ).

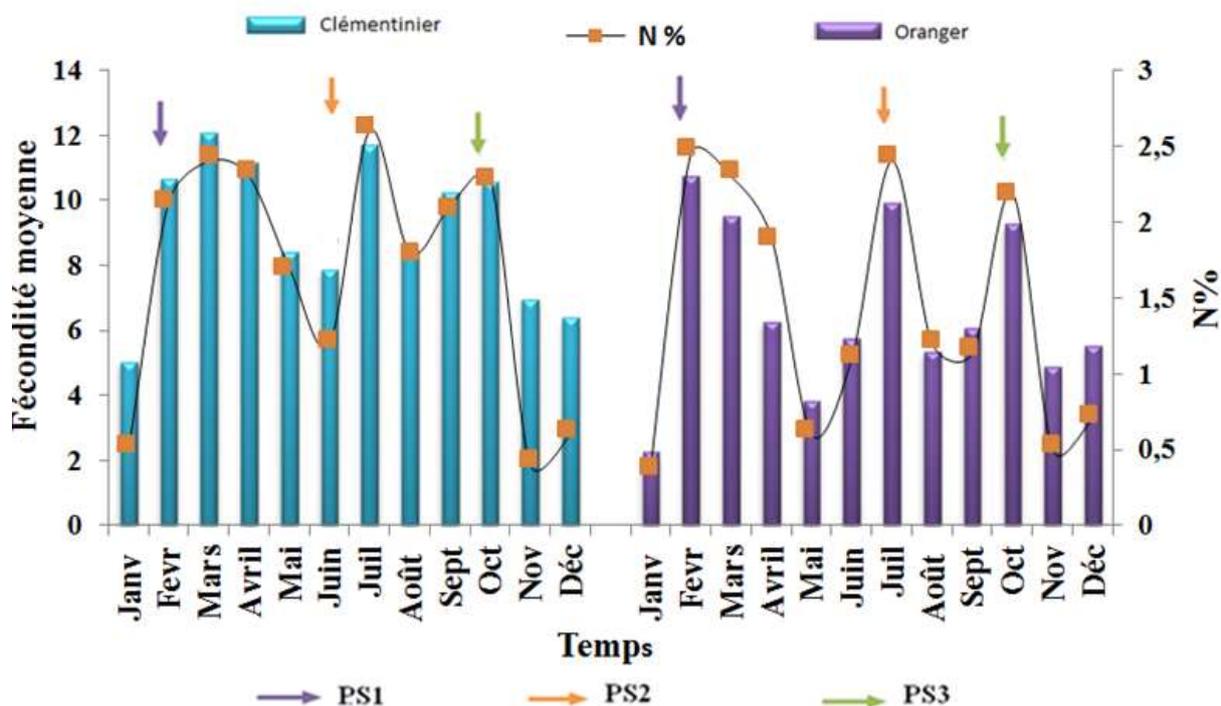
Les corrélations entre les éléments minéraux : Il existe des corrélations positives **significatives** entre la teneur en **azote** et la variation de la teneur en **phosphore** ( $p=0.00726$ ,  $r=0.72805$ ), et en **magnésium** ( $p=0.00019$ ,  $r=0.87509$ ), une corrélation significative négative entre la teneur en **potassium** et la variation de la teneur en **azote** ( $p=0.00192$ ,  $r=-0.79669$ ) en **phosphore** ( $p=0.00633$ ,  $r=-0.73613$ ) et en **magnésium** ( $p=0.00383$ ,  $r=-0.7638$ ).



**Figure 89** : Analyse des corrélations entre les éléments minéraux dans les feuilles d'oranger à l'aide du logiciel PAST (ver. 362b).

### 2.2.1 - Effet de l'azote sur la fécondité de *P.ziziphi*

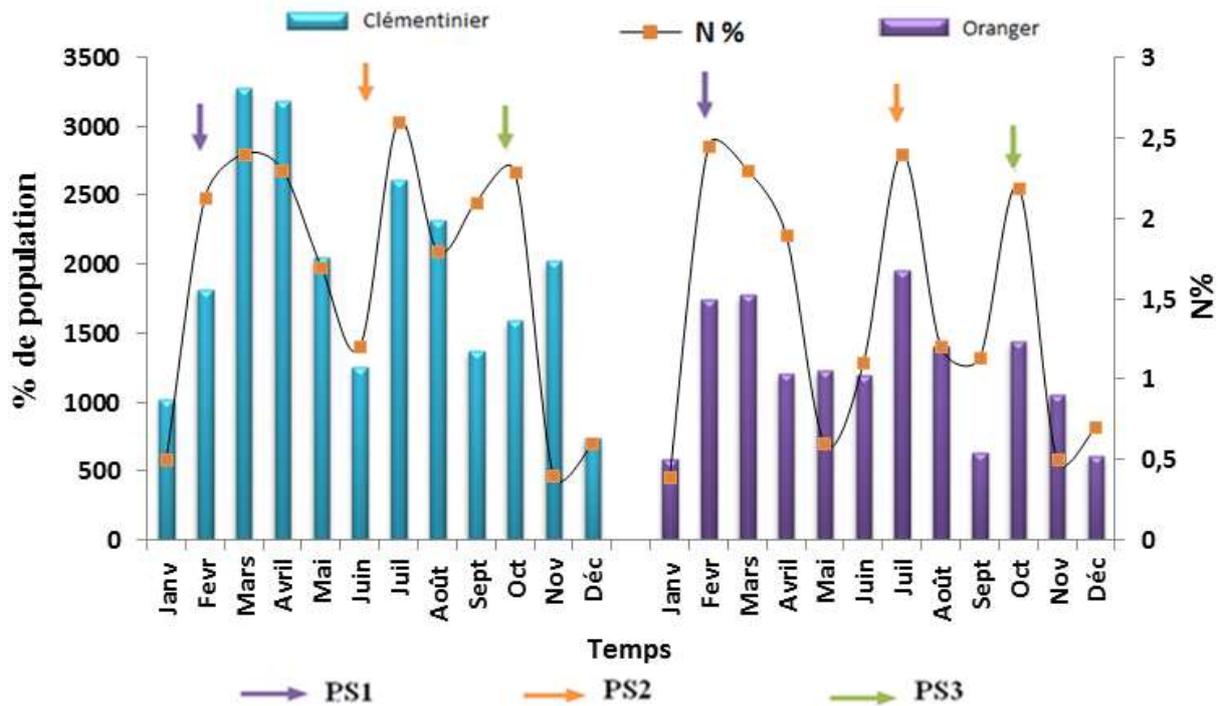
Les résultats reportés dans la figure 90 montre qu'il y'a une relation étroite bien définie entre l'activité reproductrice de *P. ziziphi* et le taux de l'azote dans les feuilles; surtout au moment des trois poussées de sève où on assiste des pics de ce dernier coïncidant les mêmes seuils de développement de la cochenille durant la période d'étude sur le clémentinier et l'oranger. C'est-à-dire, les doses d'azote les plus élevés correspondent à une pullulation importante des cochenilles (mois de mars, juillet, octobre). Par contre, le taux le plus faible d'azote assimilable se traduit par une moyenne faible (Janvier, novembre, décembre).



**Figure 90** : Relation entre la fluctuation de l'azote et la fécondité de *P.ziziphi* sur le clémentinier et l'oranger à Rouïba.

### 2.2.2 - Effet de l'azote sur la fluctuation des populations de *P. ziziphi*

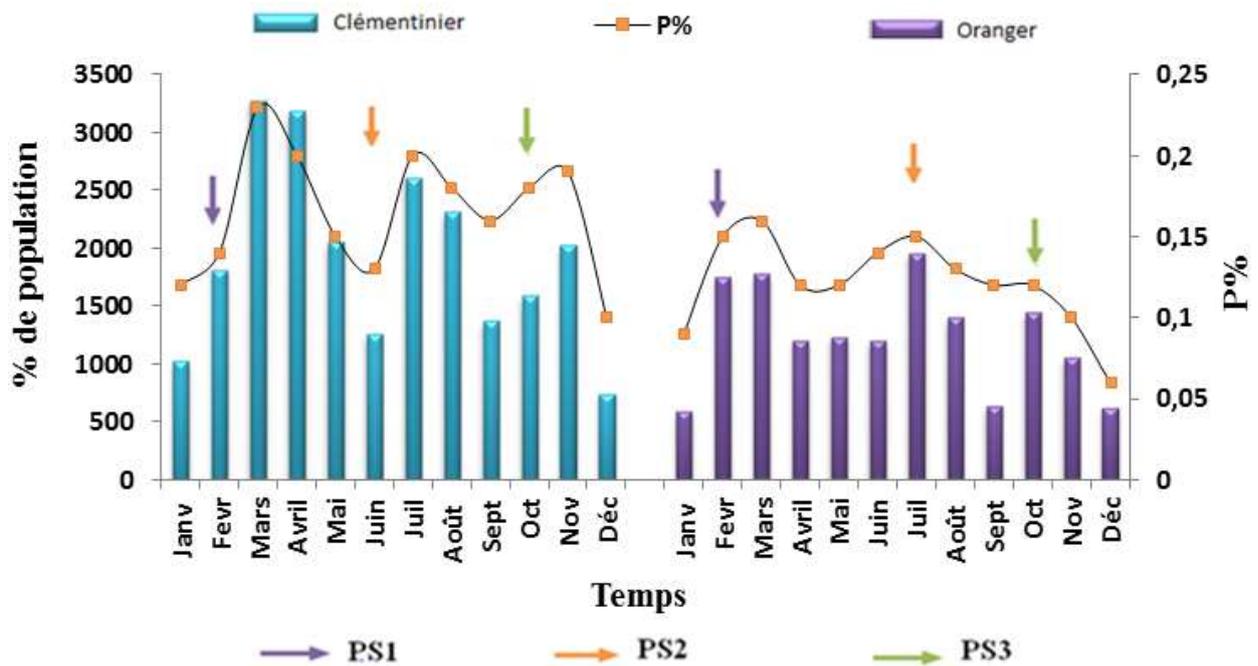
La figure 91 montre la fluctuation des populations de *P. ziziphi* sur oranger et clémentinier en fonction de teneur en Azote des feuilles. On enregistre trois pics de ce dernier coïncidant les mêmes seuils de développement de la cochenille pour les deux plantes hôte. Là où on enregistre trois pics de ce dernier coïncidant les mêmes seuils de développement de la cochenille pour les deux plantes hôte. On peut déduire qu'il existe une relation directe entre la dose d'azote et l'évolution de *P.ziziphi* pour les deux agrumes.



**Figure 91** : Fluctuations des populations de *P.ziziphi* en fonction du taux d'azote assimilable sur clémentinier et oranger à Rouïba

### 2.2.3 – Effet de Phosphore sur la fluctuation des populations de *P.ziziphi*

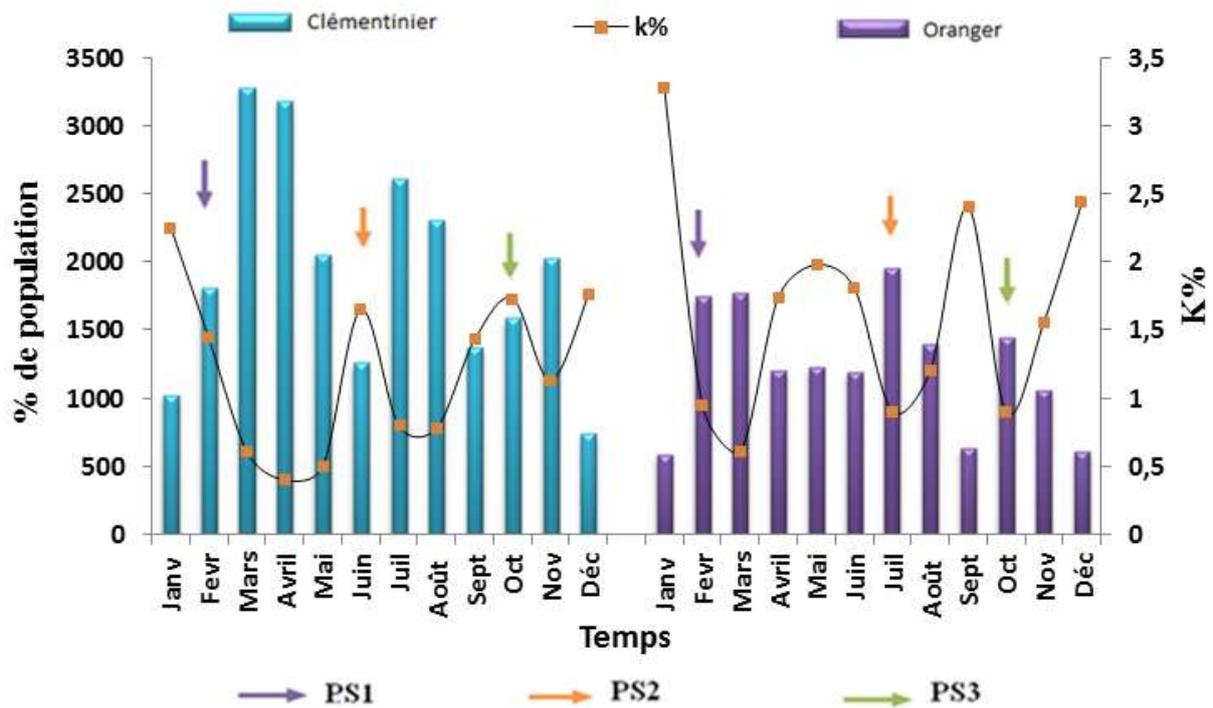
La figure 92 montre également que l'évolution des populations de *P.ziziphi* présente le même comportement vis à vis du phosphore des feuilles; c'est à dire les trois pics de dévolution des populations sur clémentinier et oranger coïncident respectivement avec les poussées de sève printanière estivale et automnale. On remarque, là aussi, que la dose apportée au moment de la troisième poussée de sève (mois d'octobre) n'a pas aussi permis une aussi forte pullulation de la cochenille comparativement aux deux autres poussées de sève. Les basses températures automnales seraient un facteur limitant la recrudescence du Pou noir de l'oranger.



**Figure 92 :** Fluctuations des populations de *P.ziziphi* en fonction du taux de Phosphore sur clémentinier et oranger à Rouïba.

#### 2.2.4 – Effet de Potassium sur la fluctuation des populations de *P.ziziphi*

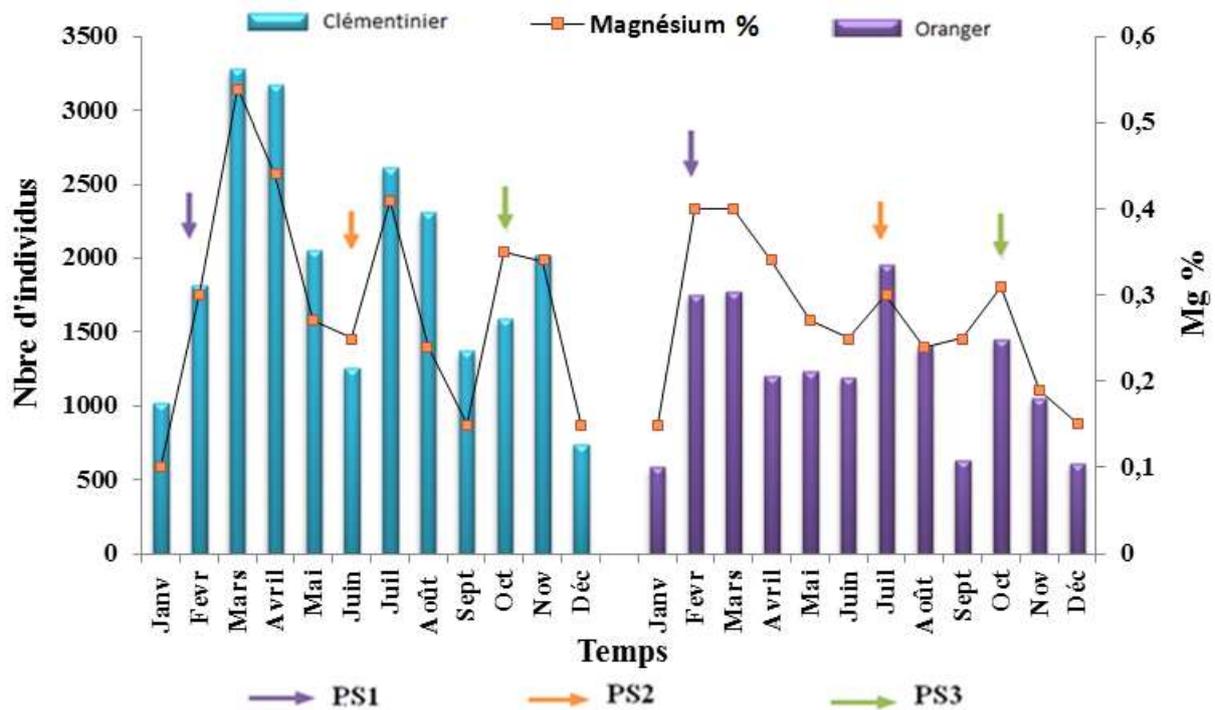
Concernant la quantité de potassium, nous remarquons qu'elle est nettement supérieure sur l'oranger que sur le clémentinier. D'après la superposition de la courbe de concentration du potassium à l'histogramme des infestations de la cochenille (fig. 93), on peut constater que le potassium agit inversement sur la pullulation de *P. ziziphi* sur les deux agrumes. Il semble jouer un rôle limitant de la pullulation de cette cochenille.



**Figure 93 :** Fluctuations des populations de *P.ziziphi* en fonction de la teneur en Potassium sur clémentinier et oranger à Rouiba

### 2.2.5 – Effet de Magnésium sur la fluctuation des populations de *P.ziziphi*.

L'action du magnésium est comparable à celle de l'azote et du phosphore (fig. 94). Nous constatons que les populations de la cochenille sont corrélées aux concentrations du Magnésium.



**Figure 94 :** Fluctuations des populations de *P.ziziphi* en fonction de la teneur en Magnésium sur clémentinier et oranger à Rouïba

## Discussion

Nos résultats obtenus, nous permettent d'avancer que l'activité du Pou noir de l'oranger semble être liée, non seulement aux conditions climatiques mais aussi aux apports en minéraux qu'effectue la plante hôte à travers les poussées de sèves. En effet, **Biche et Sellami (1999)** ont noté que l'influence du facteur hôte sur la cochenille se révèle sur la durée de cycle, sur la taille, sur la fécondité et sur le sex-ratio. Il devient, alors, évident que la nutrition minérale est indispensable au développement de la cochenille (**Ould Mahmoudi, 2002**).

Les rapports entre les cochenilles et leurs plantes hôtes sont très étroits. Celles-ci interviennent comme un véritable facteur écologique, dont l'action se superpose à celle des facteurs climatiques. Plusieurs auteurs avaient été amenés à classer les plantes hôtes des espèces en hôtes "*normaux*" (primaires ou principaux), qui permettent un développement et une multiplication de l'insecte sensiblement réguliers ; en hôtes "*secondaires*" qui permettent le développement mais sur lesquels on observe que peu ou pas de multiplication et sur lesquels l'infestation peut diminuer lentement et en hôtes "*exceptionnels*" (ou occasionnels) qui permettent juste le développement de l'insecte, mais sur lesquels

l'infestation décline rapidement. La plante hôte agit sur la durée de développement, sur la taille des individus, sur la fécondité et sur le sexe-ratio.

Toutefois, selon **Berkani (1995)**, l'évolution des cochenilles est intimement liée à celle des *Citrus* qui l'hébergent cela dit que la relation plantes hôtes-cochenilles est alors d'ordre nutritionnel, ainsi l'équilibre physiologique de la plante hôte à une grande influence sur le développement des insectes opophages en modifiant leur disposition.

L'**azote** est l'élément le plus demandé, le plus fugace et tous les spécialistes et praticiens s'accordent à le reconnaître comme le principal facteur de hauts rendements. Il a une grande influence sur la dynamique de développement de *P.ziziphi*. Nos résultats viennent confirmer celles rapportées par plusieurs auteurs notamment **Brewer et al., (1985)** et **Bidon (1993)**, qui considèrent qu'il y'a une grande influence de l'**azote** sur les performances de l'insecte; surtout le développement du stade larvaire qui semble être le plus affecté quel que soit le taux d'**Azote total**. On conduit à déduire que l'azote joue un rôle primordial dans la croissance et le développement des insectes phytophages.

En effet, la plante s'alimente en phosphore à partir de la solution du sol. Néanmoins, le mauvais travail du sol ne permet pas l'enfouissement de la fumure minérale **Phosphopotassique (Loussert, 1989)**. Tout comme l'azote, le **Phosphore** a pratiquement la même importance. Nos résultats montrent que le nombre des individus de cet insecte et sa fécondité augmente et diminue avec l'élévation et la régression de cet élément donc ils vont dans le même sens de ceux de **Belguendouz et al., (2011)** qui pensent qu'il y'a une forte corrélation entre le premier stade larvaire avec sa plante hôte le clémentinier.

Par ailleurs, la fertilisation **potassique** contribue, d'une manière générale à une régression importante des populations de la cochenille sur *Citrus* (**Chaboussou, 1975**). Il faut savoir que cet élément intervient dans la synthèse des protéines végétales et une nutrition optimale en cet élément engendre des taux très faibles d'acide aminés libres dans la sève élaborée ; ce qui limite la multiplication des insectes opophages. En d'autres termes, le potassium est un élément qui stimule la protéogénèse renforçant ainsi la résistance de la plante vis-à-vis des bioagresseurs. D'autre part, il assure une meilleure croissance et une bonne récolte.

Selon **Martin et al., (1984) et Marchal (1909)**, le magnésium favorise la synthèse des protéines, des lipides et des sucres, influence l'absorption et la translocation des phosphates et régularise la réduction des nitrates.

Il existe une synchronisation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et le taux de Calcium. Ce phénomène a été observé par **Belguendouz (2014)** pour la même espèce, et par **Chaboussou (1975)**, qui a mentionné qu'une certaine prédominance du magnésium et du calcium par rapport au potassium, entraîne des résultats défavorables en favorisant la multiplication d'*A. aurantii* sur *Citrus*.

Ce phénomène est aussi observé chez *L. beckii*, lorsqu'un traitement du sol par  $\text{CaCO}_3$  à donner le triple de population sur mandarinier, inversement, la réduction de presque la moitié de population par les traitements potassiques **Chaboussou (1975)**.

**Martin-Prevel et al (1984)**, considèrent que le **Sodium** n'est indispensable aux plantes cultivées que pour remplacer le **Potassium (K)** en défaut ; car les propriétés des deux atomes sont très voisines. Selon toujours les mêmes auteurs le **Calcium** intervient dans la formation des parois cellulaires pectocellulosiques et joue le rôle de béton armé en donnant une grande résistance aux parois végétales des tissus. Les attaques ne sont possibles que si la quantité de calcium descend au-dessus d'un seuil (**Nadir, 1965**). Cet auteur a pu démontrer qu'un apport massif de **Potassium** est susceptible d'entraîner son augmentation dans les feuilles et corrélativement une diminution de celle du **Calcium**. Les deux minéraux sont étroitement liés et agissent, d'une manière antagoniste sur l'évolution des bioagresseurs (**Chaboussou, 1975**). En effet, plus le rapport **K/ Ca** est positif, plus la résistance de la plante est grande et moins les attaques des ravageurs sont importants.

En conclusion les résultats obtenus lors de ce travail élucident clairement l'effet de la disponibilité des minéraux dans le sol et le substrat des plantes hôtes sur l'abondance ainsi que les paramètres biologique de l'insecte parasite.



# *Conclusions générales*



## Conclusions générales

Le thème traité durant notre étude, s'inscrit dans le but d'apporter un complément d'informations aux études effectuées depuis plusieurs années sur les ravageurs des agrumes en Algérie. L'étude menée à Rouïba et à Oued Alleug a porté sur la coccidofaune des agrumes, ainsi que sur la bioécologie du le Pou noir de l'oranger *P. ziziphi* et du Pou rouge de Californie *A. aurantii*, ravageurs économiquement importants, inféodés aux *Citrus*. L'étude a abordé aussi la relation entre les éléments minéraux dans le sol et dans les feuilles et le taux d'infestation de *P. ziziphi*. Cependant, la connaissance approfondie de ces aspects bioécologiques du ravageur et les relations physico-chimiques entre l'insecte et sa plante hôte apparaît donc un élément clé et une base préalable à la mise en place de tout programme de lutte intégrée.

### ➤ Coccidofaune des agrumes

Ce travail est le deuxième rapport traitant de la faune des cochenilles en Algérie. Le but est de mettre à jour et de recenser les espèces de cochenilles vivant sur les agrumes. L'étude a permis de rassembler les données obtenues par cette présente étude à celles précédemment rapportés dans la littérature sur une période de 117 ans.

L'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces. Dans le présent document, 12 espèces de cochenilles ont été enregistrées. Ils appartiennent à quatre familles issues de deux zones zoogéographiques. Ils sont considérés comme des espèces cosmopolites. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 7 espèces regroupées dans 4 genres (*A. aurantii*, *Ch. aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*). Les Coccidae avec 2 espèces réparties dans 2 genres (*S. oleae*, *C. hesperidum*). Les Pseudococcidae sont représentées par 2 espèces dans 2 genres avec 1 nouvelle signalisation en Algérie *P. solenopsis* noté seulement sur oranger dans la région de Rouïba. Les Monophlebidae est la moins représenté avec une espèce *I. purchasi*. Les genres des cochenilles d'agrumes dominants sont *Parlatoria*, *Aonidiella* et *Lepidosaphes*. Les espèces les plus rencontrées sur clémentinier, *P. ziziphi* et *P. pergandii* et sur oranger, *A. aurantii* et *L. beckii*.

L'Algérie possède une richesse coccidologique élevée par rapport au nombre totale d'espèce enregistré dans les pays voisins.

### ➤ *Parlatoria ziziphi*

Au terme de notre travail, l'étude de la dynamique des populations de *P. ziziphi* montre que le ravageur présente trois périodes d'activité intense sur le clémentinier et l'oranger dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017 : printanière, estivale et automnale. Mais il apparait que la période printanière est la plus importante pour son développement. Cette période est caractérisée par les conditions climatiques et nutritionnelles favorables pour la cochenille. Il semble qu'en Algérie et sous les conditions climatiques de la Mitidja, *P. ziziphi* développe trois générations sur l'oranger : printanière, estivale et automnale. Ces générations coïncident avec les trois poussées de sève de la plante, ce qui démontre la grande influence de la plante hôte sur la biologie de cochenille.

Il est à remarquer que la cochenille présente un comportement différent selon la région. En effet nous remarquons un décalage dans le développement des populations de *P. ziziphi*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba.

Les résultats obtenus durant la période d'étude, le clémentinier semble être le plus infesté par cette cochenille comparativement à l'oranger. Cette différence est due probablement à physiologie de la plante et à quelques facteurs morphologiques (la taille, la forme de la frondaison, la couleur des feuilles, le stade phénologique, etc...). Bien que la cochenille soit inféodée aux agrumes, nos résultats démontrent que le clémentinier reste la plante hôte préférentielle pour un développement optimale de *P. ziziphi*.

Le climat par suite de l'influence combinée de la température et de l'hygrométrie avec la plante hôte agit directement sur la répartition temporelle des populations de la cochenille. Ils constituent les principaux facteurs régulateurs de l'évolution des populations de la cochenille.

La distribution saisonnière des larves néonates en fonction des orientations Est, montrent un comportement identique sur les deux variétés, dans les deux sites d'étude et pour les deux années. La cochenille recherche toujours les endroits qui lui assurent un bon développement. Ceci explique les résultats que nous avons trouvés. En automne et en hiver les larves sont plus abondantes dans le centre de l'arbre tandis qu'au printemps et en été, elles se réfugient à l'est de l'arbre où les conditions climatiques redeviennent plus favorables. La cochenille recherche toujours les endroits qui lui permettent un meilleur développement. Sa distribution spatio-temporelle montre qu'elle est plus abondante au centre de l'arbre et qu'elle développe mieux sur la face inférieure des feuilles que sur la face supérieure et les rameaux.. La répartition de la cochenille selon l'organe végétal, montre que cette espèce manifeste une préférence marquée pour la face inférieure des feuilles que sur la face supérieure et les rameaux. Il semble que cet insecte recherche les conditions les plus favorables à son développement en s'installant en particulier dans les endroits les moins exposés au soleil et aux aléas climatiques et surtout sur les organes qui leur assurent une bonne nutrition.

Les résultats obtenus ont montrés que la fécondité de la cochenille présente également trois périodes de ponte : une ponte automnale, une ponte printanière et une ponte estivale, dont la plus importante reste la ponte printanière. La fécondité est très élevée sur la face inférieure des feuilles. Cet endroit semble offrir à la cochenille une situation optimale pour sa fécondité où les conditions restent meilleures que la face supérieure des feuilles et les rameaux. Ceci nous laisse penser que les conditions nutritionnelles de la plante et le microclimat créé au sein de l'arbre reste un facteur limitant de l'activation de l'ovogenèse, la multiplication des ovocytes et de la fécondité. L'analyse statistique montre que la saison, l'orientation, l'organe végétal et les interactions entre ces facteurs, influent d'une manière significative sur la fécondité moyenne de *P. ziziphi*. De cela, on peut conclure que l'effet de ces facteurs sur la fécondité de la cochenille semble être vraisemblablement en relation directe avec la lumière, la source alimentaire, les conditions climatiques et les conditions microclimatiques créent au sein de la plante hôte.

### ➤ *Aonidiella aurantii*

A travers les résultats obtenus également concernant la dynamique des populations de *A. aurantii*, montrent que ce ravageur présente trois périodes d'activité intense sur le clémentinier et l'oranger dans la région de Rouiba et d'Oued Alleug de janvier 2016 à

décembre 2017: une automnale, une printanière et une estivale, coïncidant avec les trois poussées de sève de la plante, ce qui démontre la grande influence de la plante hôte sur la biologie de la cochenille. Mais il apparaît que la période printanière est la plus importante pour son développement. Cette période est caractérisée par conditions climatiques et nutritionnelles favorables pour la cochenille.

En effet nous remarquons un décalage dans le développement des populations d'*A. aurantii*. Les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba.

La présence des stades larvaires en hiver, est le résultat de l'émission échelonnée des larves provenant des générations précédentes provoquant ainsi le chevauchement des générations. Durant cette période nous avons constaté que la cochenille hiverne sous forme de larves de deuxième stade et de femelles adultes.

Les larves néonates recherche toujours les endroits qui lui assurent un bon développement. Ceci explique les résultats que nous avons trouvés. En automne et en hiver les larves sont étaient plus abondantes dans le centre de l'arbre tandis qu'au printemps et en été, elles se réfugient à l'est de l'arbre où les conditions climatiques redeviennent plus favorables. La cochenille recherche toujours les endroits qui lui permettent un meilleur développement. Globalement, concernant la répartition cardinale sur la plante hôte, nous avons remarqué que les populations d'*A. aurantii* présentent une affinité plus ou moins marquée pour l'orientation centre. Selon l'organe végétal, il apparaît que cette cochenille est active beaucoup plus sur les rameaux que sur les feuilles. Avec une différence très hautement significative notée entre les différents organes végétaux. Donc, il semble que cet insecte recherche les conditions les plus favorables à son développement en s'installant en particulier dans les endroits les moins exposés au soleil et aux aléas climatiques et surtout dans les organes qui leur assurent une bonne nutrition.

La fécondité de la cochenille est sous l'influence des facteurs écologique. L'émission des larves se fait tout au long de l'année provoquant ainsi le chevauchement des générations. D'après nos résultats, les endroits ombragés favorisent sa fécondité. Celle-ci est plus élevée

au centre de l'arbre et sur la face inférieure des feuilles et les rameaux. Aussi on a noté qu'elle est plus élevée au printemps et en été et par rapport aux autres saisons.

### ➤ Relation nutritionnelle

L'objectif principal de notre étude est la mise en évidence de la relation des éléments minéraux du sol et des feuilles avec les pullulations des cochenilles diaspinés

La différence dans les infestations entre le Clémentinier et l'Oranger est dû principalement à des facteurs nutritionnels. Les différences sont observées dans les niveaux de populations qui paraissent bien tenir à des différences dans la composition de la plante et notamment de la sève. Parallèlement, les analyses relatives au diagnostic du sol et des feuilles, nous constatons que les populations de *P.ziziphi* infestent plus le clémentinier que l'oranger. Elles sont influencées par les éléments minéraux chez les deux variétés. Ce qui explique probablement la monophagie de l'espèce.

Nos résultats, nous permettent d'avancer que l'activité du Pou noir de l'oranger semble être liée, non seulement aux conditions climatiques mais aussi aux apports en minéraux qu'effectue la plante hôte à travers les poussées de sèves. Une parfaite corrélation positive est démontrée entre les populations de *P. ziziphi* avec la teneur des éléments minéraux (**N, P, Mg<sup>++</sup> et Ca<sup>++</sup>**). Ce qui explique l'effet directe des trois poussées de sève sur la capacité de sa reproduction, particulièrement la poussée de sève printanière qui reste riche en éléments minéraux. Le potassium agit inversement sur l'évolution et la pullulation de *P. ziziphi* et joue un rôle limitateur de pullulation de cette cochenilles diaspinés. Le sodium aussi influe inversement sur cette diaspine.

Un excès de Calcium ou plus exactement un équilibre des éléments cationiques, caractérisé par une certaine prédominance du Calcium et du Magnésium par rapport au Potassium, favorise la multiplication de cette cochenille. Or, on peut rapprocher ce phénomène du fait que la nutrition potassique est insuffisante : on assiste au phénomène de la pullulation des cochenilles quand la protéolyse l'emporte sur la protéosynthèse. Il apparaît également qu'un taux élevé du Sodium restreint le nombre d'individu de *P.ziziphi*. Précisément, il ressort bien que la composition chimique et biochimique des plantes agit sur l'évolution et la pullulation des ravageurs.

### Perspectives

D'après nos résultats obtenus à partir du terrain, Cette étude est établie dans le but d'identifier les domaines adéquates pour l'évolution d'une espèce et d'apporter un complément d'informations aux problèmes des populations de deux cochenilles diaspine (*P.ziziphi* Sur clémentinier et oranger et *A. aurantii* sur oranger) dans la région de Rouiba et d'Oued Alleug de janvier 2016 à décembre 2017, pour une éventuelle prise en charge raisonnée de méthodes de lutte intégrée dans bonnes conditions. Ainsi, elle nous a permis de donner un aperçu global sur le rôle des éléments minéraux. A l'avenir, il serait nécessaire de confirmer expérimentalement le rôle des glucides, des vitamines et des hormones de croissance dans l'attraction ou la répulsion des insectes ainsi que d'étudier plus en détail les composés toxiques des plantes et les complexes enzymatiques des insectes capable d'éliminer ces composés.



*Références  
bibliographiques*



- Abbas G., Arif M.J., Ashfaq M., Aslam M. and Saeed S., 2010** - The impact of some environmental factors on the fecundity of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae): a serious pest of cotton and other crops. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 47(4): 321–325.
- Abbasi M., 1973** - *Comperiella bifasciata* How. preliminary study (Hymenoptera, Encyrtidae) endophage Parasite of Californian scale (*Aonidiella aurantii* Mask.). *Al Awamia*, (Morocco). 46. 32 p.
- Abbassi M., 1980** - Recherche sur deux homopteres fixes des Citrus, *Aonidiella aurantii* Mask. (Homoptera : Diaspididea) et *Aleurothrixus floccosus* Mask.(Homopetra : Aleyrodidea). Thèse de doctoratde spécialité. Unité de la recherche de science naturelle de l'Université de Provence, pp 16-73.
- Abdelkrim H., 2004** - Contribution à l'étude écologique et phytosociologique des adventices des cultures et des jachères dans le secteur phytogéographique de l'Algérois (Algérie). *Phytocoenologia*, 34 (2), pp 287–326.
- Agrane S., 2001** - Insectivorie du hérisson d'Algérie *Atelerix algirus* (Lereboullet, 1842) (Mammalia , Insectivora) en Mitidja orientale (Alger) et près du lac Ichkeul (Tunisie). *Mem. Magist, Eco, Nat, Sup, Agr, El-Harrach*, (Alger),200 p.
- Amin A.H. et Salem Y.S., 1978** - Population studies on the scale insect species, *Parlatoria zizyphus* (Lucas), a new pest of citrus trees in Egypt (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). *Proceedings of the Fourth Conference of Pest Control*, September 30-october 3, Cairo, Egypt, Part I, pp : 40-48.
- Andersen, J.C., 2009** - A phylogenetic analysis of armored scale insects, based upon nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. University of Massachusetts Amherst, 66 pp. <https://scholarworks.umass.edu/theses>.
- Andersen J.C., Wu J., Gruwell M.E., Morse G.E., Santana S., Feliciano N., Gwiazdowski B.B. and Normark R.A., 2010** - A phylogenetic analysis of armored scale insects, based up on nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 57: 992–1003.
- Arambourg Y., 1986** - Entomologie oléicole. Ed. Conseil Oléicole International, Juan Bravo, Madrid, 360p.
- Aroua K., 2015** - Effet des éléments nutritifs du sol sur la dynamique des populations des *Parlatoria zizyphi* (Homoptera: Diaspididae) sur 2 plantes hôtes : le clémentinier et l'oranger dans la région de Rouiba Rouïba. *Mém.Ing.Ecol.Nat.Sup.Agron, El Harrach (Alger)*, 79 p.
- Aroua K., Kaydan M.B., Achiri T.D. and Biche M., 2020** - The influence of the region and the host plant on population dynamics of *Parlatoria zizyphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae) in Mitidja (Algeria). *Eco. Env. & Cons.*, 26 (1) : pp. 333-340.
- Asplanato G. et Garcia-Marí F., 2002** - Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola de Uruguay. *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 28, pp 5-20.
- Baillay R., Aguitar J., Faiure-Amiot A., Mimaudj et Patriek G., 1980** - Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Carousel, A.C.T.A., Paris, 419p.
- Baize D., 1988** - Les formations calcaires redistribuées du jovinien et les sols qui en sont issus. *Science du sol*. 26 (2), pp. 113-136.
- Balachowsky A.S., 1927** - Contribution à l'étude des coccidés de l'Afrique mineure (1re note). *Ann. ales de la Soc. Entomol. Fr.*, 96: 175-207.
- Balachowsky A.S., 1928** - Contribution à l'étude des coccidés de L'Afrique mineure (3e note).*Chrysomphalus aonidium* L. - biologie - traitement. *Bull. Soc. Hist. Nat.Afr. du Nord*, 19: 156-180.
- Balachowsky A.S., 1932** - Étude biologique des coccidés du bassin occidental de la Méditerranée. *Encyclopédie Entomologique*, XV P. LeChevalier & Fils Paris, 214 pp + LXVII.

- Balachowsky A.S., 1939** - Les cochenilles de France, d'Europe du nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Ed Herman et Cie, T.III, Paris, 204 p.
- Balachowsky A.S., 1948** - Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen IV, Monographie des Coccoidea, classification, Diaspidinae (1ère partie). Actua. Sci. Indust., Entomol. Appl., 1054:243-394.
- Balachowsky A.S., 1948** - Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen IV, Monographie des Coccoidea, classification, Diaspidinae (1ère partie). Actua. Sci. Indust., Entomol. Appl., 1054:243-394.
- Balachowsky A.S., 1950** - Scale insects from France, Europe, North Africa and the Mediterranean Basin.V. - monograph Coccoidea ; Diaspidinae (second part) Aspidiotini. Entomological News, Applicata Sciences and Industrial 1087, pp 397-557.
- Balachowsky A.S., 1953** - Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin Méditerranéen. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Act. Sci. et Ind », n°1202, T. VII, pp. 725-929.
- Balachowsky A.S., 1954** - Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed. Institut Pasteur, Paris, Coll. " Mem. Sci. Inst. Pasteur", 450 p.
- Balachowsky A.S., 1956** - Les cochenilles du continent Africain Noir. V. 1 – Aspidiotini (1ère partie). Ann. Musée Roy. Congo Belge (Sciences Zoologiques), Tervuren, 3, pp : 1-142.
- Balachowsky A.S et Mesnil L., 1935** - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leur mœurs, leur destruction. Ed. Etablissement Buissons, Paris, T.I, 627 p.
- Barbosa P. and Wagner M.R., 1989** - Introduction to forest and shade tree insect.Acqde; IC Press Son Diego, California, 639 p.
- Bayındır A. and Karaca İ., 2015** - Survey on Natural Enemies of Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) Species in Citrus Orchards in Antalya, Turkey and Record of A New Species for Turkey. Asian Journal of Agriculture and Food Sciences.3 (05), pp : 555-559.
- Beardsley J.W. Jr. and Gonzalez R.H., 1975** - The biology and Ecology of armored scales. Annu. Rev.of Entomol. 20, pp : 47 – 73.
- Bedford E.C.G., 1998** - Red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell). In : E.C.G.Bedford, M.A.Van den Berg and E.A.De Villiers (eds.), Citrus pests in the Republic of South Africa. Dynamic Ad., Nelspruit, South Africa, pp : 132-134.
- Bedford E.C.G., Van den Berg M.A., and De Villiers E.A., 1998** - Citrus pests in the Republic of South Africa. Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit.
- Begon M., Harper J.L. and Townsend, C.R., 1996** - Ecology, Individuals, Ecology, Individuals, Populations and Communities Populations and Communities, Blackwell Science Ltd., Australia, 958 p.
- Belaid D., 1986** - Etude comparative des différentes méthodes de lutte contre les plantes adventices des céréales en Mitidja. Ann. Inst. Nat. Agron., El Harrach (Alger), 10 (2), pp 12 –19.
- Belguendouz R., 2014** - Relations plantes hôtes cochenilles diaspires sur les agrumes (*Citrus* ssp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Thèse. Doct., Ecol. Nat. Sup. Agro, El Harrach (Alger), 265 p.
- Belguendouz R. et Biche M., 2006** - Biosystématique des cochenilles diaspires (Diaspididae) d'Algérie. Mem. Magist., Inst. Nat. Agron, El Harrach (Alger), 194p.

- Belguendouz R. and Biche M., 2015** - Biodiversity of diaspididae scale insects (Homoptera), their host plants and natural enemies in Algeria. *Journ. Entomol. and Zool. Studies (Algeria)*, 3 (1), pp : 302-309.
- Belguendouz R., Biche M. et Haddoum M., 2009** - Biologie du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* (Hemiptera : Diaspididae) et l'impact de son parasitoïde *Encarsia citrinus* (Hymenoptera – Aphelinidae) dans la régulation de son niveau d'infestation sur Clémentinier en Mitidja (Algérie). In the proceeding of 2009. AMMP Scholars Conference, pp : 699.
- Belguendouz R., Biche M. et Seninet I., 2011** - Etude de la teneur en protéine et en phosphore des feuilles de jeunes plantes d'agrumes sous serre non éclairée avec la pullulation du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) en Mitidja Algérie. In the proceeding of 2011. AFPP Conference, pp : 120-129.
- Belguendouz R., Biche M., Adda R. and Allal-Benfekih L. 2013** - Bio-ecology of a pest (*Aonidiella aurantii* Maskell) (Hemiptera, Diaspididae): spatio temporal relationship with it's host plants *Citrus limon* and *C. sinensis* in Algeria region. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7 (1): 14-20.
- Belguendouz R., Biche M., Bekkouche S. and Louz S. 2011** - The impact of *Parlatoria ziziphi* infestations on physicochemical quality of citrus fruits «Case of the clementine variety: *Citrus reticulata*» in Mitidja (Boufarik, Algeria). *Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bull.* 62: 137-142. <https://www.researchgate.net/publication/281375752>.
- Belguendouz R., Harchouche C. et Houmani Z., 2008** - Evaluation of Insecticide effect of *Citrus aurantium* essential oil on the dynamique of *Parlatoria ziziphi* Lucas populations (Hemiptera, Diaspididae). Meeting International : Gestion des ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et cultures Oasiennes : Perspectives pour un Développement Durable des zones Arides, Djerba (Tunisie) 17-19 Décembre 2013.
- Beloued I., 2017** - Ecologie de deux cochenilles du clémentinier *Parlatoria ziziphi* et *Parlatoria pergandei* (Hom : Diaspididae) à Oued El Alleug ). *Mem. Magist., Inst. Nat. Agron., El Harrach (Alger)*, 173 p.
- Benassy C. et Soria F., 1964** - Observation écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie. *Altit. I.N.R.A.T.*, 37, pp : 193-222.
- Benassy C., 1975** - Les cochenilles des agrumes dans le bassin méditerranéen. Les insectes et les acariciens des agrumes). *Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach (Alger)*, Vol.V, n°6, pp : 118-142.
- Benassy C., 1986** - Les cochenilles diaspines chez les Citrus. *Fruits* n°41, pp : 545-549.
- Benassy C., et Bianchi H., 1974** - Observation sur *Aonidiella aurantii* Mask. et son parasite indigène *Comperiella bifasciata* How. *Bull.SROP*, 3, pp : 39-50.
- Ben-Dov Y. 1993** - A systematic catalogue of the soft scale insects of the world (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). Sandhill Crane Press Gainesville, FL 536 p.
- Ben-Dov Y., 1990** - Taxonomic characters on armored scale insects. In: Rosen, D. (ed) *Armored scale insects, their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 4, pp : 122-129.
- Berany E. A. and Chapman R.F., - 1994** - Host plant selection by phytophagous insects. Chapman and Hall. New York, 312p
- Berenbaum M.R., 1995** - The Chemistry of defense: theory and practice. *Proc.Natl. Acad. Sci. USA* 92, pp : 2-8.
- Berkani A., 1995** - Premières données sur un nouveau ravageur en Algérie *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera-Gracillariidae) mineuse nuisible au Citrus. Journée technique sur la lutte contre la mineuse et la cératite des agrumes. I.N.P.V. Alger, 10p.
- Berthet P., Kreiter P., Marro J.P. and Dijoux L., 1998** - Le monde mystérieux des cochenilles. *Bull. mens. Soc. linn . Lyon*, 1998, 67 (7), pp 201-206.

- Bertschinger L., Gysi C., Haseli A., Neuweiler R., Pfammater W., Ryser J.P., Schmid A. et Weiber F., 2003** - Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière. Eidg. Forschungsanstalt, 48 p.
- Biche M., 1987** - Etude biologique d'*Aphytis maculicornis* M. (Hym. Aphelinidae) parasite externe de *Parlatoria oleae* C. (Hom. Diaspididae) ravageur de l'olivier dans la région du Cap Djinet pour une éventuelle lutte biologique, pp : 119-145.
- Biche M., 2012** - Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO., Regional Integrated Pest Management Programme in the Near East / GTFS/REM/070/ITA, 36 p.
- Biche M et Sellami M., 1999** - Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria olea* (Colvée) (Homoptera : Diaspididae).Bull. Soc. ent. France, pp 287-292.
- Biche M., Agagna Y., Belouad N. et Gueddada F., 2016** - Rôle d'*Aphytis melinus* (Hym. Aphelinidae) et *Comperiella bifasciata* (Hym. Encyrtidae) dans la limitation du Pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Hom : Diaspididae) sur agrumes en Algérie. Séminaire International « Santé des plantes au service du développement » Institut des Sciences Agronomiques, Univ. Hassiba Ben Bouali de Chlef, les 12, 13 et 14 avril 2016.
- Biche M., Siafa A., Adda R. et Gherbi R., 2012** - Biologie d'*Aonidiella aurantii* (homoptera, diaspididae) sur citronnier dans la région de Rouiba. Lebanese Science journal, Special issue, pp 59-64.
- Biche M., Siafa A., Adda R., Agagna Y. et Sellami M., 2011** - Evaluation du Spirotetramate sur les populations de *Lepidosaphes beckii* sur des agrumes en Algérie. Bull.OILBIOBC/ wprs, Integrated Control in Citrus Fruit Crops, 62, pp123-131.
- Bidon Y., (1993)** - Influence des sucres solubles et de l'azote sur la croissance, le développement et l'utilisation de la nourriture par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* (Clemens.)). Thèse de Maîtrise en Science Université Laval. Ste-Foy (Québec - Canada), 63 pp.
- Bigot L. et Bodot P., 1973** - Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quecus coccifera* R II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Milieu, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C): 229-249.
- Blackburn V.L. and Miller D.R., 1984** - Pests not known to occur in the United States or of limited distribution, Black *Parlatoria* scale. Animal and Plant Health Inspection 44, pp : 81-45.
- Blanchet J., Coriou H., Grall L., Pelras M., Plante G. and Salesse M., 1962** - Influence des divers facteurs sur la corrosion du magnésium par l'eau demineralisée Journal Of Nuclear Materials 7, No. 3, pp 311-319.
- Bliss C.I., Broadbent B.M. et Watson S.A., 1931** - The life history of the California red scale *Chrysomphalus aurantii* Maskell: Progress Report. Journal of Economic Entomology, 24, pp 1222-1229.
- Blondel L., 1959** - La culture des agrumes en Algérie. Bull. Station expérimentale d'arboriculture de Boufarik, n°176, 25 p.
- Boccas B. et Laville, E., 1978** - Les maladies à phytophthora (IRFA Ed. Paris), 162.
- Bœuf F. et Vessereau A., 1948** - Recherche et expérimentation en agriculture, T.1 , pp : 66-67.
- Boileau Ch. et Giordano, L., 1980** - La culture des agrumes, Ed. Tacussel, Marseille. (<https://www.suite101.fr/article/oranger-et-autres-agrumes-cultivez-votre-jardin%20-des-hesperides> ).
- Boisduval J.B.A., 1867** - Essai sur l'entomologie horticole. [Report on horticultural entomology]. Donnaud Paris, 648 pp.

- Borchsenius N.S. (1966)** - A catalogue of the armoured scale insects (Diaspidoidea) of the world. Nauka, Moscow & Leningrad, 449 p.
- Bouhelier R., De France J. et Francolini C., 1935** - La lutte contre les cochenilles nuisibles aux Aurantiacées. Ed. Serv. Def. Veg, Rabat, (6), 58 p.
- Boutaleb J. et El Hardouni A. I., 2011** - Monitoring of the California red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell), the tetranychid mites and their natural enemies on *Citrus* fruits in the Gharb area (Morocco) Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bulletin Vol. 62, 105 p.
- Boutera N., 1999** - Etude biosystématique et régime alimentaire des espèces du genre *Aiolopus* (Fieber, 1853) (Orthoptera, Acrididae Mem. Magist. Sci. Agron., Inst. Nat. Agron., El Harrach (Alger), 1992 p.
- Bretonneau J., et Fauré Y., 1992** - Atlas d'arboriculture fruitière. V.1, 3 e. Editions Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 289 p.
- Brewer J.W., Capinera J.L., Deshon R.E., Jr. et Walmsley M.L., 1985** - Influence of foliar nitrogen levels on survival development and reproduction of Western spruce Budworm *Choristoneura occidentalis* (Lepidoptera : Tortricidae). Can. Entomol. 117 : 23 – 32.
- Brues C. T., Melander A. L., et Carpenter F. M., 1932** - Bull. Mus. comp. Zool. Harv, vol. 73. Third printing Cambridge, Massachusetts Published for the Museum of Comparative Zoology at Harvard University Press, 672 pp.
- Burghardt M. et Riederer M., 2006** – Cuticular transpiration dans Riederer M. et Müller C., Ed. Biology of the plant cuticle. Annual Plant Review, Blackwell Publishing. Oxford. pp 280 – 291.
- Butler D. R., 1996** – The presence of water of leaf surfaces and its importance for microbes and insects dans Kerstiens. G., Plant Cuticles: An Integrated Functional Approach. BIOS Scientific Publishers, Oxford. Uk. pp : 267-282.
- C.N.C.C., 2015** - Bulletin des variétés d'agrumes, Alger, 306 p.
- CAB International, 1994** - *Pulvinaria psidii* Maskell. Distribution Maps of Pests, Series A, Agricultural Map no. 59: 2 pp.
- CABI, 2001** - Crop Protection Compendium. Global module, 3<sup>rd</sup> edition. CAB International Publishing. Wallingford, UK.
- Cahuzac D. 1986** - Les cochenilles des ligneux d'ornement. Phytoma, n°383, pp : 37-38.
- Calas D., Thiéry D. et Marion-poll F., 2006** - 20- Hydroxyecdysone deters oviposition and larval feeding in the European grapevine moth. *Lobesia botrana*. Journal of Chemical Ecology. 32, pp : 2443-2454.
- Calatayud P. A., 2011** - Interactions plantes-insectes: dossier de candidature pour habilitation à diriger des recherches (HDR). Univ. France, Paris, 86p.
- Calatayud P. A. and Vercambre B., 1996** - 1996. Interactions insectes-plantes. Actes des 5<sup>es</sup> journées du groupe de travail relations insectes-plantes 26-27 octobre 1995, Montpellier, France. Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France, 96 p.
- Calatayud P. A., Rahbé Y., Tjallingii W. F., Tertuliano M., and Le Rü B., 1994** - Electrically recorded feeding behaviour of cassava mealybug on host and non-host plants. *Entomologia experimentalis et Applicata*, 72(3), pp : 219-232.
- Campos-Rivela J.M., Martínez-Ferrer M.T., and Fibla-Queralt J.M., 2012** - Population dynamics and seasonal trend of California red scale (*Aonidiella aurantii* Maskell) in citrus in Northern Spain. Spanish Journal of Agricultural Research, 10(1), pp : 198-208.

- Carrooll D.P., 1984** - Bionomies of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), on orange fruits leaves, and wood in California's San Joaquin Valley. Environmental Entomology, 13: 847 – 853.
- Chaboussou F., 1975** - Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. Stat. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro., Bordeaux, 39 p.
- Chaboussou F., 1980** - Les plantes malades des pesticides; bases nouvelles d'une prevention contre maladies et parasites. Editions Debard, Paris, 271 p.
- Chapman, D., 1968** - Biological membranes; physical fact and function. (Academic, London), Vol. 5, pp : 1–56.
- Chapot H., 1963** - La Clémentine. El Awamia, n°7, Rabat,.134 p
- Chapot H. et Delucchi V.L., 1964** - Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc Ed. I.N.R.A., Rabat, 339 p.
- Chekkal H., 2016** - Rôle de *Comperiella bifasciata* Howard, 1906 (Hym : Encyrtidae) dans la limitation des populations du Pou de Californie, *Aonidiella aurantii* (Hom : Diaspididae) sur citronnier a Rouïba. Mém.Ing. Ecol. Nat. Sup. Agr., El Harrach (Alger), 86 p.
- Cohic F., 1958** - Contribution à l'étude des cochenilles d'intérêt économique de Nouvelle Calidonie et dépendance. Document Technique No. 116. Comission du Pacifique Sud Nouméa, Nouvelle-Calédonie, pp : 1-35.
- Coll M. and AbdRabou S., 1998** - Effect of oil emulsion sprays on parasitoids of the black *Parlatoria*, *Parlatoria ziziphi*, in grape fruit. Biocontrol, 43, pp : 29-37.
- Colombo A., 2004** - La culture des agrumes, Ed. De Vecchi.S.A, Paris, 142 p.
- Coutanceau J. 1962** - Arboriculture fruitière. Techniques et économies des cultures de rosacées ligneuses. Ed: J. B. Baillièrre et fils, Paris, 434 p.
- Cruz C. and Segarra A., 1991** - Recent biological control experiences in Puerto Rico. Caribbean Meetings on Biological Control, Guadeloupe, France, p :. 10-18.
- Dajoz R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- Dajoz R., 1982** - Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- Dajoz R., 1985** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505 p.
- Dajoz R., 1996** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- Dajoz R., 2006** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris 551 p.
- Dajoz R., 2007** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 640 p.
- Dajoz R., 2010** - Dictionnaire entomologique : Anatomie, systématique, biologie. Ed.Tec&Doc, Lavoisier, Paris, 196 p.
- Danzig E.M. and Pellizzari G., 1998** - Diaspididae. *Catalogue of Palaearctic Coccoidea*. Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences Budapest, Hungary, 526 p.
- Dao T.H., 2012** - Ecology of red scale (*Aonidiella aurantii* (Maskell) [Hemiptera: Sternorrhyncha : Diaspididae]) in citrus orchards on the Central Coast of New South Wales, thesis, doc, University of Western Sydney, 465 p.

- De Lotto G., 1965** - On some Coccidae (Homoptera), chiefly from Africa. Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology, 16, pp : 175-239.
- De Rocca Serra D. et Ollitrault P., 1992** - Les ressources génétiques chez les agrumes. Le courrier de l'environnement de l'INRA, 3, pp : 11-22.
- Dekle G.W., 1976** - Black Parlatoria scale. *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Homoptera: Diaspididae). Entomology circular. n° 171, 2p.
- Delassus M., Brichet J., Balachowsky A.S. et Lepigre A. 1927** - Les ennemis des cultures fruitières et les moyens de les combattre. Ed. Insectarium du jardin d'essai de Hamma, Coll. «Bibl. Colon. de l'Afr. du Nord » Alger, 233 p.
- Delucchi V. et Traboulsi R., 1965** - *Habrolepisfanari* n. sp.(Chalc., Encyrtidae), parasite de *Chrysomphalus WcusAshmead* en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Annals de la Societe entomologique de France, (NS), 1, pp : 495-500.
- Derridj S., et Wu B. R., Stammitti L., Garrec J.P. (1996) et Derrien A., 1996b** - Chemicals On the leaf Surface, information about the plant available to insects. Entomologia Experimentalis et Applicata, 80, pp : 197-201.
- Dethier V.G., 1982** - Mechanisms of host plant recognition. Entomologia Experimentalis et Applicata, 31, pp : 49-56.
- Dicke M., 2000** - Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods : a multitrophic perspective. Biochemical Systematics and Ecology, 28, pp : 601-617.
- Djeddaï R., 2017** - Ecologie de *Comperiella bifasciata* ( Hym: Encyrtidae) et *Aphytis melinus* ( Hym: Aphelinidae) dans les populations du Pou de Californie *Aonidella aurantii* (Hom: Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba Mém. Ing. Ecol. Nat. Sup.Agron, El Harrach (Alger), 143 p.
- Doumandji S.E., 1985** - Les cochenilles diaspines du caroubier, *Ceratonia siliqua* en Algérie. 1er Journ. etud. Sci., Inst. Nat. Enseig. Sup., Blida, 15 p.
- Doumandji S. et Biche M., 1986** - Les cochenilles diaspines de l'olivier, *Olea europea* en Algérie. Ann. Inst. Nat. agro., El Harrach, Vol. 10, n° 1, pp. 97 – 119.
- Dreistadt S.H., Statewide UC., Morse J.G., Phillips P.A, Ventura Co. et Rice R.E., 2007** - Integrated Pest Management for Home Gardeners and Land scape Professionals. IPM Education & Publications, UC Statewide IPM Program, University of California, Davis, 8 p.
- Dreux P., 1980** - Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France, Paris, coll. 'Le biologiste'', 231 p.
- Duthil J., 1973** - Eléments d'écologie et d'agronomie, T3, Ed. J.B. Baillièrre, 654p.
- Ebeling W., 1959** - Subtropical fruit pests.University of California, Ed Division of Agricultural Sciences, Berkeley, California, 436 p.
- El Kaoutaria I., Guirrou Z., Chemseddine M. et Boumezzough A., 2004** - Rôle d'*Aphytis melinus* (Debach) dans le contrôle naturel d'*Aonidiella aurantii* (Maeskel) en verger d'agrumes au Maroc. Fruit, 59 (3), pp : 169-179.
- El-Bolok, M.M., Sweilem, S.M. and Abdel Aleem, R.Y., 1987** - Seasonal variation in the population of *Parlatoria zizyphus* (Lucas) at Giza region. Bull. Soc. Entomol. Egypte (1984/85) 65, pp: 281- 288. Google Scholar: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19880546653>
- Engle J., Magarey R. and Brochert D., 2008** - North Carolina occurrence data from global pest and disease and crop protection compendium. USDA Raleigh, 1 p.

- F.A.O., 1998** - Les agrumes. Bureau des Ressources Génétiques, plate-forme espèces. Caisse régionale de l'agriculture de Boumerdés. Bureau local de Rouiba., 1 p.
- F.A.O., 2013** - La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais, Symposium sur les agrumes, Chine, pp : 83-90.
- F.A.O., 2016** - *Citrus* fruits statistics 2015. Ed. food and agriculture organization of the United Nations, Rome, pp : 1-47.
- Fand B.B. and Suroshe S.S., 2015** - The invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, a threat to tropical and subtropical agricultural and horticultural production systems. *Crop Protection* 69:34–43.
- Faurie C., Ferra Ch. et Medori P., 1980** - Ecologie. Ed. Baillière, Paris, 168 p.
- Faurie C., Ferra Ch. et Medori P., 1984.** Ecologie. Ed. J.B. Bailliere. Paris ,162 p.
- Fetykó K. and Kozár F. (2012).** Records of *Ceroplastes* Gray 1828 in Europe, with an identification key to species in the Palaearctic Region. *Bulletin of Insectology*, 65(2), pp : 291-295.
- Filiz Çalışkan A., Kaydan M. B., Muştu M. and Rifat Ulusoy M., 2015** - Demographic parameters and biological features of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on four ornamental plants. *Phytoparasitica*. Published online: DOI 10.1007/s12600-015-0496-8.
- Flanders S.E. 1944** - Observations on *Comperiella bifasciata*, an endoparasite of diaspine coccids. *Annals Entomological Society of America*, 37, pp : 365–371.
- Flodi I., 2003** - Les cochenilles, première partie, revue insectes n°3, pp : 365-371.
- Foldi I., 1988** - Nouvelle contribution à l'étude des cochenilles de l'Amazonie brésilienne (Homoptera: Coccoidea *Ann. Soc. entomol. Fr.*, pp : 77-87.
- Foldi I., 2001** - Liste des cochenilles de France (Hemiptera, Coccoidea). *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 106: 303-308.
- Forster L., Luck R. and Grafton-Cardwell E., 1995** - Life stages of California red scale and its parasitoids. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 21529, Oakland, California, USA. 12 p.
- Franco J. C., Zada A. and Mendel Z., 2009** - Novel approaches for the management of mealybug pests. In: Ishaaya I., Horowitz A.R. (eds): *Biorational Control of Arthropod Pests-Application and Resistance Management*. Dordrecht, Springer: 233–278. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-2316-2\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-2316-2_10). (DOI: 10.1007/978-90 481-2316-2\_10).
- Franco C.J., Garcia Marí F., Ramos A.P. and Besri M., 2006** - Survey on the situation of citrus pest management in Mediterranean countries. *Bulletin IOBC/wprs*, 29 (3), pp : 335-346.
- Garcerá C., Ouyang Y., Scott S. J., Moltó E. et Grafton-Cardwell E.E., 2013** - Effects of spirotetramat on *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Journal of economic entomology*, 106(5), pp : 2126-2134.
- García-Marí F, 2003** - Biología y control del “poll roig” de California en los cítricos valencianos. *Phytoma España* 153, pp : 120-123.
- García Morales M., Denno B., Miller D. R., Miller G. L., Ben-Dov Y. and Hardy N. B. 2016.** ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database, 1–5:bav118. (accessed on October 05, 2018)
- García Morales, M., Denno, B., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y. and Hardy, N. B. 2018** - Scale Net: A Literature based model of scale insect biology and systematics. <https://doi.org/10.1093/database/bav118>.

- Gaussen H., 1982** - Précis de botanique, tome 2, 2eme édition Paris : Masson, 579 p.
- Gautier M., 1975** - Sept années de contrôle de nutrition par le diagnostic foliaire dans les vergers de Loir-et-Cher. Arboriculture fruitière, 258p.
- Gautier M., 1987** - La culture fruitière.V 1, L'arbre fruitier, Technique et Documentation Lavoisier. Paris, 492 p.
- Gauthier L., 2008** - Pépinière Louis Gauthier (en ligne) Disponible dur ; « [http : //pepinieres-gauthier.fr/documentation- technique/](http://pepinieres-gauthier.fr/documentation-technique/)». (Consulté le 13/03/2017).
- Gérard C. et Germain E., 1994** - Le Noyer, Nouvelles techniques, Edition Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et des Légumes CTIFL. Paris, 207 p.
- Germain J.-F., 2008** – Invasive scale insects (Hemiptera: Coccoidea) recorded from France. Proceedings of the XI International Symposium on Scale Insect Studies, Oeiras, Portugal, 24-27 September 2007. Lisbonne : ISA Press, 322 p.
- Gobat J.M., Aragno M. et Matthey W., 2010** - Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols, Vol. 14. <https://www.epflpress.org/produit/422/9782880747183/le-sol-vivant>.
- Gomez Clemente, F.** 1943 - Cochinillas que atacan a los agrios en la región de Levante. Bol. Patol. Veg. Entomol. Agríc. 12: 299-328.
- Graham J.H. and Menge J.A., 2000** - Phytophthora-induced diseases. P. 12-15 In L. W. Timmer, S.M. Garnsey, et J.H. Graham, eds. Compendium of Citrus Diseases. 2<sup>nd</sup> ed. APS Press, Inc, St. Paul. MN, pp : 12-15.
- Grasse P.P., 1951** - Insectes supérieurs et Hemipteroides. Tome X, Fasc.II. Ed.Masson et Cie éditeur, librairies de l'académie de médecine, F'aris 6<sup>ème</sup>, pp : 16-48
- Grout T.G., and Richards G.I. 1989** - The multiple cohort structure in populations of red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), on *Citrus* in South Africa. Journ. Entomol. Soc. South. Afr. , 52 (2), pp : 277-283.
- Guedada F., 2016** - Ecologie du Pou de Californie, *Aonidiella aurantii* (Hom : Diaspididae) sur citronnier dans la région de Rouïba. Mém. Magist.Ecol. Nat. Sup. Agron., El Harrach (Alger), 104 p.
- Guessoum M., 1981** - Etude des acariens des Rosacées cultivées en Mitidja et contribution à l'étude d'une lutte chimique vis-à-vis de *Panonychus ulmi* (Koch) (Acarina, Tetranychidae) sur pommier. Mem. Ing. Agron., Inst. Nat. Agron., El Harrach (Alger), 105 p.
- Gullan P.J. and Cook L.G. 2007** - Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). Zootaxa, 1668, pp : 413 - 425.
- Haddar L., 2002** - Eléments d'écologie du Pou noir, *Parlatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) sur Clémentinier dans la région de Boufarik. Mem. Ing. Agro., Inst. Nat. Agron., El Harrach (Alger), 66p.
- Hamadi K. 1994** - Etude des acariens des Citrus en Mitidja. Mém. Ing. Ecol. Nat. Sup. Agro., El Harrach (Alger), 147 p.
- Hamdi-Pacha A., 1976** - Diagnostique foliaire chez les agrumes. Mis à point des méthodes d'échantillonnages. Recherche de définitions de 'Standards'. Applicables à la culture des agrumes en Algérie. Mém. Ing. Agron., Ecol. Nat. Sup.,El-Harrach (Alger), 60 p.
- Harborne J.B., 1993** - Introduction to chemical ecology, 4 éme édition. Academic press, London, 317 p.
- Hatateba R., 1978** - Etat nutritionnel de quelques vergers de clémentinier de la Mitidja et du Sahelpar la method du diagnostic foliaire. Mém. Ing. Agron., Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach (Alger), 69 p.

- Hely P.C., Pasfield G., Gellatley J.G., 1982** - Insect Pests of Fruit and Vegetables in New South Wales. Melbourne: Inkata Press.,312 p.
- Hodgson C.J. and Peronti A.L.B.G. 2012** - A revision of the wax scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Ceroplastinae) of the Afrotropical Region. *Zootaxa*, 3372, pp : 1-265.
- Hodgson C.J., Abbas G., Arif M.J., Saeed S., and Karar H. 2008** - *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa*, 1913, pp : 1–35.
- Huang L.L., Wang D.W., Zhang Q.B., Lei H. D. and Yue B.S., 1988** - Study of bionomics and control of *Parlatoria zizyphus*. *Acta phytophylactica Sinica*, 15(1), pp : 15-21.
- Huguet C. et Coppenet M., 1992** - Un point sur le magnésium en agriculture. Editions INRA, Paris, 270 p.
- I.T.A.F.V., 2013** - La culture des agrumes. Brochure d'information élaborée par les services techniques de l'I.T.A.F.V. Ed. DFRV., 20 p.
- Imache I., Hartani T., Bouarfa S. et Kuper M., 2011** - La Mitidja vingt ans après, réalités agricoles aux portes d'Alger. Ed. Quae, Versailles, 288 p.
- Jacquemond C., Agostini D. et Curk F., 2009** - Des agrumes (Algérie), Bihar, 101 p.
- Jacquemond C., Curk F., Huzet M., 2013** - Les clémentiniers et autres petits agrumes. Ed.Quae, France, pp : 17- 66.
- Jendoubi H. 2018** - The scale insect fauna of citrus in Tunisia: A critical overview. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 5 (3), pp : 169-178.
- Jendoubi H., 2011** - Current status of the scale insect fauna of citrus in Tunisia and biological studies on *Parlatoria zizyphi* (Lucas). Ph.D. Thesis, Fac. Agr., Univ. Catania, Italy., 125 p.
- Jendoubi H., Grissa K.L., Suma P. and Russo A., 2008** - Scale insect fauna (Hemiptera, Coccoidea) of *Citrus* in Cap Bon region (Tunisia). *Bulletin IOBC/W`PRS*, 38, pp : 87-93.
- Jolivet P., 1992** - Insects and plants: Parallet evolution and adaptations. *Flora et Fauna handbooks*. Sanhill crane press. Gainesville, Florida. 190 p.
- Kabassina B., 1990** - Comparaison faunistique des Caelifères de la station de Caïd Gacem et de divers étages bioclimatiques du Togo. *Mem .Ing. Agron. Inst. Nat. Agro, El Harrach (Alger)*, 109 p.
- Kasraoui M.F., Braham M., Denden M., Mehri H., Garcia M., Lamaze T et Attia F., 2006** - sffet du déficit hydrique au niveau de la photochimique du PSII chez deux variétés d'olivier. *C. R. Biologies* , 329, pp : 98- 105
- Kerboua M., 2002** - L'agrumiculture en Algérie. In : D'Onghia A.M., D jelouah K., Roistacher C.N, *Proceedings of the Mediterranean research network on certification of citrus (MNCC)*, pp 21 -26.
- Khan A.N., Raman A., Dhilepan K., & Hodgkins D.S. 2013** - Localization of feeding of *Anomalococcus indicus* (Hemiptera: Lecanodiaspididae) and supplementary biological notes: towards the biological management of the invasive tree *Vachellia nilotica indica* (Fabales: Mimosoideae) in North-Eastern Australia. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (NS) (Vol. 49, No. 4, pp. 476-492)*.
- Kheddam M. et Adane N., 1996** - Contribution à l'étude phytoécologique des mauvaises herbes des cultures pérennes dans la plaine de la Mitidja. I. Aspect Floristique. *Ann. Inst. Nat. Agron. El Harrach (Alger)*, 17(2), pp : 1 – 26.

- Khelil A. et Bentchikou M.E., 1978** - Variations de la composition minérale des feuilles de clémentinier, Premier essai de détermination de la période de stabilité. Rev. Fruits, vol.34 n°09.
- Khlilj A. et Hajlaoui M.R., 2010** - Identification des espèces de phytophthora responsable de la pourriture racinaire dans les vergers d'agrumes tunisiens et évaluation de leur densité d'inoculum Annales de l'INRAT (Tunisie), 83, pp : 142-153.
- Kihal N., 1992** - Etude bioécologique d'*Aonidiella aurantii* Mask (Hom. Diaspididae) surclémentinier à l'I.T.F.V. de Boufarik et sa relation avec son parasite externe *Aphytischrysomphali* M. (Hym., Aphelinidae). Mém. Ing. Agron. Inst. Nat. Ens. Sup. Univ. Blida (Algérie), 60 p.
- Kirkaldy G.W. 1902** - Hemiptera. Fauna Hawaiiensis, 3, pp : 93-174.
- Kondo T., Gullan P. J. and Williams D. J. 2008** - Coccidology: The study of scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agro pecuaria, 9: 55–61. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945025006>.
- Koo R.C. and Sites J.W. 1956** - Mineral composition of citrus leaves and fruit as associated with position on the tree. In Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, Vol. 68, pp. 245-252.
- Kosztarab M. and Kozar F. 1988** - Scale insects of Central Europe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 456 pp.
- Kosztarab M. and Raymond G.J. 1997** - Pest status of soft scale insects, economic importance In. (eds.). Ben-Dov, Y. and Hodgson, C.J. Soft scale insects –their biology, natural enemies and control (7B). Elsevier Science, Amsterdam, pp : 161-163.
- Koutti A. et Bounaceur F., 2013** - Study of damage of thrips on citrus orchards of Mitidja, Alegria. Ed angewandten biologie forschung, 1 (3), pp 35-42.
- Kreiter P., 2011** - La lutte biologique et les cochenilles : plus de cent ans d'histoire. Ed AREFLEC, Lieu-dit Pianicce, INRA de Sophia Antipolis, Montpellier. 7, pp 201-211.
- Kumar R., 1991** - La lutte contre les insectes ravageurs: la situation de l'agriculture africaine. KARTHALA Editions. 310 p.
- Lasnami H., 1993** - Contribution à l'étude Bio-écologique de *Parlatoria ziziphi* Lucas (Hom. Diaspididae) sur clémentinier dans la région de Boufarik et sa relation avec son parasite interne *Aspidiotiphagus citrinus* Craw (Hym. Aphelinidae). Mém. Ing. Agron., Inst. Nat. Enseig. Sup. Blida 80p.
- Laumont P., 1951** - Contribution à l'étude de la biologie de l'orobanche et à sa destruction. Chambre agriculture, Alger, pp : 1 - 49.
- Lebdi Grissa, K., 2010** - Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie, Regional Integrated Pest Management Program in the Near East GTFS/REM/070/ITA, Juillet, 93 p.
- Lepoivre P., 2003** - Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte. De Boeck Université, Bruxelles, 427 p.
- Levy G., 1971** - L'application du diagnostic foliaire en arboriculture fruitière. Pomologie française. II. 273p.
- Longo S., Mazzeo G., Russo A. and Siscaro G. 1994** - *Aonidiella citrina*, a new pest of citrus in Italy. Informatore Fitopatologica, 34(12):19-25.
- Longo S., Marotta S., Pellizzari G., Russo A. and Tranfaglia A. (1995)** - An annotated list of the scale insects (Homoptera: Coccoidea) of Italy. *Israel Journal of Entomology* 29:113-130.
- Loussert R., 1987** - Les agrumes. L'arboriculture. Ed. Lavoisier. Paris, Vol n°1, 113p.
- Loussert R., 1989** - Les agrumes. Production. Ed. Sci. Univ. Vol n° 2. Liban, 250 p.

- Loussert R., 1989a** - Les agrumes. Production. Ed. Lavoisier, Paris, vol n° 2, 157 p.
- Loussert R., 1989b** - Les agrumes : Arboriculture. Ed. Scientifique Universitaires, Paris, 1, 113 p.
- Lozet J. et Mathieu C., 2002** - Dictionnaire de science du sol (4<sup>ème</sup> éd). Ed lavoisier, Tec et Doc. 574p.
- M.A.D.R., 2015** - Donnés statistique du ministère de l'agriculture et de développement rural, Alger, 3 p.
- Maher N., 2002** - Sélection du site de ponte chez *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) : influence de l'information chimique non volatile présente sur les fruits de plante hôtes. Th. Doct. Sc. Biol. Med., Univ. Bordeaux 2 (France), 125 p.
- Mamet R.J. 1943** - A revised list of the Coccoidea of the islands of the western Indian Ocean, south of the equator. Mauritius Institute Bulletin. Port Louis, 2, pp : 137-170.
- Mangold J.R., 1978** - Attraction of *Euphasiopteryx ochracea*, *Corethrella sp* and gryllids to broadcast songs of the southern male crickrt. Florida Entomol., 61, 57-61.
- Marchal P. 1909** - Contribution à l'étude des coccidés de l'Afrique occidentale. Mémoires de la Société Zoologique de France, 22 pp : 165-182.
- Marotta S. 1990** - Studio morfo-sistematico delle specie italiane della famiglia Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea). Thesis di dottorati. Università degli studi di Napoli, Italy. 104 p.
- Martin P., Gagnard J. et Gautier P 1984** - L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérés et tropicales. Ed. Lavoisier, Paris, 810 p.
- Martin-Prével P., Gagnard J., et Gautier P., 1984** - L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales, report, Tech. et Doc., Lavoisier, Paris p 810.
- Mathieu C. et Pieltain F. 2003** - Analyse Chimique des Sols. Méthodes Choiesies. Lavoisier. Tec & Doc, Paris, 275 p
- Mazzeo G., Longo S., Pellizzari G., Porcelli F., Suma P. and Russo A. 2014** - Exotic scale insects (Coccoidea) on ornamental plants in Italy: a never-ending story. Acta Zoologica Bulgarica. 6: 55–61. <https://www.researchgate.net/publication/272497507>.
- Mc Kenzie H.L., 1945** - A revision of *Parlatoria* and closely allied genera (Homoptera : Coccoidea : Diaspididae). Microentomology 10, pp : 47-121.
- Mc Kenzie H.L. 1967** - Mealybugs of California with Taxonomy, Biology, and Control of North American Species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). California: University of California Press, 525 p.
- Mercier A., 1999** - l'importance du fonctionnement morphodynamiques du cour d'eau sur les habitats des éphémères l'exemple d'une rivière de montage : l'Ariège ( pyrénées centrale française). Ephemera, vol. 1 (2), pp : 111-117.
- Merrill G.B., 1953** - A revision of the scale insects of Florida. Bulletin of the Florida State Plant Board 1, pp : 1-143.
- Meziane M., 2007** - Etude éco-physiologique des interactions entre la cochenille noire de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas 1893 (Homoptera, Diaspididae) et sa plante hôte : le clémentinier (*Citrus clementina*) dans la région de Mitidja Mem. Ing. Agro. Université de Blida. 92p.
- Miller D.R., 2005** - Selected scale insect groups (Hemiptera: Coccoidea) in the southern region of the United States. *Florida Entomologist*. 88: 482–501. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2005\)88\[482:SSIGHC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2005)88[482:SSIGHC]2.0.CO;2).

- Miller D.R. and Davidson J.A., 1990** - A list of the armored scale insect pests. In: Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control, Vol. 4A. Rosen, D., (Ed.), Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, pp 299-306.
- Miller D.R. and Davidson J.A., 2005** - Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs. Ed, Cornell University Press, Ithaca-New York, 442 p.
- Miller D.R., Miller G.L. and Watson G.W., 2002** - Invasive species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to United States agriculture. Proceedings of the Entomological Society of Washington, **104** (4):825-836.
- Mohammedi-Boubekka N., 2007** - Biosystématique des Aphidae et leur place dans l'entomofaune de l'oranger dans la plaine de la Mitidja. Thèse de magistère, Institut national agronomique, El Harrache, 156 p.
- Monastero S., 1962** - Le cocciniglie degli agrumi in Sicilia. Palermo Univ. Inst. Entomol. Agron. Bol. 4, pp : 65-151.
- Mutin G., 1977** - La Mitidja: décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ.Univ., Alger, Cent. Nat. Rech. Sci., Paris, 607 p.
- Nadir M., 1965** - Contribution à la détermination d'une fumure rationnelle des agrumes par l'analyse foliaire. Al Awamia. 16 (Rabat), 128-147.
- Newstead R., 1897** - New Coccidae collected in Algeria by the Rev. Alfred E. Eaton. Transactions of the Entomological Society of London, pp : 93-103
- O.N.M., 2018** - Relevés météorologiques de l'année 2016 et 2017. Office National de météorologie Station de Dar El Beida.
- Otsuka K. and Takahaski Y., 1962** - Causes of growth injury of Satsuma orange trees on serpentine soils. Part. 2 Molybdenum deficiency of Citrus trees on serpentine soils. Jour. Sci. Soil. Manure, 3 pp : 509-1.
- Ould Mahmoudi, 2002** - Influence des constituants chimique et biochimique des feuilles de trois variétés d'agrumes sur l'attraction et l'installation des populations de *Dialeurodes citri* AUS (Hom.Aleurodae). *Toxoptera aurantii* B.D.F. ONSC (Hom, Aphididae) et *Phyllocnistis citriela* STAINBTON - Lépidoptera, Gracillariidae) en Mitidja. Mem. Ing. Agron., Inst. Nat. Enseig. Sup. (Blida), 73 p.
- Ouzzani T., 1984** - Approche bioécologique du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptère ; Diaspididae) dans la Mitidja. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El- Harrach, 72 p.
- Ouzzani T., 1987** - Dynamique des populations de la cochenille noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Coccidea : Diaspididae) dans un verger d'agrumes à Boufarik, essai de lutte. Mem. Magist. Inst. Nat. Agro., Agro., El Harrach (Alger), 126 p.
- Pekas A., 2011** - Factors affecting the biological control of California red scale *Aonidiella aurantii* by *Aphytis* in eastern Spain citrus : host size, ant activity, and adult parasitoid food sources. Universidad Politécnica de Valencia. Doctoral Thesis, 146 p. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/10293>.
- Pekas A., Tena A., Aguilar A. and Garcia-Marí F., 2010** - Effect of Mediterranean ants (Hymenoptera: Formicidae) on California red scale (Hemiptera: Diaspididae) populations in citrus orchards. Environmental Entomology, 39, pp 827- 834.
- Pellizzari G. and Germain J.F., 2010** - Scales (Hemiptera, Superfamily Coccoidea). BioRisk, **4** (1), pp : 475-510.
- Piguet P., 1960** - Les ennemis des animaux des agrumes en Afrique du Nord. Ed. Soc. Shell, d'Alger, 117 p.
- 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.

- Praloran J.C., 1971** - Les agrumes : Techniques agricoles et productions tropicales. Ed.G.P Maisonneuve et la rose, Paris, 485 p.
- Quayle H.J., 1911** - The red or orange scale. Bulletin 222. Berkeley, California: University of California Publications, pp : 65-74.
- Quilici S., Vincenot D., et Franck A., 2003** - Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de La Réunion. France : CIRAD - Chambre d'Agriculture de la Réunion. 168 p.
- Quirion P. et Bourdeau P., 1994** - Lexique des sciences biologiques. Faculté des sciences et génies. Université Lava. Sainte Foy, Quebec, 733 p.
- Ramade F., 1984** - Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- Rebour H., 1945** - Les agrumes. Ed. Union des syndicats de production d'agrumes. Alger, 485 p.
- Rebour H., 1950** - Les agrumes en Afrique du Nord. Ed Boulevard Baudin, Alger, 498 p.
- Rebour H., 1966** - Les agrumes. Manuel de culture des citrus pour bassin méditerranéen. Ed J.B. Baillier et fils. Paris. 278 p.
- Rosen D., 1990** - Armored scale insect. Their biology, natural enemies and control. Vol. A. Amsterdam: Elsevier. 384 p.
- Sadallah A. 2015** - Effet de teneur chimique des feuilles du clémentinier sur la dynamique des populations de *Parlatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) dans la région dr Boufarik. Mém. Ing. Ecol. Nat. Sup. Agr, El Harrach (Alger), 90 p.
- Saighi H, 1998** - Biosystématique des cochenilles diaspines des plantes du jardin d'essai du Hamma et du parc de L'Institut national agronomique d'El-Harrach. Mem. Magist., Inst. Nat. Agron., El-Harrach (Alger), 325 p.
- Saighi H., Doumandji S. et Biche M., 2005** - Les cochenilles diaspines du Jardin d'Essai du Hamma (Alger) et leurs ennemis naturels (Hemiptera, Diaspididae). [Armoured scale insects from the Algiers botanical garden named Jardin d'Essai du Hamma and their natural enemies (Hemiptera, Diaspididae).]. Bul. Soc. Entomol. Fr. 110(4-5), pp : 429-928.
- Salama H.S., Abdel- Salam A.L., Donia A. and Megahed M.I., 1985** - Studies on the population and distribution Pattern of *Parlatoria ziziphus* (Lucas) in citrus orchards in Egypt. Insect Science and its Application. 6 (1) pp : 43-47.
- Sartiami D, Watson GW, Roff M.N.M., Idris A.B, 2016** - Mealybugs (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) attacking *Hibiscus rosa-sinensis* L. in Malaysia, with two new country records. American Institute of Physics Conference Series, 1784, pp : 1–20.
- Schoonhoven L.M., Jermy T, et Van Loon J.J.A., 1998** - Insect-plant biology: from physiology to evolution. 1<sup>st</sup> Ed. Chapman and Hall, London, pp: 31 – 82.
- Schreiber L., 2006** - **Characterisation of polar paths of transport in plant cuticles dans** Riederer M. et Müller C., Ed. Biology of the plant cuticle. Annual Plant Review, Blackwell Publishing, Oxford, pp 280 – 291
- Scora R. W., 1988** - Biochemistry, taxonomy and evolution of modern cultivated Citrus. Proc. Int. Soc. Citricult. VI. Congr. Vol. 1.Margraf Publishers. Wzikersheim. Germany, pp : 277-289.
- Seltzer P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phy. Glob., Univ.Alger, 219 p.
- Sherwood L., Klandorf H., Yancey P., 2016** - Physiologie animale. Ed. De Boeck Supérieur, Belgique, 754 p.

- Signoret V., 1877** - Essai sur les cochenilles ou gallinsectes (Homoptères - Coccidés), 18e et dernière partie. [Essay on gall forming scale insects (Homoptera - Coccoidea), 18th part.]. Ann.Soc. Entomol. Fr. (serie 5) 6: 591 -676.
- Skiredj A., 2007** - Département d'Horticulture/ IAV Hassan II/ Rabat/ Maroc. Raisonement du plan de fumures de la pomme de terre. <http://www.legume-fruit-maroc.com/pomme-terre.php>.
- Smirnoff W. A., 1950** - La « cochenille noire » dans les cultures d'agrumes au Maroc. *Rev. Terre Marocaine*. 225, pp : 257- 460.
- Smith D., Beattie G.A.C., Broadley R., 1997** - Citrus pests and their natural enemies. Integrated pest management in Australia. Dept. Of Primary Industries. Queensland,Australia. 12, pp : 125-132.
- Smith K. M. A. 1926** - comparative study of the feedin, methods of certain Hemiptera and the resulting effects upon theplant tissues with special reference to the potato plant. *Ann. Appf. Biol.*, Vol. 13, n°1, p : 109-139.
- Sorribas J., 2011** - Biological control of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Hemiptera:Diaspididae): spatial and temporal distribution of natural enemies, parasitism levels and climate effects.Doctoral Thesis, Universttat Politécnica de valencia, 175 p.
- Spiegel-Roy P. and Goldschmidt E. E. (Eds.), 1996** - Biology of *Citrus*. Cambridge University Press., Cambridge, UK., 230 p.
- Städler E., 2002** - Plant chemical cues important for egg deposition by herbivorous insect dans Hilker M. et Meiners T., Chemoecology of insect eggs and egg deposition, Blackwell Publishing. Berlin, pp 171 – 197.
- Stofberg FJ., 1937** - The citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.). Union of SouthAfrica, Department of Agriculture and Forestry, Science Bulletin, n° 31, pp : 167-224.
- Sweilem S.M., El-Bolok M.M. and Abdel-Aleem R.Y., 1984** - Biological studies on *Parlatoria zizyphus* (Lucas) (Homoptera – Diaspididae). *Bull. Soc. Entomol. d’Egypte*. 65 : 301-317.
- Swingle W.T. and Reece P.C., 1967** - The botany of *Citrus* and its wild relatives. In (Reuther W., Batchlor L.D., Webber H.J,Eds). : *The citrus industry*: University of California Berkeley, 1, pp : 130-190.
- Tabet O., 2017** - Ecologie de *Comperiella bifasciata* (Hym :Encyrtidae) et *Aphytis melinus* (Hym :Aphelinidea) dans les population du pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Hom : diaspididae) dans un verger d’oranger à Rouïba Mém. Ing. Agron., Ecol. Nat. Sup. Agron, El Harrach (Alger) 168 p.
- Taibi A., Gacemi A., Medjdoub Y., Medjdoub I. and Doumandji S., 2016** - *Citrus* infestation by the black scale, *Parlatoria zizyphi* Lucas (Homoptera: Diaspididae) in Tlemcen, Algeria. *Journal of Entomological Research*, 40(3), pp : 217 221.
- Takarli F., Belguendouz R. et Benrima A. 2015** - Etude de la dynamique des populations de *Parlatoria zizyphi* Lucas sur clémentinier dans la région de Mitidja. *Rev. Agrobiologia*, 7, pp : 21-26.
- Talhok, A.S., 1975** - *Citrus* pests throughout the world. In: Hafliger (Ed.). *Citrus* Ciba - Geigy Agrochemicals Technical Monograph, n°4, 88 p.
- Tanaka T., 1961** - Citrologia : Semi centennial commemoration paters on *citrus* studies. Osaka Japan.Techniques et documentation, Paris, 492 p.
- Tena A. and Garcia Mari F. 2011** - Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. *Bulletin IOBC/wrps*; 62, pp :365-378.

- Tergou S., Boukhemza M., Marniche F., Milla A. and Doumandji S., 2014** - Dietary Distinctive Features of Tawny Owl, *Strix aluco* (Linn 1758) and Barn Owl, *Tyto alba* (Scopoli 1759) in Gardens of Algerian Sahel, El Harrach, Jardin d'essai du Hamma. *J. Zool.*, 46(4), pp : 1013-1022.
- Tertuliano, M., & Le Rü, B., 1992** - Interaction entre la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* et ses différentes plantes-hôtes: étude de la teneur de la sève en acide aminé et en sucre. *Entomologia experimentalis et applicata*, 64(1), pp : 1-9.
- Thomas A. and Ramamurthy V.V., 2008** - On the problems in diagnostics of cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Entomon* 33(4), pp : 277-282.
- Thoreau-Pierre B., 1976** - Facteurs écologiques, notions de dynamique de population. Echantillonnages et exploitation mathématiques et statistiques des résultats. *Doc. Polyc., Dép. Zool. Agri., Inst. Nat. Agron., El- Harrach*, 41 p.
- Timmer L.W. and Menge J.A. 2000** - Common names of plant diseases. Diseases of Citrus APS. Interactive Careers and Placement. Journal and News Online Resources. Kagawa APS Press Bookstore. <http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Citrus.Asp>.
- Trabut L. 1910** - La défense contre les cochenilles et autres insectes fixés. Gouv. Gén. Algérie, Alger, 151 p.
- Trabut, L. 1926** - Les hybrides de Citrus nobilis: La Clémentine. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 6(60), pp : 484-489.
- Tumminelli R., Conti F., Saraceno F., Raciti E. et Schiliró R., 1996** - Seasonal development of California red scale (Homoptera: Diaspididae) and *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) on citrus in Eastern Sicily. *Proceedings International Society of Citriculture*, 1, pp : 642-648.
- Vasseur, A. and Schvester, D., 1957** - Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) en France. *Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique. INRA, Paris*. 8 : 5-161.
- Vet L.E.M. and Dicke M., 1992** - Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37, pp : 141-172.
- Virbel-Alonso C., 2011** - Citron et autres agrumes: un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé et votre beauté. Ed. Eyrolles., 27 p.
- Walali L.D.E., Skiredj A. et Hassan E., 2003** - Transfert de technologie en agriculture : Le bananier et les agrumes. *Inst. Arg. et Vétér. Hassan II. Rabat. (MADER DERD) Bull information et de liaison du PNTTA*, 4 p.
- Wallace A., Cameron S.M., Mueller R.T., 1954** - Seasonal changes in dry matter and nutrient composition of bearing Valencia orange trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 63, pp : 59-66.
- Webber H.J., Reuther W., and Batchelor L.D., 1967** - The Citrus industry vol.I. History, world Distribution, Botany and Varieties. University of California, Division of Agricultural Sciences, California. 933p.
- Williams, D. J. 2004.** Mealybugs of Southern Asia. The Natural History Museum, London, UK and Southdene SDN.BHD., Kuala Lumpur, Malaysia. 896 pp.
- Yesuf M., 2002** - Improving the quality of instruction in Nigerian primary and secondary schools through the broadcast media. *Journal of Curriculum and Instruction*, 6, 47-54.
- Zaabta I., Boukhobza L., Mimeche F. and Biche M., 2020** - Role of *Aphytis lepidosaphes* Compere, 1955 (Hymenoptera Aphelinidae) in limiting *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Homoptera Diaspididae) populations in an orange orchard in Rouiba (Algeria) *Biodiversity Journal*, 2020, 11 (1), pp : 35-40.

- Zekri F., 1993** - Etude bioécologique du Pou noir d'oranger *Parlatoria ziziphi* Lucas (Hom.Diaspididae) dans la région de Boufarik. Mem. Ing. Agron., Inst. Nat. Enseig. Sup., Blida, 141 p.
- Zellat N., 1989** - Entomofaune dans un verger d'agrumes à Mohammadia (Mascara), *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera, Diaspididae), *Aleurothrixus floccosus* Maskell (Homoptera, Aleyrodidae) et *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Trypetidae). Mém. Ing. Ecol. Nat. Sup. Agron., El Harrach (Alger ), 120 p.

**Références électroniques :**

**Ben-Dov, Y. 2010** - *ScaleNet*: Find a Valid Name and Catalogue Query for a species. Disponible sur :  
<http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/valid.htm>. Consulté le: 03/04/2016.

<http://aramel.free.fr>

<http://www.catalogueoflife.org>

<https://fr.tutempo.net/climat/02-2016/ws-603900.html>

**Tessier D., Morot-Gaudry J.F., 2004** - Sol, plante et atmosphère: une union vitale. Consulté le  
16/5/15.



# *Annexes*



## Annexe 1

Tableau 1 : Calendrier de surveillance et d'intervention phytosanitaire des agrumes

République Algérienne Démocratique et populaire Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural													INPV Institut National de la Protection des Végétaux				
CALENDRIER DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION PHYTOSANITAIRE DES AGRUMES													OBSERVATIONS				
Périodes d'intervention selon les stades phénologiques sensibles des agrumes																	
Bio-Agrumes	Nombre de traitements	Importance économique	Dévp des bourgeons		Dévp des feuilles		Dévp des pousses		Floraison		Développement du fruit			Maturation		Récolte * (Variétés précoces)	
			Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juit.	Aôu.	Sep.	Oct.		Nov.	Déc.		
			PS1			PS2			PS3								
Mauvillegi herbés	1	X	←→														- Désherbage mécanique. - Désherbage chimique sur les plantations de plus de 04 ans. - Entretien des couvertes d'irrigation.
Pucerons	1 à 2	XX			←→	←→											- Dès apparition des premières colonies.
Teigne du citronnier	1	X			←→												- Application phytosanitaire si justifiée.
Gommose	3	XX				←→	←→			←→			←→				- Echelonner les trois interventions à intervalle de deux mois l'une de l'autre. - L'application curative nécessite le curtage des plaies en plus de traitement foliaire.
Aleurodes	2	XX				←→											- Application phytosanitaire si justifiée. - Veillez à bien mouiller la végétation à forte pression.
Cochenilles	1 à 2	XX							←→								- Traiter en période de sortie massive des larves mobiles. - Veillez à bien mouiller la végétation à forte pression.
Mineuse	1 à 2 lâchers	XXX							←→	←→			←→				Lâchers des auxiliaires effectués fin Juin à fin Juillet.
Acarions	1 à 2	X										←→					- Traiter dès observations des premières colonies. Veillez à bien mouiller la végétation.
Cératite	1 à 2	XXX											←→				- Intervenir dès que le seuil de captures est atteint.

\* Les produits phytosanitaires utilisés sont référencés dans l'Index phytosanitaire.  
 \* Pour plus d'informations et de précisions, se référer aux Bulletins d'Actualisation Agricole, se rapprocher des Stations Régionales de la Protection des Végétaux ou des Inspections de la Protection des Végétaux des wilayas les plus proches.  
 \* Consulter le site [www.inpv.dz](http://www.inpv.dz).

N.B. : PS1 : Première période de séve  
 PS2 : Deuxième période de séve  
 PS3 : Troisième période de séve

\* Récolte programmée d'avril pour les variétés tardives  
 \* Lâchers correspond aux auxiliaires

## Annexe 2

**Tableau 2 :** Eléments essentiels à la croissance des plantes.

Eléments nutritifs	Forme chimique absorbé par la plante
<b>Macroéléments</b>	
Azote (N)	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$
Phosphore (P)	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^-$
Potassium (k)	$\text{K}^+$
Soufre (S)	$\text{SO}_4^{2-}$
Magnésium (Mg)	$\text{Mg}^{++}$
Calcium (Ca)	$\text{Ca}^{++}$
<b>Micro-éléments</b>	
Fer (Fe)	$\text{Fe}^{2+}$
Zinc (Zn)	$\text{Mn}^{2+}$
Cuivre (Cu)	$\text{Cu}^{2+}$
Bore (B)	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Molybdène (MO)	$\text{MoO}_4^{2-}$
Manganèse (Mn)	$\text{Mn}^{++}$

### Annexe 3

sont reportés sur des fiches de prélèvements (annexe 3).

#### Fiche de suivi du pou noir *Parlatoria ziziphi*:

Date de sortie :

Plante hôte : clémentinier / oranger

Région d'étude : Oued El Alleug / Rouiba

Stade phénologique :

Etat phytosanitaire du verger : peu entretenu (présence de cochenille et mauvaises herbes)

Traitements réalisés :

<b>Orientation: Ouest</b>			
<b>Organe végétatif</b>	<b>Feuilles</b>		<b>Rameaux</b>
<b>Stade de l'insecte</b>	<b>Face inférieure</b>	<b>Face inférieure</b>	
<b>Œufs</b>			
<b>Larve 1 mobile vivante</b>			
<b>Larve 1 mobile morte</b>			
<b>Larve 1 fixe vivante</b>			
<b>larve 1 fixe morte</b>			
<b>Larve 2 femelle vivante</b>			
<b>Larve 2 femelle morte</b>			
<b>Larve 2 mâle vivante</b>			
<b>Larve 2 mâle morte</b>			
<b>Jeune femelle vivante</b>			
<b>Jeune femelle morte</b>			
<b>Pronymphe vivante</b>			
<b>Pronymphe morte</b>			
<b>Nymphe vivante</b>			
<b>Nymphe morte</b>			
<b>Jeune femelle vivante</b>			
<b>Jeune femelle morte</b>			
<b>Femelle adulte vivante</b>			
<b>Femelle adulte vivante</b>			
<b>Mâle vivant</b>			
<b>Mâle vivant</b>			
<b>Puparium vide</b>			

## Annexe 4

### Fiche de suivi du Pou de Californie *Aonidiella aurantii*

Date de sortie :

Plante hôte : oranger

Région d'étude : Oued El Alleug / Rouiba

Stade phénologique :

Etat phytosanitaire du verger : peu entretenu (présence de cochenille et mauvaises herbes)

Traitements réalisés :

<b>Orientation: Ouest</b>			
<b>Organe végétatif</b>	<b>Feuilles</b>		<b>Rameaux</b>
<b>Stade de l'insecte</b>	<b>Face inférieure</b>	<b>Face inférieure</b>	
Larve 1 mobile vivante			
Larve 1 mobile morte			
Larve 1 fixe vivante			
larve 1 fixe morte			
Larve 2 femelle vivante			
Larve 2 femelle morte			
Larve 2 mâle vivante			
Larve 2 mâle morte			
Jeune femelle vivante			
Jeune femelle morte			
Pronymphe vivante			
Pronymphe morte			
Nymphe vivante			
Nymphe morte			
Jeune femelle vivante			
Jeune femelle morte			
Femelle adulte vivante			
Femelle adulte vivante			
Mâle vivant			
Mâle vivant			
Puparium vide			

## Annexe 5

### 1- Méthodes d'analyse

#### 1.1 - Méthode potentiométrique avec un PH mètre le rapport sol/eau=1/2.5

##### Principe

Le Ph est mesuré par la méthode potentiométrique sur une suspension terre/ liquide égale à 1/ 2.5. Le liquide peut être de l'eau distillée (mesure du pH eau).

##### ➤ Matériel biologique

- sol tamisé

##### ➤ Matériel non biologique

###### ▪L'appareillage

- ✓ pH-mètre
- ✓ Bêchers 100 ml
- ✓ Agitateur magnétique

###### ▪Les réactifs nécessaires

- ✓ Solutions étalon (Ph 7 et pH 4)
- ✓ Eau distillée bouillie (faire bouillir l'eau 30 mn environ, refroidir et boucher)

##### pH à l'eau

- ✓ Peser 20g de sol à 2mm dans un bécher de 100 ml (forme haute).
- ✓ Ajouter 50 ml d'eau distillée bouillie
- ✓ Agiter la suspension sur un agitateur magnétique. Pendant quelques minutes et laisser ensuite reposer pendant 30 mn
- ✓ Plonger avec précaution les électrodes dans la suspension du premier échantillon
- ✓ Maintenir l'agitation et laissé l'aiguille du pH-mètre atteindre sa position d'équilibre
- ✓ Avant d'effectuer la lecture. ( cela demande 30à 60 secondes).

#### 1.2 - Méthode de mesure la conductivité électrique par un conductivimètre, rapport sol/eau=1/5.

##### Principe

L'échantillon de sol est extrait dans un rapport d'extraction de 1.5 (m/v) avec de l'eau à une température de  $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ , afin de dissoudre les électrolytes. La conductivité électrique spécifique de l'extrait filtré est mesurée et le résultat est corrigé à une température de  $25^\circ\text{C}$ .

##### ➤ Matériel biologique

- Sol tamisé

##### ➤ Matériel non biologique

###### ▪L'appareillage

- ✓ Conductivimètre
- ✓ Agitateur + fioles d'agitation

###### ▪Les réactifs nécessaires

- ✓ Solution étalon (KCl 0.02)
- ✓ Eau distillée solution étalon (ph 7 et ph 7)

#### ▪ **Callibrage du conductivimetre**

- Effectuez les mêmes manipulation que pour le pH – mètre en utilisant une solution standard de KCL 0.02N.
- Ne jamais replacer les solutions de calibrage utilisées dans le contenant original.

#### ✚ **Expression des résultats**

La conductivité d'une solution est donnée par l'expression :

$$C = K/P$$

C : la conductivité en mmh

K : la constante d'étalonnage de la cellule

R : la résistivité

### 1.3 - Méthode de mesure le calcaire total par la méthode gazométrique avec le calcimètre de BERNARD

#### ✚ **Principe**

- ✓ Le calcaire total est la proportion globale de (CaCO<sub>3</sub>) présente dans la terre
- ✓ On attaque un poids connu de terre par l'acidité chlorhydrique, la réaction est :



C'est la réaction qui permet d'utiliser une méthode gazométrique puisque l'on voit d'une mole de CaCO<sub>3</sub> permet le dégagement d'une mole de gaz carbonique.

#### ➤ **Matériel biologique**

- sol tamisé à 0.2 mm

#### ➤ **Matériel non biologique**

##### ▪ **L'appareillage**

- ✓ le calcimètre de Bernard est Composé d'une burette graduée en ml reliée par le bas au moyen d'un tube en caoutchoue à une empoule et par haut à un erlenmeyer muni à l'intérieur d'un petit tube à essai.

##### ▪ **Les réactifs nécessaires**

- ✓ Acide Chlorhydrique 1/2 pur
- ✓ Eau distillée saturée en NaCl (300g/l)

#### ➤ **Mode opératoire**

- Remplir le tube en U d'eau salée de manière à ce que le niveau corresponde à l'origine des mesures.
- Peser 0.3 grammes de CaCO<sub>3</sub> pur est sec et le déposer dans l'erlenmeyer il va servir à étalonner l'appareil.
- Remplir le petit tube à essai au ¾ d'HCl ½ c que l'on place délicatement dans l'erlenmeyer au moyen de pinces en ayant soin, qu'aucune goutte ne tombe sur le CaCO<sub>3</sub>
- Boucher soigneusement l'erlenmeyer.
- Faire la lecture du niveau de burette : soit V<sub>0</sub> le volume lu.
- Renverser l'acide sur le CaCO<sub>3</sub> en ayant soin de ne pas échauffer le mélange avec la main
- Laisser la réaction se faire et attendre la stabilisation du niveau de l'eau dans le tube, marquant la fin du dégagement gazeux.

- Faire la lecture soit V1 le volume lu, le volume réel est donc  $V1 - V0 = V$
- Renouveler l'opération en remplaçant le CaCo3 par les échantillons de sol tamisés à 0,2 mm (prise d'essai de 0.5 g à 1 g selon la richesse en calcaire) soit V' le volume dégagé par l'échantillon de sol.

➤ **Expression des résultats**

$$\text{CaCo3\%} = \left[ \frac{V' \times 0.3}{V \times P} \right] \times 100$$

V = volume de CO2 produit par 0.3 g de CaCo3 pur et sec.

V' = volume de CO2 produit par x g de CaCo3 contenu dans un poids P de sol.

P = poids de la prise d'essai de terre en gramme.

#### 1.4 – Dosage de l'azote total dans la plante : Méthode de KJELDAHL

✚ **Principe**

Dans le sol, peut se trouver sous forme minérale et organique; pour le doser dans sa totalité, il faut détruire les composés organique de manière à obtenir tout l'azote sous une même forme minérale. On effectue pour cela une minéralisation. L'azote est ensuite dosé par dosage acides-base.

➤ **Matériel biologique**

- Sol sec tamisé

➤ **Matériel non biologique**

▪ **L'appareillage**

- ✓ Distillateur automatique
- ✓ Balance
- ✓ Matras 20 ml
- ✓ Appareil de Kjeldahl
- ✓ Fiole jaugée
- ✓ Erlenmeyer

▪ **Les réactifs nécessaires**

- ✓ Acide borique
- ✓ Acide sulfurique
- ✓ Soude
- ✓ L'eau distillée
- ✓ Blue de méthylène
- ✓ Rouge de méthylène (réactif de tashiro)
- ✓ Catalyseur
- ✓ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

➤ **Mode opératoire**

On attaque la substance du sol avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Concentré, à chaud et en présence d'un catalyseur (minéralisation par voie humide). L'Azote est transformé en sulfate d'ammonium. Par distillation en présence d'un excès d'acide borique. Les composés ammoniacaux sont dosés directement par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. on utilisera pour la distillation de l'ammoniaque, un distillateur automatique.

○ **Minéralisation de la prise d'essai**

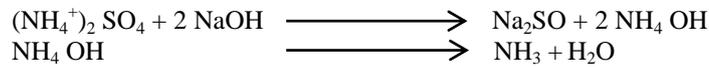
- La minéralisation est effectuée à l'aide d'un excès d'acide sulfurique concentré et chaud, en présence d'un mélange de catalyseurs (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et CuSO<sub>4</sub>).
  - Introduire 1 g de terre fine tamisée à 0.2mm dans un matras de Kjeldahl.
  - Ajouter environs 1ml d'eau distillée
  - Ajouter 10 ml d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, homogénéisé.

- Ajouter une pincée du catalyseur et porter à la rampe d'attaque.

#### ○ Distillation

Après la minéralisation, l'azote se trouve dans le minéralisat sous forme de  $\text{NH}_4^+$

- **Déplacement du  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NH}_3$  et isolement de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ )**



#### ○ Rinçage

Recueillir dans une fiole jaugée de 250 ml le contenu du matras. Ajuster avec les eaux de rinçage.

Dans un matras à distiller :

- Prélever 25 ml de la solution et l'introduire.
- Ajouter 25 ml de lessive de soude NaOH.

La lessive de soude étant en excès tous les ions ammonium sont transformés en ammoniac et donc tout l'azot se retrouve sous forme de  $\text{NH}_3$ .

- Deux rinçage sont essentiels pour éliminer toute trace d' ammonium de l'appareil
- Rincer l'appareil en choisissant le programme 2.

#### ○ Distillation

On chauffe le ménéralisat alcalinisé, le  $\text{NH}_3$  se dégage sous forme de vapeurs que l'on capte, que l'on condense et que l'on recueille pour le dosage.

- Faire une dilution au 20 éme.
- Placer 50 ml de la solution dilué dans le matras.
- Mettre le matras en place dans le distilateur.
- Disposer un collecteur à la sortie de l'appareil.
- Choisir le programme 1, il délivre 50 ml d'eau, et 50 ml de soude .
- La distillation dure 2 min.
- Récupérer 25 ml du distillat dans le godet du kit de dosage.
- Ajouter 2 gouttes de solution stabilisatrice.
- Remuer à l'aide de l'ampoule puis la cassée.
- Lire en utilisant le comparateur de coloration.

#### ○ Dosage de l'ammoniac

Le distillat (composés ammoniacaux) est récupéré et on y ajoute 1 goutte de Bleu de Méthylène et 3-4 gouttes de Rouge de Méthyle (Réactif de TASHIRO). La solution est verte – milieu basique – complexe borate d'ammonium. Procéder au tirage des 3 solutions à doser avec  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{N}/50$ :

- Une solution témoin ( sans plante ).
- 2 solutions - échantillon (I et II).

❖ **Expression des résultats :**

$$N\% = (A-B) \cdot N \cdot 14.007 \cdot 100 - P$$

A : Volume de l'acide sulfurique nécessaire pour le titrage de l'échantillon (ml).

B : Volume de l'acide sulfurique nécessaire pour le titrage de témoin.

N : Normalité de l'acide sulfurique.

P : Prise d'essai (mg).

**1.5- Dosage de l'azote assimilable avec l'extrait par KCl**

**Principe**

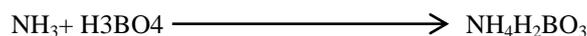
Le  $\text{NH}_4^+$  (échangeable et soluble), le  $\text{NO}_2^-$  (soluble) sont extraits du sol par KCl. Le dosage se fait par distillation, en présence d'oxyde de Magnésium (MgO) calciné selon les réactions suivantes :

- $\text{Sol-NH}_4 + \text{KCl} \longrightarrow \text{sol-k} + \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
- $\text{NO}_3^- \text{ et } \text{NO}_2^- + \text{Alliage de Devarda} \longrightarrow \text{NH}_4^+$
- $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mg}^{++} + 2 \text{OH}^-$

A chaud, l'ammonium se dégage sous forme de  $\text{NH}_3$  selon la réaction :



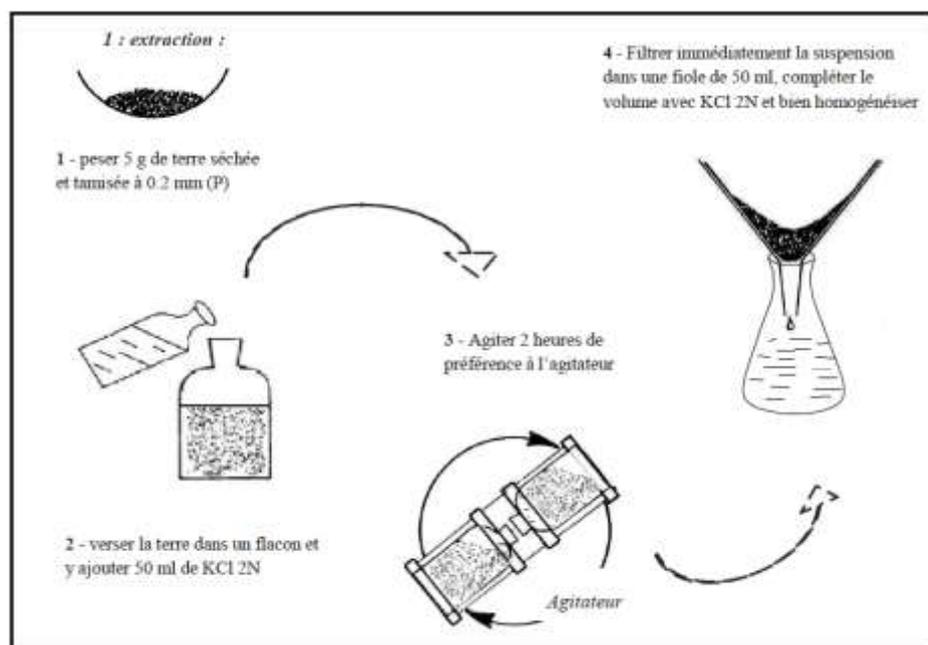
Ensuite le  $\text{NH}_3$  est refroidi (réfrigérant à eau) et recueilli dans l'acide borique :



Ce complexe obtenu est titré avec l'acide sulfurique 0.005 N :



La quantité de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  utilisée pour la titration. Nous permet de déduire la quantité d'azote assimilable.



**Figure 1 : Mode opératoire**

### ○ Distillation et dosage

- Introduit 10 ml d'acide borique dans un erlenmeyer.
- Ajouter 1 goutte d'indicateur.
- Introduit à l'aide d'une pipette 20 ml d'extrait dans la chambre à distiller.
- Ajouter 0.2 à 0.4g de MgO calciné, puis 0.2 g d'alliage de DEVARDA, commencer la distillation.
- Le distillat est recueilli dans de l'acide borique.
- Arrêter la distillation quand le volume du distillat est de 30 ml.
- Titrer avec l'acide sulfurique (V3).

Dans les mêmes conditions que l'échantillon, on fait les mêmes étape pour le témoin , soit 10 ml d'acide borique contenant une goutte d'indicateur , noter le volume d'acide sulfurique (V4).

❖ Calcul et interprétation :

$$N \text{ (assimilable)} = \frac{(V3 - V4) \cdot 0.07 \cdot V1 \cdot 1000 \cdot fch}{V2 \cdot P}$$

**Fch** :  $(100 + H\%) / 100$

**V1** : Volume de la solution d'extraction en ml = 50 ml

**V2** : Volume prélever pour la distillation = 20 ml

**V3** : Volume de l'acide sulfurique utilisé pour la titration de l'échantillon.

**V4** : Volume de sulfurique utilisé pour la titration du témoin (ml).

**Fch** : Facteur de correction de l'humidité

### 1.6 - Carbone organique : Méthode ANNE

La matière organique exerce un rôle très important sur le sol, elle améliore ses propriétés physiques (stabilité, structurale, capacité de rétention en eau ...) et chimiques par la libération progressif des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en élément minéraux apportés par les engrais (**Callot et al., 1982**).

Le dosage du carbone permet de déterminer d'une part la teneur en carbone dans le sol et d'autre part la teneur en matière organique.

La teneur en carbone organique exprimé en % (g en % de terre fine sécher à l'air) pour : passer du taux de carbone aux taux de MO totale, on utilise le coefficient multiplicateur 1.72.

$$\% \text{ MO} = \% \text{ C} \cdot 1.72$$

2 **Phosphore assimilable** : Méthode OLSEN

3 **Bases échangeable Ca ++, Mg ++, K +** : Extraction par l'acétate d'ammonium PH=7

▪ **Capacité d'échange cationique** : Méthode de percolation, extraction à l'acétate d'ammonium à PH=7.  
Méthode de percolation, extraction du Kcl.

## Annexe 6

### Mineralisation de la poudre végétale

Dosage : par la méthode de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux Ca et Mg par absorption atomique.

#### ❖ Dosage de potassium (K) par spectrophotométrie d'émission de flamme (Belgendouz, 2014)

##### ➤ Mode opératoire

Peser 1g d'échantillon dans une capsule platine, introduire la capsule dans un four froid pendant 3 heures à 550°C. Laisser refroidir ensuite transfère le résidu dans un bécher de 250 ml et introduire 10 ml acide nitrique et acide chlorhydrique.

Ramasser à sec (chauffer sur plaque chauffante jusqu'à apparition de plusieurs vapeurs) puis reprendre le résidu 2 ml acide nitrique concentré, filtrés sur filtre sans cendre dans une fiole jaugée de 100 ml d'eau.

- Préparation de la solution étalon 1 mg K/ml
- Dissoudre 1.09 g de KCl pur et séché 1 heures à 400 °C dans 1 litre d'HCl à 2 %

Réaliser une gamme pour le K selon le principe suivant :

MS. (ml)	1	2	4	8	12	20
Lecture (ppm)	4	8	16	32	50	82

#### ✓ Mesure spectro photométrique à flamme du K :

Diluer la solution de l'échantillon convenablement (2 à 10 fois) pour avoir K, et entre 50 et 200 µg/ml en milieu HCl à 2 %

Régler la sensibilité du spectrophotomètre sur émissions K 760 nm pour avoir toute l'étendue de l'échelle avec l'eau distillée ou l'étalon 50 µg. La teneur de potassium en % de matière sèche est donné par :  $K = \frac{n \cdot D \cdot V}{104 \cdot P}$

**Annexe 7**

**Tableau 5 : Analyse de la variance**

	<b>Source</b>	<b>DDL</b>	<b>Somme des carrés</b>	<b>Moyenne des carrés</b>	<b>F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>2016</b>	Modèle	5	1855939,439	371187,888	45,641	< 0.0001
	Erreur	354	2878982,560	8132,719		
	stades	4	1749689,156	437422,289	53,785	< 0.0001
	Régions	1	106250,283	106250,283	13,065	0,000
<b>2017</b>	Modèle	5	1642495,672	328499,134	88,169	< 0.0001
	Erreur	354	1318929,928	3725,791		
	stades	4	1522739,128	380684,782	102,176	< 0.0001
	Régions	1	119756,544	119756,544	32,143	< 0.0001
	Total corrigé	359	2961425,600			
<b>Oued El Alleug</b>	Modèle	5	1900201,197	380040,239	97,333	< 0.0001
	Erreur	354	1382199,067	3904,517		
	Dates	1	66667,225	66667,225	17,074	< 0.0001
	stades	4	1833533,972	458383,493	117,398	< 0.0001
	Total corrigé	359	3282400,264			
<b>Rouiba</b>	Modèle	5	1620018,845	324003,769	40,878	< 0.0001
	Erreur	354	2805835,191	7926,088		
	Dates	1	171246,304	171246,304	21,605	< 0.0001
	stades	4	1448772,541	362193,135	45,696	< 0.0001
	Total corrigé	359	4425854,037			

## Annexe 8

**Tableau 6 : Norme standardsdes éléments chimiques du sols (Gagnard et al 1988)**

<b>Ca<sup>++</sup>Cmol/Kg de sol</b>	<b>Mg<sup>++</sup>Cmol/Kg de sol</b>
< 2 : Très faible	< 0.5 : Très faible
2-5 : Faible	0.5-1.5 : Faible
5-10 : Moyen	1.5-3 : Moyen
10-20 : Elevé	3-8 : Elevé
> 20 : Très élevé	> 8 : Très élevé
<b>K<sup>+</sup>Cmol/Kg de sol</b>	<b>K Cmol/Kg de sol</b>
< 0.1 : Très faible	< 0,1 : Très faible
0.1-.03 : Faible	0,1-0,3 : Faible
0.3-0.7 : Moyen	0,3-0,7 : Moyen
0.7-2 : Elevé	0,7-2 : Elevé
> 2 : Très élevé	> 2 : Très élevé
<b>Rapport C/N</b>	<b>K<sub>2</sub>O‰</b>
< 8 : Faible	0.15: Terres pauvres
8 à 12 : Normale	0.15 à 0.30 : Terres moyennes
> : Fort	0.3 : Terres riche
<b>N%</b>	<b>C%</b>
< 0,1: Très faible	< 2: Très faible
0,1-0,19: Faible	2-3,9: Faible
0,2-0,49: Moyen	7-17,2: Moyen
0,5-1: Elevé	17,3-34,5 Elevé
<b>CEC mc /100</b>	
5: Très faible	
5 à 10: Faible	
10 à 25: Moyen	
25 à 40: Forte	
40: Très Forte	

## Annexe 9

**Tableau 7 :** Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur de sol de clémentinier en éléments chimique

	%de pop	Fécondité	Azote(%)	Phosphore(%)	Potassium(%)	Ca++	Mg++	Na+
%de pop		0.0098759	8.8113E-05	0.00022948	0.0078601	0.0010255	0.0020472	0.038127
Fécondité	0.70871		0.88852	0.012855	0.047729	0.014886	0.097086	0.1478
Azote(%)	0.89397	0.51194		0.00050971	0.0091578	0.0012008	0.0027471	0.24275
Phosphore(%)	0.87055	0.69087	0.84687		0.0025626	0.00045701	0.0084444	0.1567
Potassium(%)	-0.72321	-0.58069	-0.71359	-0.78365		0.035831	0.12589	0.086613
Ca++	0.82235	0.6804	0.81626	0.85036	-0.60833		0.0010811	0.3979
Mg++	0.79392	0.50099	0.78036	0.71874	-0.46697	0.82034		0.45052
Na+	-0.60253	-0.44438	-0.36544	-0.43583	0.51503	-0.26898	-0.24099	

**Tableau 8 :** Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur de sol d'oranger en éléments chimique

	%de pop	Fécondité	Azote(%)	Phosphore(%)	Potassium(%)	Ca++	Mg++	Na+
%de pop		0.0023496	0.0001167	8.8211E-05	0.0040417	0.0048591	0.00069354	0.028239
Fécondité	0.78768		0.00014608	0.007723	0.097383	0.0030505	0.0070932	0.10865
Azote(%)	0.88759	0.88221		0.0027647	0.0097726	0.0024766	0.012475	0.041232
Phosphore(%)	0.89395	0.72429	0.78005		0.0049302	0.060667	0.0012729	0.13184
Potassium(%)	-0.76105	-0.50061	-0.70939	-0.75038		0.058966	0.023694	0.0073246
Ca++	0.75118	0.77529	0.78524	0.5557	-0.55875		0.0089288	0.017999
Mg++	0.83655	0.72946	0.69296	0.81395	-0.64443	0.71521		0.019967
Na+	-0.62962	-0.48662	-0.59508	-0.46059	0.72752	-0.66624	-0.6582	

**Tableau 9 :** Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur des éléments minéraux dans les feuilles de clémentinier.

	<i>P. ziziphi</i>	Fecundity	N	K	P	Mg
<i>P. ziziphi</i>		0.00987	0.02580	0.00019	8.154E-05	0.00016
Fecundity	0.70871		1.991E-06	0.05007	0.00887	0.00454
N	0.6373	0.95128		0.06865	0.03275	0.03546
K	-0.87537	-0.57583	-0.54209		0.00955	0.01359
P	0.89566	0.71561	0.61653	-0.71088		0.00034
Mg	0.87965	0.75486	0.60928	-0.68693	0.85613	

**Tableau 10 :** Corrélation entre l'abondance des populations de *P. ziziphi* et la teneur des éléments minéraux dans les feuilles d'oranger.

	<i>P. ziziphi</i>	Fecundity	N	K	P	Mg
<i>P. ziziphi</i>		0.00235	0.00123	2.7607E-05	0.00073	0.00210
Fecundity	0.78768		5.1519E-06	0.00086	0.02084	0.00199
N	0.81526	0.94087		0.00192	0.00726	0.00019
K	-0.9166	-0.82875	-0.79669		0.00633	0.00383
P	0.83483	0.6548	0.72805	-0.73613		0.00086
Mg	0.79274	0.9507	0.87509	-0.7638	0.82872	

The statistical package is PAST (ver. 362b)



# *PUBLICATIONS*



# The influence of the region and the host plant on population dynamics of *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae) in Mitidja (Algeria).

Khaoula Aroua<sup>1\*</sup>, Mehmet Bora Kaydan<sup>2</sup>, Tange Denis Achiri<sup>3</sup> and Mohammed Biche<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Zoology, National Institute of Agronomic Sciences, 16000 (Algiers, Algeria)

<sup>2</sup>Çukurova University, Biotechnology Application and Research Centre, Balcalı, 01330 Adana, Turkey

<sup>3</sup>Department of Plant Protection, Çukurova University, 01330, Adana, Turkey

(Received 6 September, 2019; accepted 15 November, 2019)

## ABSTRACT

The aim of this work is to study the influence of the regions and the host plants on some bioecological aspects of the black parlatoria scale, *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae). The monitoring of the biological cycle of this pest was made by periodic counting of the populations on different part of the tree such as branches and leaves from January to December 2017 in the region of Rouiba [36° 432 N 3°162 E] and in the region of Oued El Alleug [36°332 N 2°472 E]. The scale insect, had three generations in a year on Clementine and orange trees (Citrus orange, Washington Navel) which corresponded with the three sap thrust on spring, summer, and the autumn. The three periods of activity and laying in Oued El Alleug Region started earlier compared to Rouiba Region. The average egg laid varied from 8.44 to 10.02 eggs per female on the Clementine tree and from 6.98 to 7.93 eggs per female on the orange tree. For each season, the crawlers migrated to the places that offer them favorable conditions. The analysis of the varieties showed that the workforces and the fecundity were influenced by date, variety and region. The distribution of the active larvae of the black *Parlatoria* scale was statistically significantly ( $P=0.05$ ) affected by the different cardinal directions of the plants in different seasons. The findings of this study have huge implications for *Parlatoria* scale insect control.

**Key words:** *Parlatoria ziziphi*, Host plant, Biological cycle, Sap thrust, Climatic conditions.

## Introduction

*Citrus* (Rutaceae) cultivation gives a considerable economic importance for many countries. Algeria is a major citrus producing country in the Mediterranean basin. In 1960, citrus cultivation accounted for 20% of the agricultural production in the world (Mutin 1977). The Algerian citrus cultivation area covers 59,443 ha, production of 1,341,994 T and a yield of 22.39 T/ha in 2015. The low productivity is

mainly due to phytosanitary problems and the impact of pests particularly the scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha). These pests occupy an important place among the most redoubtable pests in its distribution range (Demirozer *et al.*, 2009). These scale insects have been considered as a serious pest involving a large number of plants around the world. (Miller *et al.* 2002; Miller 2005; Kondo *et al.* 2008; Franco *et al.* 2009; Mazzeo *et al.* 2014). The Diaspididae constitute a special family of

\*Corresponding author's email: arouakhaoula@gmail.com

Cocomorpha infra order with 2595 species described (García Morales *et al.*, 2018). They are among the most invasive insects in the world (Andersen 2009 and Anderson, 2010). These pests do not produce honeydew (Henderson, 2011). Most of them are biparental and the coupling is very necessary for the eggs production (Miller and Davidson, 2005).

In Algeria, the infections and the ravages on the various hosts are caused mainly by diaspidid on all the northern bands of Algeria (Biche, 2012) and in the world (Cahuzac, 1986) on many fruits and forest trees thus weakening the trees. However, the host plant is considered as a true ecological factor that intervenes essentially in the modification of certain biological parameters of the insect (Biche and Sellami, 1999; Chafaa *et al.* 2013). Its influence on the scale insect is revealed by an elevated mortality, a lengthening of the duration of the development and by modifications of its fecundity that is according to the variety of the host plant and its physiological state (Biche, 1987).

*Parlatoria* Targioni-Tozzetti, genus is an important group from the Diaspididae and it is composed of 73 species (García Morales *et al.*, 2018). In recent years, a recrudescence of the black parlatoria scale has presented severe infections on the most citrus plants including the lemon tree, the bitter orange tree, the clementine tree and the orange tree, where

the degree of attack is the same on the leaves as on the branches and the fruits.

The aim of this work was to study the parlatoria scale insect, which has both a qualitative and quantitative impact on fruits, its epidemiology, dynamics and reproductive biology on Clementine and orange in Rouiba and Oued El Alleug for two years to be able to improve control and interventions.

## Materials and Methods

### Study site

This work was carried out in two survey sites in eastern and western Mitidja. The first is a private farm (agricultural exploitation) located in the commune of Rouiba [36°43'N 3°16'E], located 7 km from the Mediterranean and at an altitude of 17 m. The second is also a farm located in the commune of Oued El Alleug [36°33'N 2°47'E]. It is at an altitude of 54 m. Both sites contain several varieties of citrus. This experimentation was conducted in a clementine and orange orchard (Figure 1).

### Sampling and counting

The study started at the beginning of December 2015 and ended in December 2017. The method used was that of Vasseur and Schvester (1957). The sampling was done three times per month, that is to



Figure 1. Localization of the studied field in Mitidja (Algeria).

say every 10 days (a total of 36 outings per year). The survey orchards were divided into 9 plots of 24 trees for each one (a total of 216 trees). For each survey, 2 trees were taken randomly from each sample plot; a total of 18 trees were sampled. Two branches of 20 cm of length and two leaves at the height of man for each cardinal direction and on the center of the tree were taken. The samples were placed in Kraft paper bags on which we mention all the sampling information (date, variety, direction and region).

In the laboratory, the counting method consists of recognizing and counting under the binocular magnifying glass of the different stages of development of the insect scale on both sides of the leaves as well as on the branch for each cardinal direction. On the sampling cards the number of living individuals of each stage, as well as the number of eggs laid per female were noted. Seasonal and climatic parameters were also recorded.

#### Data exploitation and statistical analysis

The data were submitted to the various statistical analyses to study the dynamics of the total population of *P. ziziphi* on clementine and orange trees in the region of Rouiba and Oued El Alleug.

Fecundity (F) of *P. ziziphi* and the seasonal distribution (D) of crawler according to orientations were calculated using the following expressions:

$$F = \frac{\text{Number of eggs laid}}{\text{Number of females}}$$

$$D = \frac{\text{Number of mobile larvae of each orientation of the black parlatoria scale}}{\text{Total number of mobile largae}} \times 100$$

A one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to compare the effect of cardinal direction on the distribution of *P. ziziphi* in different seasons. Where there was statistically significant differences at  $p < 0.05$ , Duncan's Multiple range Test (DMRT) was used to separate the means. SPSS (version 23) was used for the analysis.

## Results

### Spatial distribution of *P. ziziphi*

The population counts results of *P. ziziphi* (Figures 2 and 3) distinguish three periods of intense activity per year: one vernal, estival, and autumnal on both

citrus varieties in both study areas. They practically coincided with the three thrusts of sap. The first had a larger number and lasted about five months. The second one with less important numbers and lasted about four months. On the other hand the third only lasted two months with smaller numbers. Adult females were present throughout the study period with overall percentages greater than 54% on both host plants at both sites. Overwintering of the black *Parlatoria* scale was exclusively in the form of adult females. It should be noted that the black *Parlatoria* scale behaved differently depending on the region. Indeed we notice a shift in the development of *P. ziziphi* populations. The three periods of activity in Oued El Alleug began a little late compared to those of Rouiba. On the clementine (Figure 2), there was a shift of 30 days (in 2016), 33 days (in 2017) for the first generation, 20 days (in 2016), 12 days (in 2017) for the second and 12 days (in 2016), 23 days (in 2017) for the third. However, the first generation in Rouiba began in February coinciding with the first sap thrust and ended at the beginning of June. The second generation started at the beginning of July and ended around the end of September. The third began in the second decade of October and ended in late December. But in Oued El Alleug, the first generation began during the third decade of February and ended in early June. While the second generation began in early June and ended in early October. The third generation, it began during the second decade of October and ended at the end of December.

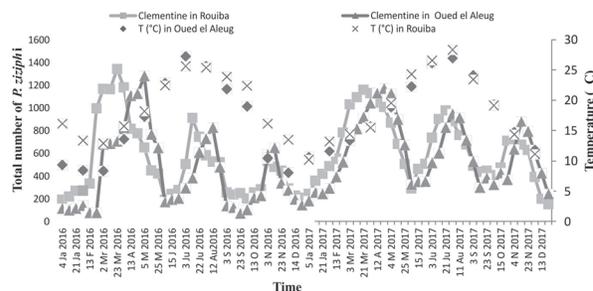


Fig. 2. Fluctuation of the numbers of the total population of *P. ziziphi* on the clementine in Rouiba and Oued Alleug from January 2016 to December 2017.

On the orange tree (Figure 3), there was a shift of 21 days (in 2016), 41 days (in 2017) for the first generation and the second generation and 13 days, 23 days (in 2017) for the third generation. The total temporal variations in the two sites also showed three generations of populations. The first started

around the first decade of February and ended in early June in both sites. On the other hand, the second generation started during the second decade of June and ended at the beginning of September in Rouiba. While at Oued El Alleug, it started towards the end of June and ended at the end of September. The third began at the beginning of September in Rouiba and at the end of this month at Oued El Alleug and ended at the end of December.

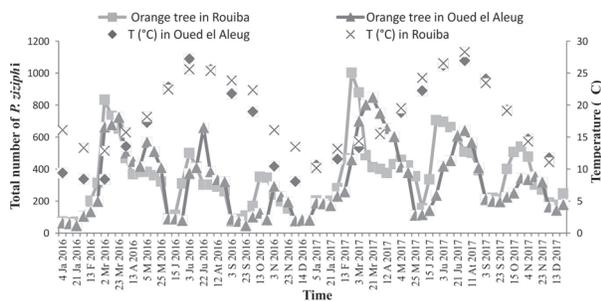


Fig. 3. Fluctuation of the numbers of the total population of *P. ziziphi* on the orange in Rouiba and Oued Alleug from January 2016 to December 2017.

**Fecundity**

The fecundity study showed that egg laying at Oued El Alleug started a little late compared with Rouiba (Figures 4 and 5). However, the average fecundity goes through three laying periods that coincided with the three thrusts of sap for both years. The first generation has larger egg-laying averages and lasted more than five months, from February until June. An estival spawn and another autumnal with less number of eggs was noticed. On the clementine tree (Figure 4), for the first laying period, we noted a shift of 24 days (in 2016) and 29 days (in 2017), for the second a shift of 10 days (in 2016) and 18 days (in 2017) and for the third period a shift of 11 days (in 2016) and 18 days (in 2017). The overall

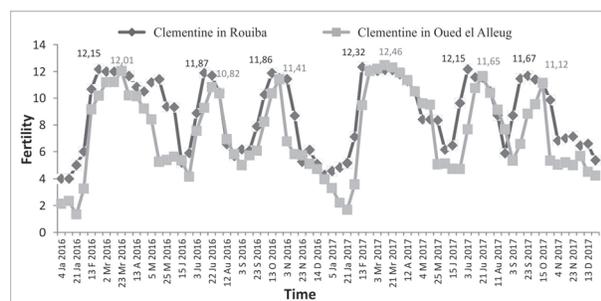


Fig. 4. Average fertility of *P. ziziphi* on the Clementine in Rouiba and Oued Alleug from January 2016 to December 2017.

average of fecundity was about 9.93 eggs per female (in 2016), 10.02 eggs per female (in 2017) in Rouiba and about 8.44 eggs per female and 9.06 eggs per female (in 2017) in Oued El Alleug. We observed an average values of fecundity ranging from 4 (in winter) to 12.32 eggs per female (in spring) in Rouiba whereas in Oued Alleug it varied from 1.33 (in winter) to 12.46 eggs per female (in the spring).

On the orange tree (Figure 5), we noted a shift of 24 days (in 2016), 18 days (in 2017) for the first laying period, 8 days (in 2016), 19 days (in 2017) for the second and 11 days (in 2016), 21 days (in 2017) for the third period. The overall average of spawning in Rouiba was 7.81 eggs per female (in 2016), 6.98 eggs per female (in 2017) and in Oued El Alleug it is 7.93 eggs per females (in 2016), 7.72 eggs per female (in 2017). That's mean the values of fecundity range from 0 (in winter) to 11.48 eggs per female (in spring) in Rouiba while in Oued Alleug, it varied from 0 (in winter) to 11.44 eggs per female (in summer).

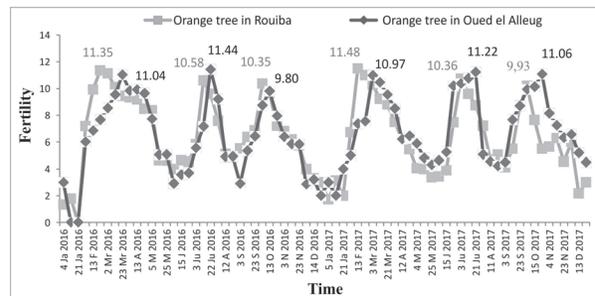


Fig. 5. Average fertility of *P. ziziphi* on the orange in Rouiba and Oued Alleug from January 2016 to December 2017.

**Seasonal distribution of mobile larvae according to the cardinal orientations**

The seasonal distribution of mobile larvae of *P. ziziphi* according to the orientations shows an identical behavior on both varieties, in both study sites and in both years (Figure 6).

In autumn, the center of the tree was the most desirable location for mobile larvae for fixing with a percentage greater than 41% on both host plants and at both sites. In winter, about 43% of the population continued to migrate to the center of the tree and low percentages on other orientations. In the spring, when climatic conditions became more favorable, the mobile larvae migrated to the east of the tree to record percentages greater than 35% followed by the center. In summer, the estival population contin-

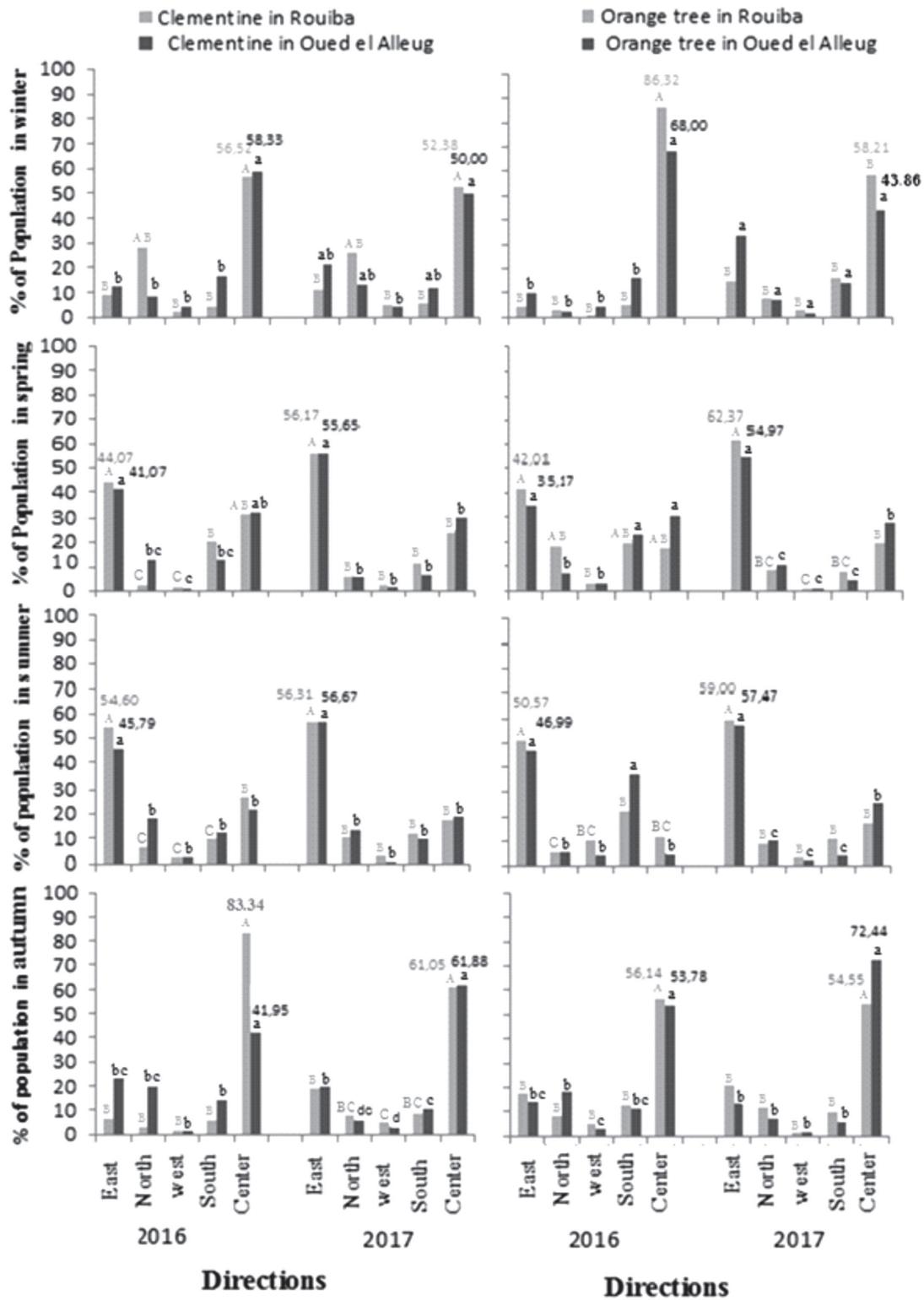


Fig. 6. Seasonal distribution of the active larvae of *P. ziziphi* on the Clementine and the orange according to orientations in Rouiba and Oued Alleug (Algiers). Bars with the same letter(s) on the same plant/season/location/year are not statistically significantly different by DMRT ( $P = 0.05$ )

ued its migration towards the east of the tree to mark a percentage that exceeds 45% followed by the center in the region of Rouiba and by the south in the region of Oued El Alleug.

Furthermore, ANOVA analyses revealed that the cardinal directions of the tree statistically significantly ( $P = 0.05$ ) influenced the distribution of the mobile larvae of the black *Parlatoria* scale insects on both plants, in both regions and in both years of the study. In the winter, the insects significantly ( $P = 0.05$ ) preferred the center, followed by the North directions of the trees. The spring season showed a migration pattern of the *Parlatoria* scale insects from the center to the east. Although the population was not statistically significantly different between the center and the east in 2016 for spring season, it was in 2017, in both regions and for both plants. A similar trend to that in the spring was observed in the summer. In autumn, the insects migrated again to the center of the plants.

## Discussion

The monitoring of *P. ziziphi* during the phenological cycle of clementine and orange trees in the region of Rouiba and Oued El Alleug revealed three generations per year : a spring, a summer and an autumnal. This corresponds perfectly to the three thrusts of sap, the main one of which is that of spring because it generates larger numbers, and lasts about five months. According to Praloran (1971), in Egypt, the biology of black parlatoria scale has been studied mainly, it has between 2 to 3 generations per year [Salama et al. (1985): 3 generations per year; Amin and Salem (1978); Sweilem et al. 1984 El Bolok et al. (1987): 2 generations per year]. In Algeria, the insect scale is polyvoltine and all generations are overlapping (Biche 2012). For the same study area this insect develops 3 generations and the spring period is the most favorable season and the most propitious for this insect scale (Belguendouz 2011; Takarli et al. 2015).

The three periods of the activity and egg laying in Oued El Alleug started a little late compared with the region of Rouiba. This lag in the development of the insect populations depends on nutritional and local climatic conditions. Similarly, this shift is conditioned by the phenological state of the host plant (moment of the thrust of sap). We can say that the noticed shift could be due to the presence of an offset at the level of the thrust of sap under the direct

influence of the distance of the littoral.

Concerning the preferential plant, the insect scale preferred to develop much more on the clementine tree than the orange tree. Praloran (1971) and Benassy (1975) also reported that *P. ziziphi* has a strong affinity for mandarin and clementine trees than for the lemon tree. The same findings were reported by Belguendouz (2011) too.

From the point of view of evolution, *P. ziziphi* has three spawning periods: spring, summer and autumn. Spring remains the most favorable season in the reproduction of the species. On the clementine tree, the overall average of egg-laying was about 9.85 eggs per female in Rouiba and about 8.30 eggs per female in Oued El Alleug. According to Smirnoff (1950), Chapot and Delluchi (1964), and Praloran (1971), the average fecundity of *P. ziziphi* greatly exceeds 10 eggs per female in a natural habitat. The results obtained from the study of the seasonal distribution of mobile larvae of *P. ziziphi* according to the orientations showed an identical behavior on both citrus varieties in the two study sites. For each season, the mobile larvae migrate to the places that offer them the favorable conditions. According to Takarli et al. (2015), the center of the tree is the most favorable place for the development of the insect scale. For all seasons, the west orientations remained the least sought. The center of the trees gave the insect the best microclimatic conditions for its development. This implies that effective and efficient control of the *Parlatoria* scale insect in the winter and summer requires careful application of insecticides in the center and east parts of the tree respectively.

## References

- Amin, A. H. and Salem, Y. S. 1978. Population studies on the scale insect species, *Parlatoria zizyphus* (Lucas), a new pest of citrus trees in Egypt (Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). *Proceedings of the Fourth Conference of Pest Controle*, September 30 – October 3, Cairo, Egypt, Part I, pp. 40-48. Google Scholar: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EG19790454882>.
- Google Scholar: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EG19790454882>
- Andersen, J. C. 2009. A phylogenetic analysis of armored scale insects, based upon nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. University of Massachusetts Amherst, 66 pp. <https://scholarworks.umass.edu/theses>.

- Andersen, J. C., Wu J., Gruwell, M. E., Morse, G. E., Santana, S., Feliciano, N., Gwiazdowski, B. B. and Normark, R. A. 2010. A phylogenetic analysis of armored scale insects, based up on nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 57: 992–1003. 10.1016/j.ympev.2010.05.002. Google Scholar: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790310002095>
- Belguendouz, R., Biche, M., Bekkouche, S. and Louz, S. 2011. The impact of *Parlatoria ziziphi* infestations on physicochemical quality of citrus fruits «Case of the clementine variety: *Citrus reticulata*» in Mitidja (Boufarik, Algeria). *Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bull.* 62 : 137-142. <https://www.researchgate.net/publication/281375752>.
- Benassy, C. 1975. Les cochenilles des agrumes dans le bassin méditerranéen. *Ann. Inst. Nat. Agron., El Harrach.* 6 : 118-142. Google Scholar: <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/12/5/6/13592>
- Biche, M. 1987. Bioécologie de *P. oleae* Colvée (Hom. Diaspididae) ravageur de l'olivier, *O. europaea* L., dans la région de Cap-Djinet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe *A. maculicornis* Masi (Hym. Aphelinidae). *Ann. Inst. Nat. Agron., El Harrach.* 98 :23-27. <http://scholar.google.com/scholar?cluster=4857415837391559437&hl=en&oi=scholar>
- Biche, M. 2012. Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO., Regional Integrated Pest Management Programme in the Near East / GTFS/REM/070/ITA. 36p. <http://scholar.google.com/scholar?cluster=17259889129360213699&hl=en&oi=scholar>
- Biche, M. and Sellami, M. 1999. Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria oleae* (Colvée) (Hom.Diaspididae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 104(3) : 287-292.
- Cahuzac, D. 1986. Les cochenilles des ligneux d'ornement. *Rev. Phytoma.* 383 : 37-38. <http://scholar.google.com/scholar?cluster=16064219903253930691&hl=en&oi=scholar>
- Chafaa, S., Biche, M., Chenchouni, H., Sellami, M. and Si Bachir, A. 2013. Effet du climat et de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera: Diaspididae), en conditions arides. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, (n.s.). 49 : 291-297. <https://doi.org/10.1080/00379271.2013.856203>
- Chapot, H. and Delluchi, V.L. 1964. Maladies troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Ed. Inst. Nat. Rech. Agro., Rabat. 339p.
- Demirozer, O., Kaydan, M. B., Karacer, I. and Ben-Dov, Y. 2009. First records of armoured scale insects (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) from the oil rose, *Rosa damascena*, in Turkey. *Hellenic Plant Protection Journal.* 2 : 33-35. <https://www.researchgate.net/publication/286453792>
- El-Bolok, M. M., Sweilem, S. M. and Abdel Aleem, R. Y. 1987. Seasonal variation in the population of *Parlatoria zizyphus* (Lucas) at Giza region. *Bulletin de la société Entomologique d'égypte* (1984/85)65 : 281-288. Google Scholar: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19880546653>
- Franco, J. C., Zada, A. and Mendel, Z. 2009. Novel approaches for the management of mealybug pests. In: Ishaaya I., Horowitz A.R. (eds): *Biorational Control of Arthropod Pests-Application and Resistance Management*. Dordrecht, Springer: 233–278. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-2316-2\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-2316-2_10). (DOI: 10.1007/978-90-481-2316-2\_10)
- García Morales, M., Denno, B., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y. and Hardy, N. B. 2018. Scale Net: A Literature based model of scale insect biology and systematics. <https://doi.org/10.1093/database/bav118>
- Henderson, R. C. 2011. Diaspididae (Insecta: Hemiptera: Coccoidea). *Fauna of New Zealand* 66. Manaaki Whenua Press, Lincoln, Canterbury, 275 pp. <https://www.biotaxa.org/fnz/article/view/1838/0>. file:///C:/Users/usthb/Downloads/1838-4058-1-SM%20(1).pdf
- Kondo, T., Gullan, P. J. and Williams, D. J. 2008. Coccidology: The study of scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *RevistaCorpoica – Ciencia y Tecnología Agro-pecuaria*, 9: 55–61. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945025006>
- Mazzeo, G., Longo, S., Pellizzari, G., Porcelli, F., Suma, P. and Russo A. 2014. Exotic scale insects (Coccoidea) on ornamental plants in Italy: a never-ending story. *Acta Zoologica Bulgarica.* 6: 55–61. <https://www.researchgate.net/publication/272497507>.
- Miller, D.R. 2005. Selected scale insect groups (Hemiptera: Coccoidea) in the southern region of the United States. *Florida Entomologist.* 88: 482–501. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2005\)88\[482:SSIGHC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2005)88[482:SSIGHC]2.0.CO;2)
- Miller, D. R., Miller, G.L. and Watson, G.W. 2002. Invasive species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to U.S. agriculture. *Proceeding of the Entomological Society of Washington.* 104: 825–836. <https://www.researchgate.net/publication/236018523>.
- Miller, D. R. and Davidson, J. A. 2005. *Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs (Hemiptera: Diaspididae)*. Cornell University Press. Ithaca, NY, 456 pp.
- Mutin, G. 1977. La Mitidja. Décolonisation et espace géographique. Ed. OPU., Alger, 607p.
- Praloran, J. C. 1971. Les Agrumes, technique agricoles et productions tropicale Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 565p.

- Salama, H. S., Abdel-Salam, A. L., Donia, A. and Megahed, M. I. 1985. Studies on the population and distribution Pattern of *Parlatoria zizyphus* (Lucas) in citrus orchards in Egypt. *Insect Science and its Application*. 6(1) : 43-47. Google Scholar: <https://www.cambridge.org/core/journals/international-journal-of-tropical-insect-science/article/studies-on-the-population-and-distribution-pattern-of-parlatoria-zizyphus-lucas-in-citrus-orchards-in-egypt/84483D7F78FA5BB7DAEDD8E25BEE8567>
- Smirnoff, W. A. 1950. La « cochenille noire » dans les cultures d'agrumes au Maroc. *Rev. Terre Marocaine*. 225: 257- 460.
- Sweilem, S. M., El-Bolok, M. M. and Abdel-Aleem, R. Y. 1984. Biological studies on *Parlatoria zizyphus* (Lucas) (Homoptera – Diaspididae). *Bull. Soc. Entomol. d'Egypte*. 65 : 301-317. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19880546655>
- Takarli, F., Belguendouz, R. and Benrima, A. 2015. Etude de la dynamique des populations de *Parlatoria zizyphi* Lucas sur clémentinier dans la région de Mitidja. *Rev. Agrobiologia*. 7: 21-26. Google Scholar: <http://agrobiologia.net/online/wp-content/uploads/2015/01/21-26-BELGUENDOZ-6p.pdf>
- Vasseur, A. and Schvester, D. 1957. Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) en France. *Ann. des Epiphyties et de Phytogénétique. INRA, Paris*. 8 : 5-161.
-

# FIRST RECORD OF *PHENACOCCLUS SOLENOPSIS* TINSLEY (HEMIPTERA: COCCOIDEA: PSEUDOCOCCIDAE) IN ALGERIA<sup>1</sup>

Khaoula Aroua,<sup>2,3</sup> Mehmet Bora Kaydan,<sup>4</sup> Cansu Ercan,<sup>4</sup> and Mohammed Biche<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** We report the first record of the invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) in Algeria. It was found on *Citrus lemon* (L) Osbeck (Rutaceae) in the Rouïba region [36° 43'N 3° 16'E].

**KEYWORDS:** *Phenacoccus solenopsis*; Rouïba; *Citrus limon*

## INTRODUCTION

With about 2,020 described species, the family Pseudococcidae is the second richest family of Coccoidea after Diaspididae (Garcia Morales et al., 2016).

The invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Coccoomorpha: Pseudococcidae) was first described in the United States by Tinsley (Abbas et al., 2010). This mealybug is recorded in the Australasian, Afrotropical, Nearctic, Oriental and Neotropical regions (McKenzie, 1967; Fand and Suroshe, 2015; Garcia et al., 2016). Currently, in the Palearctic Region, it has been recorded in Cyprus, Egypt, France, Iran, Israel, Japan, Turkey and recently in Iraq (Kaydan et al., 2013; Abul-Rassoul et al.; Garcia et al., 2015). It is a highly polyphagous species that currently has more than 200 host plants belonging to 55 families including field crops, vegetables, fruit trees, ornamentals and weeds (Abbas et al., 2010; Fand and Suroshe, 2015; Garcia et al., 2016; Filiz Çalıřkan et al., 2015). According to Hodgson et al. (2008), in Asia this species shows considerable morphological variation that can be induced by the local environment. In this note, the authors report the presence of *P. solenopsis* in Algeria and add a new distribution record for the Palearctic region.

## MATERIALS AND METHODS

### Study site:

The authors first noted *P. solenopsis* during a survey of Coccoidea on citrus in an orchard of lemon trees on a private farm located in the commune of Rouïba [36°43'N 3°16'E], located 7 km from the Mediterranean and at an altitude of 17m, in the plain of La Mitidja (Fig. 1). This site also contains several other citrus varieties, open fields and greenhouses of vegetable crops so that most prob-

<sup>1</sup> Received on November 2, 2018. Accepted on May 17, 2019.

<sup>2</sup> Laboratory of Zoology, National Institute of Agronomic Sciences (Algiers, Algeria)

<sup>3</sup> Corresponding author E-mail: arouakhaoula@gmail.com

<sup>4</sup> Department of Biotechnology, Çukurova University (Adana, Turkey)

ably the mealybugs were transported into the area on these crops. According to Hodgson et al. (2008), *P. solenopsis* also has the ability to spread by wind or by other means (farm machinery, workers, etc.) to other areas.

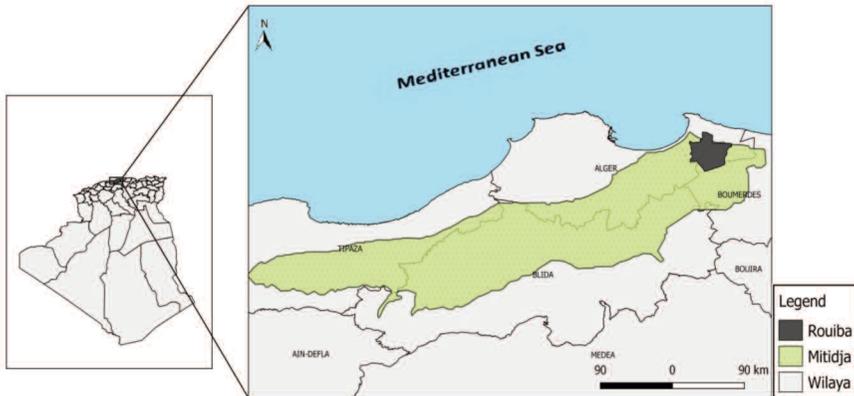


Fig. 1. Location of the sampled field in Mitidja (Algeria).

The samples were collected from the branches and leaves of lemon trees. Each sample was placed in a paper bag on which all the details of the harvest were recorded (date, variety, direction and region), and brought to the laboratory for examination. The specimens were mounted on slides according to the method described in Kosztarab and Kozár (1988), and observed by light microscopy and identified according to the keys mentioned in Hodgson et al. (2008) and Williams (2004)(Fig. 2). The identification of the mealybug was verified by Mehmet Bora Kaydan of Çukurova University.

### CONCLUSION

The mealybug has the potential to become a significant pest in many cropping systems (Hodgson et al., 2008; Filiz Çalışkan et al., 2016). The increase of international trade certainly explains the occurrence of this species throughout the world. It would be interesting to determine its distribution, its dynamics in its colonization phase, its reproductive biology and its specialization for host plants in Algeria.

### ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the Higher National Agronomic School (ENSA) El Harrach-Algiers, Algeria for financial assistance and the Biotechnology Center, Çukurova University, Adana, Turkey for material support.



## LITERATURE CITED

- Abbas, G., M. J. Arif, M. Ashfaq, M. Aslam, and S. Saeed.** 2010. The impact of some environmental factors on the fecundity of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae): a serious pest of cotton and other crops. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 47(4): 321–325.
- Abul-Rassoul, M. S., I. M. Al-Malo, and F. B. Hermiz.** 2015. First record and host plants of Solenopsis mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 1898 (Hemiptera, Pseudococcidae) from Iraq. *Arab and Near East Plant Protection Newsletter* No. 66:4.
- Fand, B. B. and S. S. Suroshe.** 2015. The invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, a threat to tropical and subtropical agricultural and horticultural production systems. *Crop Protection* 69:34–43.
- Filiz Çalıřkan, A., Mohammad Hayat, M. Rifat Ulusoy, and M. Bora Kaydan.** 2016. Parasitoids (Hymenoptera: Encyrtidae) of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in Turkey. *Türkiye Entomoloji Derneđi* 40 (2):133–148.
- Filiz Çalıřkan, A., M. Bora Kaydan, M. Muřtu, and M. Rifat Ulusoy.** 2015. Demographic parameters and biological features of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on four ornamental plants. *Phytoparasitica*. Published online: DOI 10.1007/s12600-015-0496-8.
- García, M., B. Denno, D. R. Miller, G. L. Miller, Y. Ben-Dov and N. B. Hardy.** 2015. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. (Web page: <http://scalenet.info>).
- García Morales, M., B. Denno, D. R. Miller, G. L. Miller, Y. Ben-Dov, and N. B. Hardy.** 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database, 1–5:bav118. (accessed on October 05, 2018)
- Hodgson, C. J., G. Abbas, M. J. Arif, S. Saeed, and H. Karar.** 2008. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa* 1913:1–35.
- Kaydan, M. B., A. F. Çalıřkan, and M. R. Ulusoy.** 2013. New record of invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in Turkey. *EPPO Bulletin* 43: 169–171.
- Kosztarab, M. and F. Kozár, Eds.** 1988. *Scale Insects of Central Europe*. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary, and Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 456 pp.
- McKenzie, H. L.** 1967. *Mealybugs of California with Taxonomy, Biology, and Control of North American Species* (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). California: University of California Press. 525 pp.
- Williams, D. J.** 2004. *Mealybugs of Southern Asia*. The Natural History Museum, London, UK and Southdene SDN.BHD., Kuala Lumpur, Malaysia. 896 pp.

## INVENTAIRE DES COCHENILLES DES AGRUMES (CLÉMENTINIER ET ORANGER) DANS DEUX RÉGIONS DE LA MITIDJA (ALGÉRIE)

AROUA Khaoula <sup>1\*</sup>, KAYDAN Mehmet Bora <sup>2</sup>, BELGUENDOZ Rachida<sup>3</sup>, ACHIRI Tange Denis <sup>4</sup> et BICHE Mohammed <sup>1</sup>

1. Laboratoire de zoologie, École Nationale Supérieure Agronomique (Alger, Algérie)

2. Département de biotechnologie, Université de Çukurova (Adana, Turquie)

3. Département des Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida (Algérie)

4. Département de protection des végétaux, Université de Cukurova (Adana, Turquie)

Reçu le 09/08/2019, Révisé le 21/09/2019, Accepté le 09/11/2019

### Résumé

**Description du sujet :** Les archives faunistiques sont rares et dispersés dans des documents taxonomique et biologique. Depuis fort longtemps, les agriculteurs et les autorités algériennes ont négligé les cochenilles attaquant les agrumes. La connaissance de la nocivité potentielle pour chaque espèce sera utile on programme de lutte antiparasitaire et de lutte intégrée

**Objectifs :** le but est de mettre à jour et de recenser ces espèces de cochenilles vivant sur les agrumes. L'étude a permis de rassembler les données obtenues à celles précédemment rapportés dans la littérature sur une période de 117 ans.

**Méthodes :** L'inventaire comprend des cochenilles collectées à partir d'échantillons de terrain dans la région de la Mitidja, [36°43'N 3°16'E] [36°33'N 2°47'E] et d'une enquête bibliographique.

**Résultats :** L'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces. Dans le présent document, dix espèces de cochenilles ont été enregistrées. Ils appartiennent à quatre familles issues de deux zones zoogéographiques. Ils sont considérés comme des espèces cosmopolites. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 6 espèces regroupées dans 4 genres (*A. aurantii*, *C. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*), suivie par les Coccidae avec 2 espèces dans 2 genres (*S. oleae*, *C. hesperidum*) et les Monophlebidae et les Pseudococcidae sont les moins représentés avec une espèce chaque (*I. purchasi* et *Pl. citri*). Les genres des cochenilles d'agrumes dominants sont *Parlatoria*, *Aonidiella* et *Lepidosaphes*. Les espèces les plus enregistrés sur clémentinier, *P. ziziphi* et *P. pergandii* et sur oranger, *A. aurantii* et *L. beckii*.

**Conclusion :** l'Algérie possède une richesse faunistique élevées par rapport au nombre totale d'espèce enregistré dans les pays voisin.

**Mots clé :** archives faunistiques, cochenilles d'agrumes, Mitidja, enquête

## INVENTORY THE SCALE INSECT OF CITRUS FRUITS (CLEMENTINE AND ORANGE) IN TWO REGIONS OF MITIDJA (ALGERIA)

### Abstract

**Description of the subject:** Faunistic records are rare and scattered in taxonomic and biological documents. For a long time, farmers and Algerian authorities have neglected scale insect attacking citrus fruits. Knowledge of the potential damage to each species will be useful for both pest management and integrated pest management.

**Objectives:** The goal is to update and identify these species of scale insect living on citrus fruits. The study brought together the data obtained with those previously reported in the literature over the period of 117 years.

**Methods:** The inventory includes scale insect collected from field samples in the Mitidja region, [36°43'N 3°16'E] [36°33'N 2°47'E] and a bibliographic survey.

**Results:** A critical review of citrus scale insect literature in Algeria revealed the presence of 21 species. In this document, 10 species of mealybugs have been recorded. They belong to four families from two zoogeographic zones (which ones). They are considered cosmopolitan species. The family Diaspididae is the most abundant with 6 species grouped into 4 genera (*A. aurantii*, *C. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*), followed by Coccidae with 2 species in 2 genera (*S. oleae*, *C. hesperidum*) and Monophlebidae and Pseudococcidae are the least represented with one species each (*I. purchasi* et *Pl. citri*). The genera of the dominant citrus scale insect are *Parlatoria*, *Aonidiella* and *Lepidosaphes*. The most recorded species on clementine, *P. ziziphi* and *P. pergandii* and on orange tree, *A. aurantii* and *L. beckii*.

**Conclusion:** Algeria has a high faunistic wealth compared to the total number of species recorded in neighboring countries.

**Keywords:** faunistic records, citrus scale insect, Mitidja, survey

\* Auteur correspondant : AROUA Khaoula, E-mail: arouakhaoula@gmail.com

## INTRODUCTION

Les études faunistiques sont importantes pour documenter les nouvelles données de répartition et informer les chercheurs des parasites exotiques potentiels [1].

Les cochenilles appelées, également, poux ou kermès ont été signalés en tant qu'espèces nuisibles attaquant un grand nombre de plantes hôtes à travers le monde [2, 3, 4 et 5]. Le commerce des arbres fruitiers et ornementaux semble être la voie habituelle de leur transfert. Dans de nombreux pays du monde, il existe une riche littérature sur cochenilles, notamment d'excellentes monographies régionales, des traités systématiques et plusieurs articles de synthèse [1]. En Algérie, malgré l'implication économique des cochenilles, très peu d'études ont été menées à ce jour pour fournir une liste de contrôle des espèces nuisibles à de nombreuses cultures stratégiques. À l'heure actuelle, la liste la plus complète de cochenilles présentes en Algérie pourrait être celle cataloguée dans la base de données en ligne «ScaleNet» [6, 7 et 8]. En conséquence, 178 espèces ont été identifiées. Comparée à celles enregistrées dans des pays voisins comme la Tunisie (69), le Maroc (173), France (410), l'Italie (381) et Sicile (150) [9 et 1].

Les cochenilles des agrumes apparaissent comme étant les deuxièmes ravageurs après la mouche méditerranéenne des fruits [10].

La famille des Margarodidae, Pseudococcidae, Coccidae et Diaspididae renferme le plus grand nombre d'espèces qui causent des préjudices à cette culture [11].

Nous présentons ici les résultats d'une enquête de terrain sur clémentinier et oranger dans la région de la Mitidja, en rapportant ces données à celles précédemment rapportées dans la littérature afin de fournir la liste la plus complète. Les archives historiques résument les caractéristiques de base de la biologie, la plante hôte, la nocivité potentielle pour chaque espèce présente dans les vergers agrumicoles d'Algérie.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce rapport comprend des cochenilles collectées à partir d'échantillons de terrain et d'une enquête bibliographique.

### 1. Enquête sur le terrain et échantillonnage

L'enquête a été réalisée dans deux sites d'étude faisant partie respectivement de la partie orientale et occidentale de la Mitidja de janvier à décembre 2018. Le premier est une exploitation privée localisée dans la commune de Rouiba [36°43'N 3°16'E], situé à 7 km de la Méditerranée et à une altitude de 17 m. Le deuxième est une exploitation localisée dans la commune d'Oued Alleug [36°33'N 2°47'E]. Elle se trouve à une altitude de 54 m. Les deux sites renferment plusieurs variétés d'agrumes. (Fig. 1).

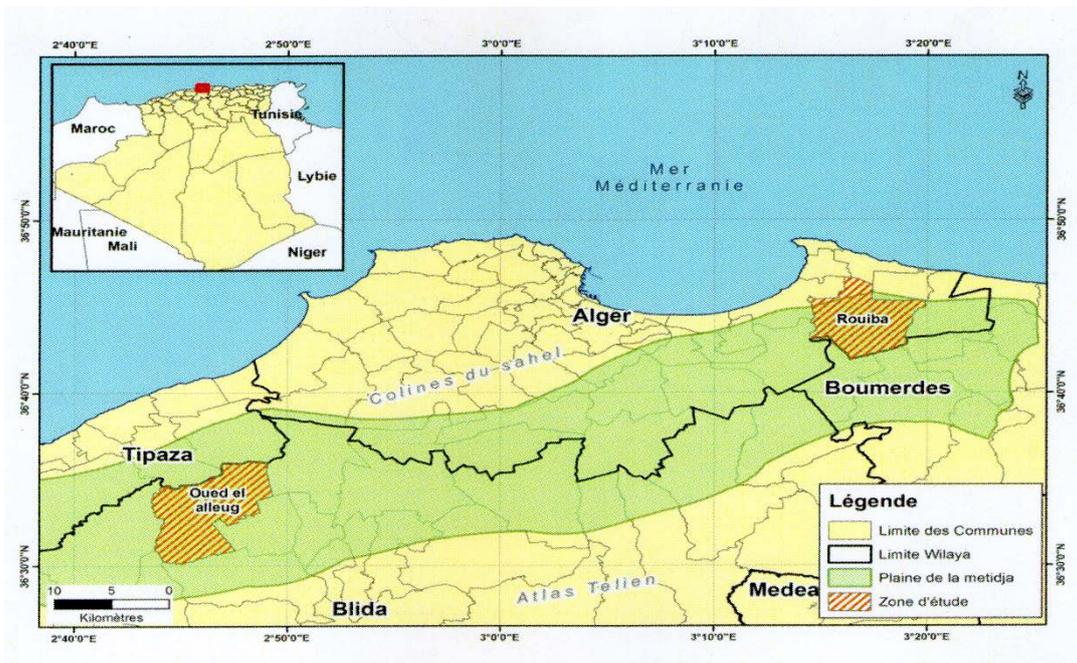


Figure 1: Localisation de la région d'étude dans la plaine de la Mitidja.

Dans les deux sites, l'échantillonnage est réalisé dans les deux vergers : le Clémentinier (*Citrus clementina*) et l'Oranger de la variété Washington Navel (*Citrus sinensis*). Les vergers d'étude sont divisés en 9 parcelles de 24 arbres chacune (soit un total de 216 arbres). A chaque sortie, nous échantillonnons sur 2 arbres d'agrumes infestés, de chaque parcelle d'échantillonnage, soit un total de 18 arbres sur lesquels, nous prélevons 2 rameaux de 20 cm de long et deux feuilles à hauteur d'homme pour chaque direction cardinale et au centre de l'arbre. Les échantillons récoltés sont placés dans des sachets en papier Kraft sur lesquels nous mentionnons tous les renseignements du prélèvement (le nom de l'agriculteur, l'emplacement, la variété d'agrumes et la date d'échantillonnage et région).

Au niveau du laboratoire, les cochenilles des feuilles et rameaux infestés sont récoltés soigneusement avec une épingle entomologique humectée de l'alcool pour que les espèces ne soient pas brisées et au moins 50 femelles pour chaque espèce de chaque échantillon ont été conservées, jusqu'à leur montages, dans de l'alcool 70°, accompagnés d'une étiquette portant les indications complètes. Les échantillons ont été étiquetés avec les coordonnées relatives. Tous les matériaux récupérés ont ensuite été acheminés vers le département de l'agriculture. Les spécimens ont été montés sur lame selon la méthode décrite dans Kosztarab et Kozàr [12] et observé par microscopie optique et identifiés avec le premier auteur selon les clés décrites par Balachowsky [13 et 14]. et Miller et Davidson [4]. (Diaspididae); Williams [15] et Hodgson *et al.* (Pseudococcidae) [16] Unruh et Gullan [17 et 18] (Monophlebidae, genre *Icerya*). La confirmation d'identification des cochenilles ont été faite par (Prof. Mehmet Bora KAYDAN et Prof. Mohamed BICHE).

## 2. Analyse des données

Les espèces recensées sont listées et regroupées par famille et séparées par origine et plante hôte, avec les références correspondantes pour chaque espèce. L'origine des espèces est donnée selon Miller *et al.* et García Morales *et al.* [3 et 8].

## RÉSULTATS

### 1. Inventaire bibliographique sur les cochenilles des agrumes algérien

Le tableau 1 présente l'historique des occurrences des cochenilles dans les vergers d'agrumes en Algérie. Les espèces sont regroupées par famille et par espèce, en ajoutant l'origine, la plante hôte, le statut de l'organisme nuisible et les références.

Les précédentes études sur les cochenilles des agrumes ont été réalisées dans la région de Mitidja. La plupart de ces publications traitant que les cochenilles diaspidines, Les contributions les plus importantes sont celles de Balachowsky [13, 19, 20, 21 et 22], Saighi *et al.* [23], Biche [24] et Belguendouz [25] qui ont répertorié les cochenilles diaspidines des agrumes.

En conséquence, l'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces dans 4 familles. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 12 espèces dans 7 genres (*Aonidiella aurantii*, *Aspidiotus nerii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *Ch. pinnulifer*, *Fiorinia fioriniae*, *Lepidosaphes beckii*, *L. gloverii*, *L. ulmi*, *Parlatoria pergandii*, *P. ziziphi*, *Unaspis citri*), suivie par les Coccidae avec 6 espèces dans 5 genres (*Ceroplastes rusci*, *C. sinensis*, *Coccus hesperidum*, *Eucalymnatus tessellatus*, *Pulvinaria psidii*, *Saissetia oleae*) et les Pseudococcidae avec 2 espèces dans 2 genres (*Planococcus citri*, *Pseudococcus longispinus*), les Monophlebidae est la moins représenté avec une espèce *I. purchasi*.

### 2. Plantes hôtes et origine

Toutes les cochenilles sont des espèces polyphages, à l'exception de *P. ziziphi* qui est enregistré comme monophage sur *Citrus spp.* Quelques espèces polyphages telles que *C. hesperidum*, *C. sinensis* étaient rares dans les vergers des agrumes. *S. oleae* et *I. purchasi* sont dispersées à faible densité dans la Mitidja. Aussi, l'origine géographique des espèces signalées montre une forte dominance d'espèces paléarctiques avec 6 espèces suivies par les espèces Afrotropicales et Neotropicales avec 3 espèces, et les Australasian et Orientales avec 2 espèces. Il reste trois cochenilles d'origine inconnue, *P. pergandii*, *L. beckii* et *L. gloverii* (Tableau 1)

Tableau 1. Résumé des données d'archives réalisées sur les espèces de cochenilles d'agrumes enregistrées en Algérie sur *Citrus* sp.

Nom scientifique	Origine	Plante hôte majeure	Statut	Références
<b>Coccidae</b>				
<i>Ceroplastes rusci</i> Linnaeus, 1758	Afrotropicale	Polyphagous	Pas de données	[20, 26]
<i>Ceroplastes sinensis</i> Del Guercio 1900	Néotropicale	Polyphagous	Pas de données	[27]
<i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus, 1758	Paléarctique	Polyphagous	Ravageur occasionnel	[20, 24, 28, 29, 30]
<i>Eucalymnatus tessellatus</i> Signoret, 1873	Néotropicale	Polyphages	Pas de données	[20, 29]
<i>Pulvinaria psidii</i> Maskell, 1893	Paléarctique	Polyphages	Pas de données	[20, 31, 32]
<i>Saissetia oleae</i> Olivier, 1791	Afrotropicale	<i>Olea europaea</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Citrus</i> spp., polyphages	Ravageur occasionnel	[20,24, 29. 33, 30]
<b>Diaspididae</b>				
<i>Aonidiella aurantii</i> Maskell, 1879	Paléarctique	Polyphages	Ravageur clé	[23, 24, 30, 34]
<i>Aspidiotus nerii</i> Bouché, 1833	Afrotropicale	Polyphage, <i>Nerium oleander</i> , <i>Citrus</i>	Pas de données	[22, 23, 35, 36, 37, 38, 39]
<i>Chrysomphalus aonidum</i> Linnaeus, 1758	Néotropicale	Polyphage	Pas de données	[20, 29]
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> Morgan, 1889	Paléarctique	<i>Citrus</i> , Polyphage	Ravageur clé	[20, 22, 23, 24, 30]
<i>Chrysomphalus pinnulifer</i> Maskell, 1891	Orientale	Polyphage	Pas de données	[21, 22]
<i>Fiorinia fioriniae</i> Targioni Tozzetti, 1867	Australasienne	Polyphage	Pas de données	[29]
<i>Lepidosaphes beckii</i> Newman, 1869	Cryptogénique	Polyphage	Ravageur occasionnel	[23, 24, 25,30 40]
<i>Lepidosaphes gloverii</i> Pickard, 1869	Cryptogénique	<i>Citrus</i> spp., Polyphage	Important ravageur	[41, 42, 24, 43]
<i>Lepidosaphes ulmi</i> Linnaeus, 1980	Néarctique	Citrus	Ravageur mineur	[44]
<i>Parlatoria pergandii</i> Comstock, 1881	Cryptogénique	Citrus, Polyphage	Pas de données	[25, 35, 41, 45, 24]
<i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas, 1853	Paléarctique	Citrus, Rutaceae	Ravageur clé	[24, 2530, 41, 46, 47, 48, 49, 50]
<i>Unaspis citri</i> Comstock, 1883	Orientale	Polyphage Citrus, Rutaceae Polyphage	Pas de données	[51, 52]
<b>Monophlebidae</b>				
<i>Icerya purchasi</i> Maskell, 1879	Australasienne	Polyphage	Ravageur occasionnel	[24,30]
<b>Pseudococcidae</b>				
<i>Planococcus citri</i> (Risso, 1813)	Paléarctique	Polyphage	Ravageur clé	[20, 24, 30, 43]
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni Tozzetti, 1868)	Australasienne	Polyphage	Pas de données	[20]

### 3. Étude du recensement

A la lumière des résultats, nous avons recensé 10 espèces appartenant à 8 genres dans quatre familles. Elles sont considérées comme des espèces cosmopolites. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 6 espèces dans 4 genres (*A. aurantii*, *Ch. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*), suivie par les Coccidae avec 2 espèces dans 2 genres (*S. oleae*, *C. hesperidum*) et les Monophlebidae et les Pseudococcidae sont les moins représentées

avec une espèce chacune (*I. purchasi* et *Pl. citri*). Les genres des cochenilles d'agrumes dominants sont *Parlatoria*, *Aonidiella* et *Lepidosaphes* de la famille des Diaspididae et les *Coccus* de la famille des Coccidae. 10 espèces de cochenilles recensées dans les deux vergers d'oranger et 8 dans les deux vergers de clémentinier à Rouiba et Oued Alleug au cours de l'enquête. Leur position taxonomique et leur présence et absence est donnée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Inventaire des espèces cochenilles recensées dans les deux vergers (clémentinier et oranger) à Rouiba et Oued Alleug (+ présence d'espèce).

Espèces	Rouïba		Oued Alleug	
	Clémentinier	Oranger	Clémentinier	Oranger
<b>Coccidae</b>				
<i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+
<i>Saissetia oleae</i> Olivier, 1791	+	+	+	+
<b>Diaspididae</b>				
<i>Aonidiella aurantii</i> Maskell, 1879	+	+	+	+
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> Morgan, 1889	+	+	+	+
<i>Lepidosaphes beckii</i> Newman, 1869		+		+
<i>Lepidosaphes gloverii</i> Packard, 1869		+		+
<i>Parlatoria pergandii</i> Comstock 1881	+	+	+	+
<i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas, 1853	+	+	+	+
<b>Monophlebidae</b>				
<i>Idioscopus purchasi</i> Maskell 1879	+	+	+	+
<b>Pseudococcidae</b>				
<i>Planococcus citri</i> Risso, 1813	+	+	+	+

### 4. Occurrence et abondance

Les cochenilles ont été observées dans les deux régions sur clémentinier et oranger inspectés (Fig. 2).

Sur clémentinier, une abondance relative de 72,80%, *P. ziziphi* suivie par *P. pergandii*, 38,12% et *Pl. citri* 5,57%. Les 5 autres espèces: *Ch. dictyospermi*, *C. hesperidum*, *S. oleae*, *A. aurantii*, *I. purchasi* étaient rares à très rares, occupant chacune entre 0,12 % et 3,39 %. *P. ziziphi* a le plus important nombre d'occurrence (97,30%) suivies par *P. pergandii* (78,38 %) et *C. dictyospermi* (40,54%). Les 5 autres espèces, occupant chacune entre 10,81 % et 25,68 %.

Sur oranger, *A. aurantii* a les plus importants nombre abondance relative (54,17%) et d'occurrence (83,78%) suivie par *L. beckii*, (AR : 26,64% et FO: 71,62%) et *P. ziziphi* (AR : 9,06% et FO: 54,05%). Les 7 autres espèces: *Ch. dictyospermi*, *C. hesperidum*, *S. oleae*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *Pl. citri* and *I. purchasi* étaient rares à très rares,

occupant chacune entre (AR : 0,05% et 2,47%) et (FO : 10,81 % et 25,68 %).

### DISCUSSION

Selon les données recueillies lors d'enquêtes récentes (10 espèces) et selon archives algériennes (21 espèces), 21 espèces, appartenant à quatre familles dans quinze genres, ont été établies en Algérie sur des agrumes. La plupart d'entre eux sont des parasites polyphages.

Ce nombre montre une richesse faunistique élevées par rapport à les cochenilles des agrumes de Sicile (28 espèces) et de la Tunisie (18 espèces). Néanmoins, il semble être un nombre relativement important par rapport au nombre totale d'espèce enregistré dans les pays voisin possède une plantation importante des agrumes Maroc (12), Palestine occupée (9) [1, 30, 53].

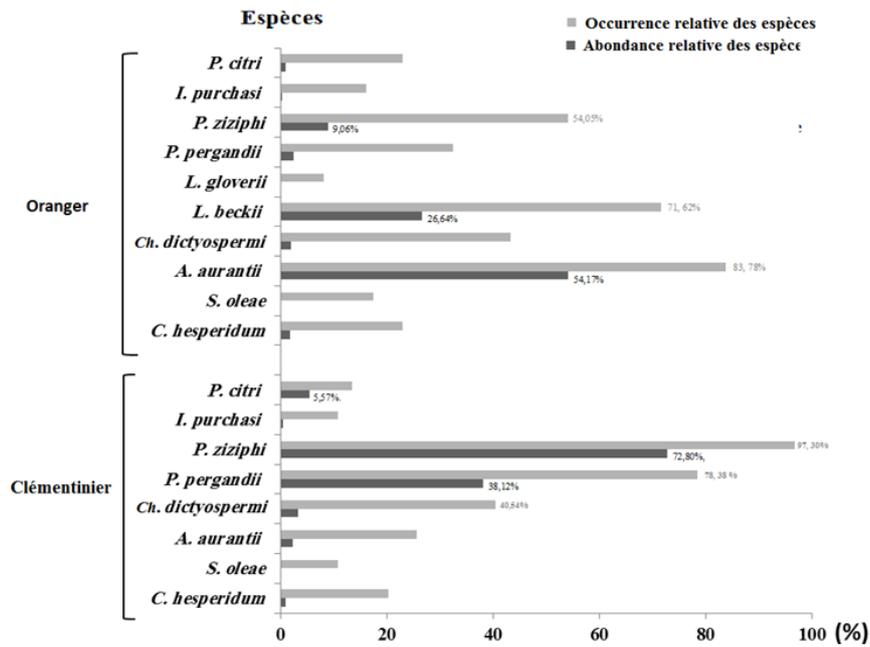


Figure 2: Totale occurrence et abondance relative des espèces de cochenilles présentes sur le clémentinier et l’oranger.

En Algérie et dans autres pays méditerranéens producteurs d'agrumes comme la Tunisie, l'Italie, l'Espagne, le Portugal et la Turquie les quatre espèces *A. aurantii*, *P. ziziphi*, *P. pergandii* et *Pl. citri* montrant une grande capacité d'adaptation à différents environnements. Des résultats similaires ont été obtenus par [1, 30].

Selon Jendoubi [1], les paramètres biologiques distinctifs des Coccidés rendent le contrôle chimique inefficace ou inutile pour les agriculteurs. Dans cette situation, il est obligatoire d'améliorer les techniques de surveillance sur le terrain afin d'empêcher la propagation de *Pl. citri* et autres diaspines *P. ziziphi* *A. aurantii* *L. beckii* le contrôle des premiers foyers apparus à Rouiba et Oued Alleug est obligatoire.

Dans les plantations d'agrumes Algériennes, le statut phytosanitaire d'*I. purchasi* n'est pas considérable. Mais on pays voisin comme la Tunisie le statut phytosanitaire de cette espèce est différent selon les régions [1]. Dans de nombreux pays méditerranéens tels que la Grèce, Palestine occupée, l'Italie, l'Espagne et la Turquie; elle est considérée comme un ravageur potentiel des agrumes; les populations sont maintenues naturellement sous le seuil par son

prédateur, le coléoptère vedalia *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera, Coccinellidae) [1, 30, 43].

### CONCLUSION

Ce travail est le deuxième rapport traitant de la faune des cochenilles en Algérie après le travail cité dans le texte. Il est destiné à présenter des nouvelles sur l'occurrence, l'abondance relative, l'importance économique, la plantes hôtes, biogéographie des cochenilles d'agrumes, qui sont apparu dans cette région depuis la publication de la première contribution 1910. L'objet de notre travail était de faire un inventaire des cochenilles des agrumes, qui seront utiles on programme de lutte antiparasitaire et de lutte intégrée et aussi une base des références pour d'autres études faunistique et zoogéographiques de ce groupe d'insecte. Notre liste atteint au moins une grande connaissance, assez complète sur les cochenilles associées aux agrumes en Algérie. En conséquence, *P. ziziphi*, *P. pergandii*, et *Pl. citri* sont des organismes nuisibles importants sur clémentinier et *A. aurantii* *L. beckii*, *P. ziziphi* sont des organismes nuisibles importants sur oranger dans la région de Rouiba et Oued Alleug et dans les pays d'Afrique du Nord, montrant une grande capacité d'adaptation à différents environnements.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Jendoubi H. (2018)**. The scale insect fauna of citrus in Tunisia: A critical overview. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, **5** (3): 169-178.
- [2]. **Cahuzac D. (1986)**. Les cochenilles des ligneux d'ornement. *Phytoma*, n°383, pp : 37-38.
- [3]. **Miller D.R., Miller G.L. and Watson G.W. (2002)**. Invasive species of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their threat to United States agriculture. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **104** (4):825-836.
- [4]. **Miller D.R. and Davidson J.A. (2005)**. *Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs*. Ed, Cornell University Press, Ithaca-New York, 442 p.
- [5]. **Pellizzari G. and Germain, J.F. (2010)**. Scales (Hemiptera, Superfamily Coccoidea). *BioRisk*, **4** (1), pp: 475-510.
- [6]. **García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y. and Hardy N.B. (2017a)**. Scale Net Database: A literature-based model of scale insect biology and systematics. <http://scalenet.info/about/>. 01 May
- [7]. **García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y. and Hardy N.B. (2017b)**. Scale Net Database: A literature-based model of scale insect biology and systematics. [http://www.idtools.org/id/scales/key\\_info.php](http://www.idtools.org/id/scales/key_info.php). 24 July
- [8]. **García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y. and Hardy N.B. (2017d)** – Scale Net Database: A literature-based model of scale insect biology and systematics. <http://scalenet.info/catalogue/>. 01 January
- [9]. **García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y. and Hardy N.B. (2017c)**. Scale Net Database: A literature-based model of scale insect biology and systematics. <http://scalenet.info/scalesplace/>. 5 July 2019.
- [10]. **Bénassy C. and Soria F. (1964)**. Observations écologiques sur les cochenilles diaspidines nuisibles aux agrumes en Tunisie. *Annales de l'INRAT*, **37**:193-222.
- [11]. **Gullan P.J. and Cook L.G. (2007)**. Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *Zootaxa*, **1668**:413 - 425.
- [12]. **Kosztarab M. and Kozar F. (1988)**. *Scale insects of Central Europe*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 456 pp.
- [13]. **Balachowsky A.S. (1948)**. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen IV, Monographie des Coccoidea, classification, Diaspidinae (1ère partie). *Actualités Scientifiques et Industrielles, Entomologie Appliquée*, **1054**:243-394.
- [14]. **Balachowsky A.S. (1956)**. Les cochenilles du continent Africain Noir. V. 1 - Aspidiotini (1ère partie). *Ann. Musée Roy. Congo Belge (Sciences Zoologiques)*, Tervuren, **3**, pp : 1-142
- [15]. **Williams D.J. (2004)**. *Mealybugs of Southern Asia*. The Natural History Museum, London, UK and Southdene SDN.BHD., Kuala Lumpur, Malaysia. 896 pp.
- [16]. **Hodgson C.J., Abbas G., Arif M.J., Saeed S., and Karar H. (2008)**. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa*, **1913**: 1–35.
- [17]. **Unruh C.M. and Gullan P.J. (2008a)**. Identification guide to species in the scale insect tribe Iceryini (Coccoidea: Monophlebidae). *Zootaxa*, **1803**:1-106.
- [18]. **Unruh C.M. and Gullan P.J. (2008b)**. Molecular data reveal convergent reproductive strategies in iceryine scale insects (Hemiptera: Coccoidea: Monophlebidae), allowing the re-interpretation of morphology and a revised generic classification. *Systematic Entomology*; **33**:8-50
- [19]. **Balachowsky A.S. (1954)**. Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed. Institut Pasteur, Paris, Coll. " Mem. Sci. Inst. Pasteur", 450 p.
- [20]. **Balachowsky A.S. (1927)**. Contribution à l'étude des coccidés de l'Afrique mineure (1re note). *Annales de la Société Entomologique de France*, **96**: 175-207.
- [21]. **Balachowsky A.S. (1928)**. Contribution à l'étude des coccidés de L'Afrique mineure (3e note). *Chrysomphalus aonidum* L. - biologie - traitement. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **19**: 156-180.
- [22]. **Balachowsky A.S. (1932)** – Étude biologique des coccidés du bassin occidental de la Méditerranée. *Encyclopédie Entomologique*, XVP. LeChevalier & Fils Paris, 214 pp + LXVII.
- [23]. **Saighi H., Doumandji S. et Biche M. (2005)**. Les cochenilles diaspidines du Jardin d'Essai du Hamma (Alger) et leurs ennemis naturels (Hemiptera, Diaspididae). [Armoured scale insects from the Algiers botanical garden named Jardin d'Essai du Hamma and their natural enemies (Hemiptera, Diaspididae)]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **110**(4-5): 429-928.
- [24]. **Biche M. (2012)**. Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO., Regional Integrated Pest Management Programme in the Near East / GTFS/REM/070/ITA. 36p.
- [25]. **Belguendouz R. (2014)**. Relations plantes hôtes cochenilles diaspidines sur les agrumes (*Citrus* ssp) en Algérie: cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Thèse Doct., Ecol. Nat. Sup. Agron., 265 p.

- [26]. **Fetykó K. and Kozár F. (2012)**. Records of *Ceroplastes* Gray 1828 in Europe, with an identification key to species in the Palaearctic Region. *Bulletin of Insectology*, 65(2): 291-295.
- [27]. **Hodgson C.J. and Peronti A.L.B.G. (2012)**. A revision of the wax scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Ceroplastinae) of the Afrotropical Region. *Zootaxa*, 3372 : 1 – .
- [28]. **Kirkaldy G.W. (1902)**. Hemiptera. Fauna Hawaiensis, 3: 93-174.
- [29]. **Mamet, R.J. (1943)**. A revised list of the Coccoidea of the islands of the western Indian Ocean, south of the equator. *Mauritius Institute Bulletin*. Port Louis, 2: 137-170.
- [30]. **Franco C.J., Garcia Marí F., Ramos A.P. and Besri M. (2006)**. Survey on the situation of citrus pest management in Mediterranean countries. *Bulletin IOBC/wprs*, 29(3): 335-346.
- [31]. **Ben-Dov Y. (1993)**. A systematic catalogue of the soft scale insects of the world (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). Sandhill Crane Press Gainesville, FL 536 pp.
- [32]. **CAB International (1994)**. *Pulvinaria psidii* Maskell. Distribution Maps of Pests, Series A, Agricultural Map no. 59: 2 pp.
- [33]. **De Lotto G. (1965)**. On some Coccidae (Homoptera), chiefly from Africa. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 16: 175-239.
- [34]. **Belguendouz R., Biche M., Adda R. and Allal-Benfekih L. (2013)**. Bio-ecology of a pest (*Aonidiella aurantii* Maskell) (Hemiptera, Diaspididae): spatio temporal relationship with its host plants *Citrus limon* and *C. sinensis* in Algeria region. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7 (1) : 14-20.
- [35]. **Newstead R. (1897)**. New Coccidae collected in Algeria by the Rev. Alfred E. Eaton.. *Transactions of the Entomological Society of London*, 1897: 93-103
- [36]. **Signoret V. (1877)**. Essai sur les cochenilles ou gallinsectes (Homoptères - Coccidés), 18e et dernière partie. [Essay on gall-forming scale insects (Homoptera - Coccoidea), 18th part.]. *Annales de la Société Entomologique de France (serie 5)* 6: 591-676
- [37]. **Delassus M., Bricchet J., Balachowsky A. S. et Lepigre A. (1927)**. Les ennemis des cultures fruitières et les moyens de les combattre. Ed. Insectarium du jardin d'essai de Hamma, Coll. «Bibl. Colon. de l'Afr. du Nord» Alger, 233 p.
- [38]. **Doumandji S.E., 1985** – Les cochenilles diaspiques du caroubier, *Ceratonia siliqua* en Algérie. 1<sup>er</sup> Journ. etud. Sci., INES, Blida, 15 p.
- [39]. **Doumandji S. et Biche M. (1986)**. Les cochenilles diaspiques de l'olivier, *Olea europea* en Algérie. *Ann. Inst. Nat. agro.*, El Harrach, Vol. 10, n° 1, pp. 97 – 119
- [40]. **Belguendouz R. Biche M. et Allal L. (2011)**. Evolution d'un hemiptère *Lepidosaphes beckii* (Hemiptera : Diaspididae) dans deux types d'habitats agrumicoles (le citronnier et l'oranger) dans la région de la Mitidja 2009-2010(Algérie). In the proceeding of 2011. CIRA de L'AFPP Conference, pp :110-119
- [41]. **Piguet P. (1960)**. Les ennemis des animaux des agrumes en Afrique du Nord. Ed. Soc. Shell, d'Alger, p117.
- [42]. **Danzig E.M. and Pellizzari, G. (1998)**. Diaspididae. *Catalogue of Palaearctic Coccoidea*. Plant Protection Institute, Hungarian Academy of Sciences Budapest, Hungary 526 pp.
- [43]. **Tena A. and Garcia Mari F. (2011)**. Current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. *Bulletin IOBC/wprs*; 62:365-378.
- [44]. **Merrill G.B. (1953)**. A revision of the scale insects of Florida. *Bulletin of the Florida State Plant Board* 1: 1-143.
- [45]. **Balachowsky A.S. (1953)**. Entomologie appliquée. Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin Méditerranéen. Ed. Hermann et Cie, Paris, Coll. « Act. Sci. et Ind », n°1202, T. VI, 926p.
- [46]. **Boisduval J.B.A. (1867)**. Essai sur l'entomologie horticole. [Report on horticultural entomology.]. *Donnaud Paris* 648 pp.
- [47]. **Taibi A., Gacemi A., Medjdoub Y., Medjdoub I. and Doumandji S. (2016)**. Citrus infestation by the black scale, *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera: Diaspididae) in Tlemcen, Algeria. *Journal of Entomological Research*, 40(3): 217-221
- [48]. **Belguendouz R., Biche M. et Haddoum M. (2009)**. Biologie du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* (Hemiptera : Diaspididae) et l'impacte de son parasitoïde *Encarsia citrinus* (Hymenoptera – Aphelinidae) dans la régulation de son niveau d'infestation sur Clémentinier en Mitidja (Algérie). In the proceeding of 2009. AMMP Scholars Conference, pp : 699.
- [49]. **Belguendouz R. Biche M. et Seninet I. (2011)**. Etude de la teneur en protéine et en phosphore des feuilles de jeunes plantes d'agrumes sous serre non éclairée avec la pullulation du pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) en Mitidja Algérie. In the proceeding of 2011. AFPP Conference, pp : 120-129.
- [50]. **Takarli F.,Belguendouz R. et Benrima A. (2015)**. Etude de la dynamique des populations de *Parlatoria ziziphi* Lucas sur clémentinier dans la région de Mitidja. *Rev. Agrobiologia*, 7: 21-26.
- [51]. **Trabut L. (1910)**. La défense contre les cochenilles et autres insectes fixés. *Gouv. Gén. Algérie*, Alger, 151 pp.
- [52]. **Borchsenius N.S. (1966)**. A catalogue of the armoured scale insects (Diaspidoidea) of the world. *Nauka, Moscow & Leningrad*, 449 pp.
- [53]. **Longo S., Mazzeo G., Russo A. and Siscaro G. (1994)**. *Aonidiella citrina*, a new pest of citrus in Italy. *Informatore Fitopatologica*, 34(12):19-25.

**Title:** Effect of host plant and environmental conditions on the ecology of some species of armored scale insects on citrus (Homoptera: Diaspididae) in two regions: Rouïba and Oued El Alleug.

**Abstract:**

The present work, which took place over two years (2017 and 2018), highlights the study of the coccido fauna of citrus fruits as well as the bio-ecology of the black parlatoria scale, *Parlatoria ziziphi* on orange tree and the Californian red louse *Aonidiella aurantii*, economic importance of these pests on infested Citrus trees in Algeria. The study also examines the relationship between mineral elements in the soil and in the leaves and the infestation rate of *P. ziziphi*. However, the deep knowledge of these bio-ecological aspects of the pest and the physico-chemical relationships highlights the relationship between the insect and its host plant.

A critical review of the literature on citrus scale insect in Algeria revealed the presence of 21 species. In this document, 12 species of scale insect have been recorded belonging to four families from two zoogeographic areas. They are considered to be cosmopolitan species. The Diaspididae family is the most abundant with 7 species grouped into 4 genera (*A. aurantii*, *Ch. Aonidium*, *Ch. Dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*). The Coccidae with 2 species is distributed in 2 genera (*S. oleae*, *C. hesperidum*). Pseudococcidae are represented by 2 species in 2 genera with 1 new signaling in Algeria *P. solenopsis* noted only on orange tree in the Rouiba region. The Monophlebidae is the least represented with a species *I. purchasi*. The dominant citrus scale insect genera are *Parlatoria*, *Aonidiella* and *Lepidosaphes*. The change in environmental conditions induces a change in host preference. The most common species on clementine are *P. ziziphi* and *P. pergandii* and on orange, *A. aurantii* and *L. beckii*.

*P. ziziphi* is more abundant on clementine than on orange. The study of population dynamics shows the black parlatoria scale develops three generations annually on two host plants in the region of Rouiba and Oued Alleug, coinciding with the three sap bursts: spring, summer and autumn where the spring period is the most favorable for its development. On the other hand, *P. ziziphi* has a very marked affinity for the center orientation and the underside of the leaves of the tree, which provide optimal conditions for its development. The shift observed in the temporal distribution depends on the host plant, on the region (distance from the sea) but also on the triggering of sap bursts. Indeed, the three periods of activity in Oued Alleug start a little late compared to those in Rouïba. The neonate larvae always look for places that ensure good development. In autumn and winter the larvae are most abundant in the center of the tree, while in spring and summer they take refuge in the east of the tree. On the clementine, fecundity varies between 4 (in winter) to 12.32 eggs per female (in spring) in Rouïba, while in Oued El Alleug, it varies from 1.33 (in winter) to 12.46 eggs per female (in spring). On orange trees, fecundity varies from 0 (in winter) to 11.48 eggs per female (in spring) in Rouïba while in Oued Alleug it varies from 0 (in winter) to 11.44 eggs per female (in summer).

On the other hand, *A. aurantii* is more abundant on orange than on clementine. The study of population dynamics shows that it develops three generations annually on the orange tree in the Rouiba and Oued Alleug region, which also coincide with the three sap bursts: spring, summer and fall. The spring period is again the most favorable for its development. In addition, this scale insect has a very marked affinity for the center orientation and the branches of the tree, which provide it with optimal conditions for its development. As for the previous species, the shift observed in the temporal distribution depends mainly on the region (distance from the sea) but also on the triggering of sap bursts. Indeed, the three periods of activity in Oued Alleug start a little late compared to those in Rouïba. In autumn and winter the larvae are most abundant in the center of the tree while in spring and summer they take refuge in the east of the tree where climatic conditions become more favorable again. Average fecundity values vary from 1 to 20 larvae / female in Rouïba, while in Oued Alleug, it varies from 0 to 19 larvae / female.

The chemical analysis allowed us to know the condition of the soil and the leaves of the two orchards as well as the nutritional requirements of the black parlatoria scale, by determining the chemical content of the three major elements in the soil; Nitrogen, Phosphorus and Potassium, with some exchangeable bases. As a result, the pullulations are proportional to that of the content of N, P, Ca and Mg; whereas the K acts in the opposite way. The nitrogen content allowed us to know the nutritional requirements of the black parlatoria scale and its impact on the reproductive activity of females.

**Key words:** Citrus coccido fauna, *Parlatoria ziziphi*, *Aonidiella aurantii*, population dynamics, shift, nutritional relation, Rouiba, Oued Alleug.

**Titre :** Effet de la plante-hôte et des conditions environnementales sur l'écologie de quelques espèces de cochenilles diaspidines sur agrumes (Homoptera : Diaspididae) dans deux régions : Rouïba et Oued El Alleug.

**Résumé :**

Le présent travail qui s'est déroulé durant deux années (2017 et 2018) met en évidence l'étude de la coccidofaune des agrumes ainsi que sur la bioécologie du Pou noir de l'oranger *Parlatoria ziziphi* et du Pou rouge de Californie *Aonidiella aurantii*, ravageurs économiquement importants, inféodés aux *Citrus* en Algérie. L'étude aborde également la relation entre les éléments minéraux dans le sol et dans les feuilles et le taux d'infestation de *P. ziziphi*. Cependant, la connaissance approfondie de ces aspects bioécologiques du ravageur et les relations physico-chimiques met en évidence la relation entre l'insecte et sa plante hôte.

L'examen critique de la littérature sur les cochenilles des agrumes en Algérie a révélé la présence de 21 espèces. Dans le présent document, 12 espèces de cochenilles ont été enregistrées appartenant à quatre familles issues de deux zones zoogéographiques. Ils sont considérés comme des espèces cosmopolites. La famille des Diaspididae est la plus abondante avec 7 espèces regroupées dans 4 genres (*A. aurantii*, *Ch. aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*). Les Coccidae avec 2 espèces réparties dans 2 genres (*S. oleae*, *C. hesperidum*). Les Pseudococcidae sont représentées par 2 espèces dans 2 genres avec 1 nouvelle signalisation en Algérie *P. solenopsis* noté seulement sur oranger dans la région de Rouïba. Les Monophlebidae est la moins représenté avec une espèce *I. purchasi*. Les genres des cochenilles d'agrumes dominants sont *Parlatoria*, *Aonidiella* et *Lepidosaphes*. Le changement des conditions de milieu, induit un changement de préférence de l'hôte. Les espèces les plus rencontrées sur clémentinier, *P. ziziphi* et *P. pergandii* et sur oranger, *A. aurantii* et *L. beckii*.

*P. ziziphi* est plus abondant sur le clémentinier que sur l'oranger. L'étude de la dynamique des populations montre que Pou noir développe trois générations annuelles sur les deux plantes hôtes dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug coïncidant avec les trois poussées de sève : printanière, estivale et automnale où la période printanière est la plus favorable pour son développement. Par ailleurs, *P. ziziphi* présente une affinité très marquée pour l'orientation centre et la face inférieure des feuilles de l'arbre qui lui offrent les conditions optimale pour son développement. Le décalage observé dans la distribution temporelle dépend de la plante hôte, de la région (éloignement de mer) mais aussi par le déclenchement des poussées de sève. En effet, les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. Les larves néonates recherche toujours les endroits qui lui assurent un bon développement. En automne et en hiver les larves sont plus abondantes au centre de l'arbre tandis qu'au printemps et en été, elles se réfugient à l'est de l'arbre. Sur le clémentinier, la fécondité varie entre 4 (en hiver) à 12,32 œufs par femelle (au printemps) à Rouïba, alors qu'à Oued El Alleug, elle varie de 1,33 (en hiver) à 12,46 œufs par femelle (au printemps). Sur l'oranger la fécondité varie de 0 (en hiver) à 11,48 œufs par femelle (au printemps) à Rouïba alors qu'à Oued Alleug elle varie de 0 (en hiver) à 11,44 œufs par femelle (en été).

Par contre, *A. aurantii* est plus abondante sur l'oranger que sur le clémentinier. L'étude de la dynamique des populations montre que la cochenille développe trois générations annuelles sur l'oranger dans la région de Rouïba et d'Oued Alleug qui coïncident avec également avec les trois poussées de sève : printanière, estivale et automnale. La période printanière reste là aussi la plus favorable pour son développement. Par ailleurs, cette cochenille présente une affinité très marquée pour l'orientation centre et les rameaux de l'arbre qui lui offrent les conditions optimales pour son développement. Comme pour l'espèce précédente, le décalage observé dans la distribution temporelle, dépend essentiellement de la région (éloignement de mer) mais aussi par le déclenchement des poussées de sève. En effet les trois périodes d'activité à Oued Alleug débutent un peu tard par rapport à celles de Rouïba. Les larves néonates, en automne et en hiver les larves sont plus abondantes au centre de l'arbre tandis qu'au printemps et en été, elles se réfugient à l'est de l'arbre où les conditions climatiques redeviennent plus favorables. Les valeurs moyennes de la fécondité varirnt de 1 à 20 larves/femelle à Rouïba, alors qu'à Oued Alleug, elle varie de 0 à 19 larves/femelle.

L'analyse chimique, nous a permis de connaître l'état du sol et des feuilles des deux vergers ainsi que les exigences nutritionnelles du Pou noir de l'oranger, en déterminant la teneur chimique des trois éléments majeurs dans le sol ; l'Azote, le Phosphore et le Potassium, avec quelques bases échangeables. Il en résulte, que les pullulations de la cochenille sont proportionnelles à celle de la teneur en **N**, **P**, **Ca** et **Mg** ; alors que le **K** agit d'une manière inverse. La teneur en Azote nous a permis de connaître les exigences nutritionnelles du Pou noir de l'oranger et son impact sur l'activité génésique des femelles.

**Mots clés :** Coccidofaune des agrumes, *Parlatoria ziziphi*, *Aonidiella aurantii*, dynamique des populations, décalage, relation nutritionnelle, Rouïba, Oued Alleug.

**العنوان:** تأثير النباتات المضيئة والظروف البيئية على ايكولوجيا بعض أنواع البق الدقيقي على الحمضيات (Homoptera : Diaspididae) في منطقتين: الرويبة و وادي العلايق.

## الملخص :

هذه الدراسة استغرقت عامين (2017 و 2018) سلطت الضوء على دراسة coccidofaune الحمضيات بالإضافة إلى دراسة الايكولوجيا الحيوية لدى القرمزيتين *Parlatoria ziziphi* و *Aonidiella aurantii*، آفات مهمة اقتصاديا تستهدف الحمضيات في الجزائر. كما تناولت الدراسة العلاقة بين العناصر المعدنية في التربة و الأوراق و معدل الإصابة بالقرمزية *P. ziziphi* . ومع ذلك ، فإن المعرفة المتعمقة لهذه الجوانب البيولوجية و الإيكولوجية للأفة والعلاقات الفيزيائية والكيميائية تبرز العلاقة بين الحشرة و النبات المضيف لها.

كشفت مراجعة نقدية للأبحاث الخاصة بقرمزيات الحمضيات في الجزائر عن وجود 21 نوعًا. في هذه الدراسة، تم تسجيل 12 نوعًا من القرمزيات تنتمي إلى أربع عائلات من منطقتين جغرافيتين حيوانيتين. تعتبر من الأنواع العالمية. تعد فصيلة Diaspididae الأكثر وفرة حيث تضم 7 أنواع مجمعة في 4 أجناس (*A. aurantii*, *Ch. aonidum*, *Ch. dictyospermi*, *L. beckii*, *L. gloverii*, *P. pergandii*, *P. ziziphi*). نوعين من فصيلة Coccidae موزعة في جنسي (*S. oleae*, *C. hesperidum*). أما بالنسبة لفصيلة Pseudococcidae تمثلت في نوعين. نوع سجل لأول مرة في الجزائر *P. solenopsis* لوحظ فقط على شجرة البرتقال في منطقة الرويبة. تعتبر Monophlebidae هي الأقل تمثيلاً بنوع واحد. الاجناس المهيمنة على الحمضيات هي *Parlatoria* و *Aonidiella*, *Lepidosaphes*. يؤدي تغير الظروف البيئية الى تغيير في اختيار النبات المضيف من الأنواع الأكثر شيوعاً الكليمنتين، *P. ziziphi* و *P. pergandii* وعلى البرتقال، *A. aurantii* و *L. beckii*.

تتوزع *P. ziziphi* أكثر وبوفرة في أشجار الكليمنتين مقارنة بأشجار البرتقال. بينت دراسة الديناميكيات السكانية أن القرمزي يطور ثلاثة أجيال في السنة على الحمضيات في منطقة الرويبة و وادي العلايق. التي تتزامن مع تفشي عسارات النسخ الثلاث : الربيع ، الصيف والخريف. حيث أن فترة الربيع هي الأكثر ملائمة لتطورها. وبالإضافة إلى ذلك، *P. ziziphi* لديها توجه كبير نحو مركز الشجرة و الوجه السفلي لأوراق التي توفر الظروف المثلى لتطورها. يعتمد التأخر الملحوظ في التوزيع الزمني على النبات المضيف، على المنطقة (البعد عن البحر) ولكن أيضاً إطلاق و تفشي عسارات النسخ. وبالفعل ، فإن فترات النشاط الثلاث في وادي العلايق بدأت متأخرة قليلاً مقارنة بتلك الموجودة في الرويبة. تبحث اليرقات الحديثة الولادة دائماً عن الأماكن التي تضمن التطور الجيد. في الخريف والشتاء ، تكون اليرقات أكثر وفرة في وسط الشجرة ، بينما تلجأ في الربيع والصيف إلى شرق الشجرة. على شجرة كليمنتين، تتراوح الخصوبة بين 4 (في الشتاء) و 12.32 بيضة لكل أنثى (في الربيع) في الرويبة ، بينما في وادي العلايق ، تتراوح من 1.33 (شئاء) إلى 12.46 بيضة لكل أنثى (في الربيع). على شجرة البرتقال، تتراوح الخصوبة بين 0 (في الشتاء) إلى 11.48 بيضة لكل أنثى (في الربيع) في الرويبة ، بينما في وادي العلايق تتراوح من 0 (في الشتاء) إلى 11.44 بيضة لكل أنثى (في الصيف).

من ناحية أخرى، *A. aurantii* أكثر وبوفرة في أشجار البرتقال من أشجار الكليمنتين. بينت دراسة الديناميكيات السكانية أن القشرية القرمزية تطور ثلاثة أجيال سنوية على شجرة البرتقال في منطقة الرويبة و وادي العلايق، التي تتزامن مع صعود عسارات النسخ الثلاث: الربيع ، الصيف والخريف. حيث أن فترة الربيع هي الأكثر ملائمة لتطورها. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه القرمزية لها تقارب واضح للغاية مع اتجاه المركز وفروع الشجرة التي توفر الظروف المثلى لتنميتها. وبالفعل ، فإن فترات النشاط الثلاث في وادي العلايق بدأت متأخرة قليلاً مقارنة بتلك الموجودة في الرويبة. يعتمد التأخر الملحوظ في التوزيع الزمني بشكل أساسي على المنطقة (البعد عن البحر) ولكن أيضاً إطلاق و تفشي عسارات النسخ. في الخريف والشتاء ، تكون اليرقات الحديثة الولادة أكثر وفرة في وسط الشجرة بينما تلجأ في الربيع والصيف إلى شرق الشجرة حيث تصبح الظروف المناخية أكثر ملاءمة مرة أخرى. وتتفاوت قيم الخصوبة المتوسطة من 1 إلى 20 يرقة لكل أنثى في الرويبة ، بينما في وادي العلايق تتراوح من 0 إلى 19 يرقة / أنثى.

اتاح لنا التحليل الكيميائي معرفة حالة التربة وأوراق البساتين وكذلك المتطلبات الغذائية للقرمزية *P. ziziphi* ، وذلك عن طريق تحديد المحتوى الكيميائي للعناصر الثلاثة الرئيسية في التربة، النيتروجين، الفوسفور والبوتاسيوم مع بعض قواعد الصرف. نتيجة لذلك، فإن تفشي القرمزي يتناسب طردياً مع تزايد محتوى كل من *N*، *Ca* و *Mg* في حين انها متناسبة عكسياً مع *K* سمح لنا محتوى النيتروجين بمعرفة المتطلبات الغذائية للقرمزية وتأثيره على النشاط الإنجابي للإناث.

**الكلمات المفتاحية:** Coccidofaune الحمضيات، *Parlatoria ziziphi*، *Aonidiella aurantii*، ديناميكيات السكان، علاقة الغذائية، الرويبة و وادي العلايق.