

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
- العليا للفلاحة -
Ecole Nationale Supérieure Agronomique
EL-HARRACH ~ ALGER

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences
Agronomiques

SUJET

Ecologie de deux bioagresseurs des agrumes,
Lepidosaphes beckii Newmann (Hom : Diaspididae) et
Icerya purchasi (Hom : Monophlebidae) dans la région de
Rouiba et Sidi Moussa.

Présenté Par :

BOUKHOBZA Lalia

Devant le jury :

<i>Président :</i>	Mr. DOUMANDJI S.	Professeur (E.N.S.A. El HARRACH).
<i>Promoteur :</i>	Mr. BICHE M.	Professeur (E.N.S.A. El HARRACH).
<i>Examineurs :</i>	M ^{me} MARNICHE F.	Professeur (E.N.S.V. El HARRACH).
	M ^{me} BENABBAS-SAHKI I.	MCA (USTHB, BAB EZZOUAR).

Année universitaire : 2020 / 2021

Dédicace

) A mes très chers parents '*Boukhobza Larbí*'
et '*Bechbech Fatma*' ;

Vos encouragements et vos prières m'ont toujours soutenue et guidé. En ce jour, j'espère réaliser un de vos rêves et être digne de vous. Veuillez trouver, mes très chers parents, dans cette thèse le fruit de votre dévouement ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour. Que Dieu vous garde et vous procure santé et longue vie.

) A mon frère '*Mohamed*' et mes sœurs '*Rababe, Halima, Aicha, Ikram*' pour leur soutien permanent et leurs encouragements continus. Ils ont vécu en même temps que moi toutes les étapes de cette thèse, avec ses joies et ses peines.

) A Ma grande mère '*Hafed Zohra*' et mes oncles :
Ibrahim, Abedalkader et Houssin et ma tante *Amra*.

) A mon cher ami *Abderrahmane* qui m'a toujours soutenu et encouragé je lui exprimer ma reconnaissance et mon profond respect.

) A mes chères amis : *Mohamed Kaddouri, Insaf, Abir, Mehdi, Mouhsin, Marwa, Amine (Z)*.

) 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..

Lalia.

Remerciements

-الحمد الذي -
-الصلوات-

Je tiens à remercier en premier lieu le bon dieu pour la réalisation de ce modeste travail.

Il m'est très agréable d'exprimer ma profonde gratitude et d'adresser mes vifs remerciements à M. BICHE Mohammed., Professeur à l'Ecole Nationale 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.

Mes sincères remerciements et surtout respect à M.DOUMANDJI Salaheddine. Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach pour m'avoir honoré en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Que Mme MARNICHE Faiza. Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El Harrach, Mme BENABBAS-SARKI Ilhem Maître de Conférences-A à l'Université d'USTHB de Babezzouar, trouvent ici mes profonds remerciements pour avoir accepté d'examiner mon travail.

Je remercie aussi Mr Djeribia Brahim, le propriétaire du verger dans lequel j'ai effectué mon expérimentation pour son aide, et ses encouragements.

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 du département de Zoologie, j'adresse mes sincères remerciements.

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Page</i>
Tableau 1 : Données climatiques moyennes mensuelles de la région de Rouiba d'étude durant l'année 2016-2017.....	11
Tableau 2 : Données climatiques moyennes mensuelles de la région de Sidi Moussa durant les années 2017-2018	11
Tableau 3 : Classification des principaux producteurs d'agrumes et leurs parts en 2018.....	23
Tableau 4 : Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale.....	23
Tableau 5 : Evolution des superficies et des productions d'agrumes.....	27
Tableau 6 : Dates de floraisons et de maturations de quelques variétés d'agrumes.....	33
Tableau 7 : Distance de plantation.....	37
Tableau 8 : La composition idéale d'un sol agrumicole en éléments.....	38
Tableau 9 : Structure d'âge du verger agrumicole algérien.....	38
Tableau 10 : Principaux ravageurs d'agrumes.....	41
Tableau 11 : Principaux ravageurs de cochenilles des agrumes.....	43
Tableau 12 : Quelques entomophages connus sur <i>I.purchasi</i>	75
Tableau 13 : Part de la variabilité totale des données expliquée par les 3 premiers facteurs.....	104
Tableau 14 : Matrice de corrélation.....	104
Tableau 15 : Inventaire qualitatif des parasites de <i>Lepidosaphes.beckii</i> sur oranger en sur oranger dans la région de Rouiba.....	119
Tableau 16 : Décalage temporel des différentes générations d' <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier à Sidi Moussa.....	143

LISTE DES FIGURES

	<i>Page</i>
Figure 1 : Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par zone	07
Figure 2 : Proportions des classes de sols dans la Mitidja	14
Figure 3 : Classification et phylogénie des agrumes.....	18
Figure 4 : Origines phylogéniques des limes et citrons.....	19
Figure 5 : Part de la production de Fruits, agrumes par région (2010-2016).....	21
Figure 6 : Evolution de la production mondiale par variétés d'agrumes.....	23
Figure 7 : Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya.....	26
Figure 8 : Evolution de la production des agrumes en Algérie	28
Figure 9 : Taxonomie et Classification des Citrus cultivés.....	29
Figure 10 : Planches illustratives de <i>Citrus sinensis</i> (oranger doux).....	31
Figure 11 : Le puparium de male et le bouclier de la femelle de <i>L. beckii</i>	47
Figure 12 : Morphologie générale de la femelle <i>L. beckii</i>	47
Figure 13 : Femelle adulte de <i>L. beckii</i> (Newman), caractères généraux microscopiques.....	48
Figure 14 : Cycle de développement de <i>L.beckii</i>	53
Figure 15 : Dégâts de <i>Lepidosaphes beckii</i> sur les différentes parties de l'oranger ...	54
Figure 16 : Les coccinelles prédatrices de <i>L. beckii</i>	56
Figure 17 : Distribution géographique d' <i>I.purchasi</i> et sa relation avec l'équateur	57
Figure 18 : Femelle adulte d' <i>Icerya purchasi</i>	61
Figure 19 : Mâle adulte de la cochenille australienne	62
Figure 20 : Femelle pondreuse d' <i>Icerya purchasi</i>	62
Figure 21 : Les oeufs d' <i>Icerya purchasi</i>	63
Figure 22 : Les larves d' <i>Icerya purchasi</i>	63
Figure 23 : Les différents stades d' <i>Icerya purchasi</i>	64
Figure 24 : Cycle de vie d' <i>Icerya purchasi</i>	67
Figure 25 : a- Les hermaphrodites <i>Icerya purchasi</i> ; b - Mâles ; c - accouplements entre les deux sexes dans des conditions de laboratoire.....	69
Figure 26 : Dégâts d' <i>I.purchasi</i> sur agrumes	72
Figure 27 : Mâle (a) et femelles (b) et les larves (c) de <i>Novius cardinalis</i>	79
Figure 28 : Cycle de vie de <i>Novius cardinalis</i>	80
Figure 29 : Situation de vergers à Rouiba.....	85
Figure 30 : Localisation de la parcelle d'étude à Sidi Moussa.....	85
Figure 31 : Schéma de dispositif expérimental.....	86
Figure 32 : Femelle adulte et nymphe d' <i>Aspidiotiphagus citrinus</i>	88
Figure 33 : Schéma de <i>Aspidiotiphagus citrinus</i>	89
Figure 34 : Adulte et nymphe d' <i>Aphytis chrysomphali</i>	91
Figure 35 : Femelle d' <i>Aphytis proclia</i>	91
Figure 36 : Schéma de <i>Aphytis lepidosaphes</i>	93
Figure 37 : <i>Aphytis lepidosaphes</i>	94
Figure 38 : Abondance globale de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.	97
Figure 39 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d' <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	98
Figure 40 : Abondance saisonnière globale de la population de <i>L.beckii</i> sur oranger..	99

Figure 41 : Abondance saisonnière comparative des larves et des adultes sur oranger dans la région de Rouiba.....	99
Figure 42 : Abondance cardinale de la population globale de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	100
Figure 43 : Abondance cardinale comparative des larves et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	100
Figure 44 : Abondance Stationnaire globale de la population de <i>L.beckii</i> dans la région de Rouiba.....	101
Figure 45 : Abondance stationnaire comparative des larves et adultes de <i>L.beckii</i> dans la région de Rouiba.....	102
Figure 46 : Fluctuation des populations larvaires et adultes de <i>L.beckii</i> sur l'oranger de <i>L.beckii</i> dans la région de Rouiba.....	102
Figure 47 : Fluctuation du vol des males de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	103
Figure 48 : Cercle de corrélation	104
Figure 49 : Fécondité moyenne de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	106
Figure 50 : Fécondité moyenne de <i>L.beckii</i> en fonction des orientations cardinales dans la région de Rouiba.....	107
Figure 51 : Fécondité moyenne de <i>L.beckii</i> en fonction des organes végétaux dans la région de Rouiba.....	107
Figure 52 : La mortalité globale des populations larvaires et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	108
Figure 53 : La mortalité comparative des stades de de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	108
Figure 54 : La mortalité globale de <i>L.beckii</i> selon l'organe végétale d'sur oranger dans la région de Rouiba	109
Figure 55 : La mortalité des stades larvaires et adultes de <i>L.beckii</i> selon l'organe végétale d'oranger dans la région de Rouiba	109
Figure 56 : La mortalité saisonnière globale de la population de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	110
Figure 57 : La mortalité saisonnière comparatif des larves et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	110
Figure 58 : La mortalité cardinale globale de la population de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	111
Figure 59 : La mortalité cardinale des populations larvaires et des adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	111
Figure 60 : Fluctuation de la mortalité globale des populations de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	111
Figure 61 : Fluctuation de la mortalité des populations larvaires et des adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	112
Figure 62 : Incidence parasitaire globale des populations de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	120
Figure 63 : Incidence parasitaire comparatif chez les stades de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	120
Figure 64 : Incidence parasitaire saisonnière globale des populations de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	121
Figure 65 : Incidence parasitaire saisonnière comparatif des larves et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	121

Figure 66 : Incidence parasitaire cardinale globale des populations de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	122
Figure 67 : Incidence parasitaire cardinale comparatif des larves et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	122
Figure 68 : Incidence parasitaire stationnaire globale des populations de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	123
Figure 69 : Incidence parasitaire stationnaire comparatif des larves et adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba	123
Figure 70 : Fluctuation de l'incidence parasitaire globale de populations de <i>L.beckii</i> l'oranger dans la région de Rouiba.....	123
Figure 71 : Nombre des pupariums et des boucliers troués de <i>L.beckii</i>	124
Figure 72 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de populations larvaires de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	125
Figure 73 : Fluctuation de l'incidence parasitaire d' <i>A.chrysomphali</i> , et <i>A.proclia</i> sur les larves du 2ème stade mâle de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	126
Figure 74 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de <i>Aspidiotiphagus citrinus</i> sur les larves du 2ème stade femelle de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	127
Figure 75 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de populations des adultes de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	128
Figure 76 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de <i>A.lepidosaphes</i> sur les femelles de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	128
Figure 77 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de <i>A.lepidosaphes</i> sur les mâles de <i>L.beckii</i> sur oranger dans la région de Rouiba.....	128
Figure 78 : Abondance globale d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	133
Figure 79 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	134
Figure 80 : Abondance saisonnière globale d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	135
Figure 81 : Abondance saisonnière comparative des stades larvaires et des adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	136
Figure 82 : Abondance globale d' <i>I.purchasi</i> selon l'organe végétal sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	137
Figure 83 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d' <i>I.purchasi</i> selon l'organe végétal sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	137
Figure 84 : Variation temporelle globale de la population d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	138
Figure 85 : Variation spatiotemporelle des stades larvaires d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	139
Figure 86 : Fluctuation des larves du 1 ^{er} stade de <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	140

Figure 87 : Fluctuation des larves du 2 ⁱ ème stade d' <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	145
Figure 88 : Fluctuation des larves du 3 ^é me stade de <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	141
Figure 89 : Variation spatiotemporelle des stades adultes d' <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	142
Figure 90 : Analyse des composantes ACP entre les facteurs climatiques et la variation des effectifs des différents stades d' <i>I.purchasi</i> en 2017 et 2018.....	144
Figure 91: Analyse comparative des périodes de la fécondité moyenne d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	145
Figure 92: Analyse comparative de la fécondité moyenne saisonnière d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	145
Figure 93 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la fécondité moyenne d' <i>I.purchasi</i> en 2017 et 2018, par le Test de corrélation linéaire.	146
Figure 94 : Période de pente d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier en Mitidja dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	147
Figure 95: Nombre de génération d' <i>I.purchasi</i> sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	148
Figure 96 : La mortalité globale d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	149
Figure 97 : la mortalité comparative des larves et adulte d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	149
Figure 98 : Mortalité comparative des stades larvaires et les adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	150
Figure 99 : Variation saisonnière de la mortalité globale d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	150
Figure 100 : Variation saisonnière de la mortalité des larves d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	151
Figure 101 : Variation saisonnière de la mortalité des adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	151
Figure 102 : Variation spatiotemporelle de la mortalité globale d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	152
Figure 103 : Variation spatiotemporelle de la mortalité des larves d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	152
Figure 104 : Variation spatiotemporelle de la mortalité des adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	152
Figure 105 : Variation mensuelle globale de la mortalité des populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	153
Figure 106 : Variation mensuelle de la mortalité larvaire d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.....	154
Figure 107 : Variation mensuelle de la mortalité des adultes d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	154

Figure 108 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation de la mortalité d' <i>I.purchasi</i> en 2017 et 2018, par le Test de corrélation linéaire.....	155
Figure 109 : Incidence de la prédation globale sur les populations <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	162
Figure 110 : Incidence saisonnière de la prédation dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	163
Figure 111 : Incidence de la prédation dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier selon l'organe végétal dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	163
Figure 112 : Variation temporelle globale de l'incidence de prédatons chez <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.....	164
Figure 113 : Variation temporelle globale de l'incidence de prédatons chez <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.	165
Figure 114 : Abondance globale comparative d' <i>N.cardinalis</i> sur <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	165
Figure 115 : Abondance saisonnière globale de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017....	166
Figure 116 : Abondance saisonnière comparative de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017...	167
Figure 117 : Abondance globale de <i>N.cardinalis</i> dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	167
Figure 118 : Abondance comparative de <i>N.cardinalis</i> dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	167
Figure 119 : Fluctuation globale des populations de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017...	168
Figure 120 : Fluctuation des œufs de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	169
Figure 121 : Fluctuation des larves de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	169
Figure 122 : Fluctuation des nymphes de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d' <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017....	170
Figure 123 : Fluctuation des adultes de <i>N.cardinalis</i> dans les populations d <i>I.purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.....	171
Figure 124 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation de l'effectif globale de <i>N.cardinalis</i> en 2017, par le Test de corrélation linéaire.	172
Figure 125 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation des effectifs des différents stades de <i>N.cardinalis</i> en 2017, par le Test de corrélation linéaire.....	172

LISTE DES CARTES

	<i>Page</i>
Carte 1 : Situation géographique de la Mitidja.....	06
Carte 2 : Origine géographique et dispersion des agrumes dans le monde....	17
Carte 3 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde.....	21
Carte 4 : la répartition des zones productives des agrumes en Algérie.....	25
Carte 5 : Répartition de <i>L. beckii</i> dans le monde.....	46
Carte 6 : Distribution géographique d' <i>I.purchasi</i>	59
Carte 7 : Distribution mondiale de <i>R.cardinalis</i>	77
Carte 8 : Localisation de la région de Rouiba.....	85
Carte 09 : Localisation de la région de Sidi Moussa.....	85

TABLE DES MATIERES

	<i>Page</i>
Dédicaces	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des Figures	
Liste des cartes	
Introduction Générale.....	01
 CHAPITRE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE 	
1 - Présentation de la région d'étude (Mitidja).....	06
1.1 - Situation géographique	06
1.2 - Situation agrumicole de la région.....	07
1.3 - Position climatique.....	08
1.3.1 – Les paramètres climatiques	09
1.3.2 - Synthèse climatique.....	10
1.4 - Le réseau hydrographique.....	12
1.5 - Caractéristiques pédologiques.....	13
1.6- Situation de la flore et la faune de la région d'étude.....	15
2 - Présentation de la Plante Hôte : Les Agrumes.....	16
2.1 - Origine et histoire de la propagation des agrumes dans le monde.....	16
2.2 - Origine génétique des espèces d'agrumes cultivées.....	17
2.3 - Répartition des agrumes dans le monde.....	20
2.4 - Importance économique des agrumes.....	22
2.4.1 - Dans le monde	22
2.4.2 - En Algérie.....	24
2.5 - Taxonomie des agrumes.....	28
2.6 - Description botanique des agrumes.....	30
2.7 – Cycle de développement.....	31
2.7.1 - Date de floraisons et de maturations des agrumes.....	32
2.7.2 - Exigences agropédoclimatiques.....	33
2.7.2.1 - Le climat.....	33
2.7.2.2 - Le sol.....	36
2.8 – Etat des vergers agrumicoles algériens.....	38
2.8.1 - Le vieillissement du verger d'agrumes.....	38
2.8.2 - Etat sanitaire du verger agrumicole en Algérie.....	38
2.8.3 - Les accidents physiologiques.....	39
2.8.4 - Les problèmes phytosanitaires.....	39
2.8.4.1 - Maladies et ravageurs :.....	39
a- Les maladies à virus ou viroses.....	39
b - Les maladies bactériennes ou bactérioses.....	40
c - Les maladies cryptogamiques.....	40

2.8.4.2 - Les principaux ravageurs des agrumes.....	40
3 - Présentation de <i>Lepidosaphes beckii</i> (Newman, 1869) et <i>Icerya purchasi</i> (Maskell, 1879)	44
3.1 – Données bibliographiques sur <i>L.beckii</i>.....	44
3.1.1. - Position systématique.....	44
3.1.2 – Nomenclature.....	45
3.1.3 - Origine et répartition.....	45
3.1.4 - Morphologie.....	47
3.1.5 – Biologie.....	49
3.1.5.1 – Reproduction.....	49
3.1.5.2 - Cycle évolutif et stades de développement.....	50
3.1.6 - Les dégâts et importance économique.....	54
3.1.7 - Moyen de lutte	55
3.1.8 - Présentation des parasites.....	56
3.1.8.1 - Répartition géographique et variétale.....	57
3.2 – Données bibliographiques sur <i>Icerya purchasi</i>.....	58
3.2.1. - Position systématique.....	58
3.2.2 – Nomenclature.....	58
3.2.3 – Plantes hôtes	58
3.2.4 – Origine et répartition.....	59
3.2.5 - Importance économique.....	60
3.2.6 – Description.....	61
3.2.7 – Biologie.....	65
3.2.7.1 - Cycle de vie	65
3.2.7.2 – Reproduction.....	68
3.2.7.3 - Caractéristiques de la ponte.....	70
3.2.7.4 - Mobilité et déplacement	70
3.2.7.5 - Alimentation et miellat.....	71
3.2.8 – Dégâts.....	71
3.2.9 – Moyens de lutte.....	72
3.3– Données bibliographiques sur <i>Novius cardinalis</i>	75
3.3.1 – Position taxonomique.....	76
3.3.2 - Répartition géographique.....	76
3.3.3 - Importance économique.....	77
3.3.4 - Description	78
3.3.5 - La reproduction.....	79
3.3.6 - Cycle de vie	79
3.3.7 – Alimentation.....	81
3.3.8 – Comportement.....	81
3.3.9 – Hôte	81
3.3.10 - État de conservation et sensibilité aux pesticides.....	82

3 - Etude de la mortalité.....	108
3.1 - Niveau de mortalité comparatif des populations larvaires et adultes.....	108
3.2 – Mortalité globale et comparative des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal.....	108
3.3 – Mortalité saisonnière globale et comparative des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal	110
3.4 – Mortalité cardinale globale et comparatif des populations larvaires et adultes.....	110
3.5 – Fluctuation de la mortalité globale.....	111
3.6 – Fluctuation de la mortalité des populations larvaires et adultes.....	112
❖ Discussion et conclusion.....	113
4 - Etude de parasitisme	119
4.1 - Inventaire des parasitoïdes de cochenilles recensés à Rouiba.....	119
4.2 - Etude de parasitisme.....	120
4.2.1 - Incidence parasitaire globale et comparative des stades larvaire et les adultes.....	120
4.2.2 - Incidence parasitaire saisonnière globale et comparative des stades larvaire et les adultes.....	121
4.2.3 - Incidence parasitaire cardinale globale et comparative des stades larvaire et les adultes.....	121
4.2.4 - Incidence parasitaire stationnaire globale et comparative des stades larvaire et les adultes.....	122
4.2.5 – Fluctuation de l'incidence parasitaire globale.....	123
4.2.6 - Le nombre des pupariums et boucliers troués.....	124
4.2.7 – Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les larves.....	124
4.2.7.1 – Fluctuation de l'incidence parasitaire d' <i>Aphytis chrysomphali</i> et <i>A. proclia</i> sur les larves de 2 ^{ème} stades des mâles.....	125
4.2.7.2 - Fluctuation de l'incidence parasitaire d' <i>Aspidiotiphagus citrinus</i> sur les larves du 2 ^{ème} stade mâle et femelles	126
4.2.8 - Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les adultes.....	127
4.2.8.1 - Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les femelles.....	128
4.2.8.2 - Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les mâles	128
❖ Discussion et conclusion.....	129
 Partie II : Ecologie d'<i>Icerya Purchasi</i> sur clémentinier dans la région de Sidi-Moussa	
	132
1 – Biologie d'<i>Icerya purchasi</i> sur clémentinier.....	133
1.1 - Variation des abondances globales et niveau d'infestation.....	133
1.1.1 - Abondance globale des populations larvaires et adultes.....	133
1.1.2 – Niveau d'infestation comparatif des populations larvaires et adultes.....	134
1.1.3 – Abondance saisonnière globale et comparatif des populations larvaires et adultes	135

1.1.4 – Abondance globale et comparatif des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal	136
1.2 – Evolution d' <i>I.purchasi</i>	138
1.2.1 – Fluctuation globale de la cochenille.....	138
1.2.2 – Fluctuation des populations larvaires.....	139
1.2.2.1 – Fluctuation des larves du 1 ^{er} stade.....	139
1.2.2.2 – Fluctuations des larves du 2 ^{eme} stade.....	140
1.2.2.3 – Fluctuations des larves du 3 ^{eme} stade.....	141
1.2.3 – Fluctuation des populations adultes.....	142
1.3 - Etude de la fécondité	144
1.3.1 – Etude de la fécondité moyenne.....	144
1.3.2 - Effet de la saison sur la reproduction	145
1.3.3 - Détermination de la période de reproduction	147
1.3.4 - Détermination du nombre de générations	147
2 – Etude de la mortalité d'<i>Icerya purchasi</i>	148
2.1 - Mortalité globale des populations larvaires et adultes.....	148
2.2 – Niveau de mortalité comparatif des populations larvaires et adultes.....	149
2.3 – Mortalité saisonnière globale et comparative des populations larvaires et adultes.....	150
2.4 – Mortalité globale et comparative des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal.....	151
2.5 – Fluctuation globale de la mortalité d' <i>I.purchasi</i>	153
2.6 – Fluctuation comparative de la mortalité des populations larvaires et adultes.....	153
❖ Discussion	155
3 - Ecologie de <i>Rodolia (Novius) cardinalis</i>	162
3.1 – Incidence globale	162
3.2 - Incidence saisonnière	162
3.3 - Incidence selon l'organe végétal.....	163
3.4 – Fluctuation de l'incidence mensuelle de la prédation	164
3.5 - Fluctuation de l'incidence de prédation comparative	164
3.6 - Biologie de <i>Rodolia cardinalis</i>	165
3.6.1 -Fluctuation de l'abondance comparative des stades évolutifs	165
3.6.2 - Variation de l'abondance saisonnière	166
3.6.3 - Abondance selon l'organe végétal.....	167
3.6.4 – Evolution de <i>N.cardinalis</i>	168
3.6.4.1 – Evolution globale de <i>N.cardinalis</i>	168
3.6.4.2 - Evolution des œufs.....	168
3.6.4.3 - Evolution des populations larvaires.....	169
3.6.4.4 - Evolution des nymphes	170
3.6.4.5 - Evolution des adultes.....	170
❖ Discussion	173

Conclusions générales.....	177
Perspectives.....	186
Références bibliographiques.....	189

Annexe

Publications

Résumé

The page features a decorative design with a dark blue double-line border. Diagonal lines in various shades of blue (light blue, medium blue, and dark blue) cross the page from the bottom-left to the top-right. The word "INTRODUCTION" is centered in a dark blue, serif font.

INTRODUCTION

Introduction

Les agrumes constituent un secteur stratégique dans la plupart des pays producteurs jouant ainsi un rôle socio-économique du premier ordre. Sur le plan économique, les agrumes représentent une source importante de recettes pour tous les acteurs de la filière ; agriculteurs, industriels, exportateurs... Sur le plan social, le secteur assure l'emploi d'une main d'œuvre importante. Il s'agit donc d'une filière d'importance économique majeure à l'échelle nationale ainsi qu'à l'échelle internationale (Ladanyia, 2008). Selon la FAO (2020), la production mondiale d'agrumes durant l'année 2017/2018 était de 146 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, l'agrumiculture occupe le second rang après l'oléiculture, mais leur importance économique les classe nettement en tête de nos productions fruitières. La culture commerciale des agrumes dans notre pays est localisée dans les zones irrigables de la partie nord du pays, où elle trouve la température clémente qui assure sa réussite, car celle-ci influe fortement sur la physiologie des agrumes. La plantureuse Mitidja, berceau de l'agrumiculture, a conservé sa suprématie d'antan, puisqu'elle groupe encore près du tiers des plantations algériennes. Selon les dernières statistiques, l'agrumiculture couvre actuellement une superficie totale de 70.503 ha. La production totale avoisine les 14 millions de quintaux en 2018 toutes variétés confondues pour un potentiel de 2 millions de tonnes dès l'entrée en production des jeunes vergers (MDRP, 2019)

Boudi (2005) souligne que l'Algérie était traditionnellement un pays exportateur d'agrumes, éprouve à l'heure actuelle, des difficultés à satisfaire les besoins de consommation locale qui ne cessent de croître sous l'effet de la consommation en fruits frais. En contrepartie, la commercialisation des agrumes est confrontée à d'énormes difficultés notamment la qualité sanitaire due aux maladies et aux ravageurs les rendant impropre à la consommation, à la conservation et à l'exportation privant l'Algérie de recette en devises (Belguendouz, 2014).

Les données relatives à l'état phytosanitaire de verger algériennes agrumicoles restent très fragmentaire, surtout que l'agrumiculture dans ces régions fait face à de nombreux problèmes, liées parfois à des facteurs climatiques naturels, ou encore aux facteurs humains par ignorance et plus grave encore par négligence. Suite à cette situation, de nombreuses maladies et ravageurs sont à l'origine de la chute de la production et la destruction de ces vergers agrumicoles.

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. Selon Praloran (1971), le nombre d'espèces animales qui se développent et qui se nourrissent au détriment des agrumes sont extrêmement nombreuses et variées. Dans la liste dressée par Ebeling (1959), on trouve 5 espèces de Gastéropodes, 12 espèces d'Acariens, 352 espèces d'Insectes, 11 espèces de Mammifères auxquelles il faut ajouter 186 espèces de Nématodes. En effet, parmi tous ces ravageurs, les cochenilles des agrumes apparaissent comme étant les deuxièmes ravageurs après la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) (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).

En effet, les infestations et les dégâts sont causés principalement par les cochenilles diaspines sur toute la bande Nord de l'Algérie, où sont concentrées les principales productions végétales à fruits, à noyau, à pépin y compris les plantes ornementales et les essences forestières (Biche *et al.*, 2011). Les diaspines représentent 42,37% de l'ensemble des cochenilles où le genre *Lepidosaphes* est le plus dominant avec 14% (Belguendouz, 2005).

Chez les Monophlebidae l'espèce la plus inquiétante pour les verges agrumicole est *I.purchasi*, appelée communément la cochenille australienne. Originaires d'Australie, elle s'est répandue dans toutes les régions du globe (DeBach, 1964). Elle est considérée comme un ravageur majeur des agrumes (Carvalho *et al.*, 1996). Les dégâts de cette cochenille sont à la fois directs (prélèvement de sève, blessures sur l'écorce, déformations, suintements, etc.) et indirects par une grande production de miellat permettant le développement de la fumagine.

En l'absence de traitements et d'ennemis naturels, ces dégâts compromettent la production et peuvent entraîner la mort des agrumes (Kiyindou, 2008 ; Mbete *et al.*, 2011). Causton *et al.*, (2004) signalent que *I. purchasi* présente une sérieuse menace pour les plantes qui est difficile à contrôler même à l'aide de produits chimiques.

En Algérie, si beaucoup de recherches ont été réalisés sur la bio-écologie des cochenilles, principalement des agrumes notamment sur les Diaspines (Biche et Sellami, 1999 ; Biche *et al.*, 2012 ; Chafaa *et al.*, 2013a et 2013b ; Belguendouz *et al.*, 2014 ; Aroua *et al.*, 2019 ; Aroua *et al.*, 2020). les Pseudococcines (Aroua *et al.*, 2019), les Asterolecanines (Menzer *et al.* 2016) et les Lécanines (Biche *et al.*, 2012).

Ce n'est pas le cas pour la famille de Monophlebidae, et la faune auxiliaire avoisine la cochenille virgule des agrumes (*L.beckii*). De ce fait, le travail dont nous illustrons ici les résultats, est le premier à fournir une information quantifiée complète sur la bioécologie des populations de deux cochenilles *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Diaspididae) sur oranger à Mitidja (Rouiba) et *Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Monophlebidae) sur clémentinier à Mitidja (Sidi Moussa. Le contexte dans notre étude vise à deux objectifs :

- Etudier l'écologie des populations des deux cochenilles en évaluant les interactions existant entre ces dernières avec certains facteurs écologiques et spatio-temporels.
- Etudier la faune auxiliaire que les cochenilles hébergent, afin d'associer ce moyen biologique dans une lutte intégrée.

Les deux impératifs nous ont donc guidés dans le choix de notre étude sont :

- l'importance économique des deux essences d'agrumes étudiées en Algérie d'une part, et d'autre part, Les cochenilles devaient être des ravageur mondialement connu et mal contrôlé, préjudiciable aux agrumes.

- La dégradation de l'état sanitaire du verger en raison de la pullulation des cochenilles sous les conditions agro-climatiques convenables (température, humidité et vent) de la région de Mitidja. approuvent, une étude des fluctuations numériques des populations des cochenilles en fonction du temps et permettant une bonne appréciation du rythme biologique de ses cycles, et ses dépendances vis à vis à des conditions climatiques. En outre, Ils favorisent une étude de l'influence de la faune auxiliaire régulatrice de ces cochenilles.

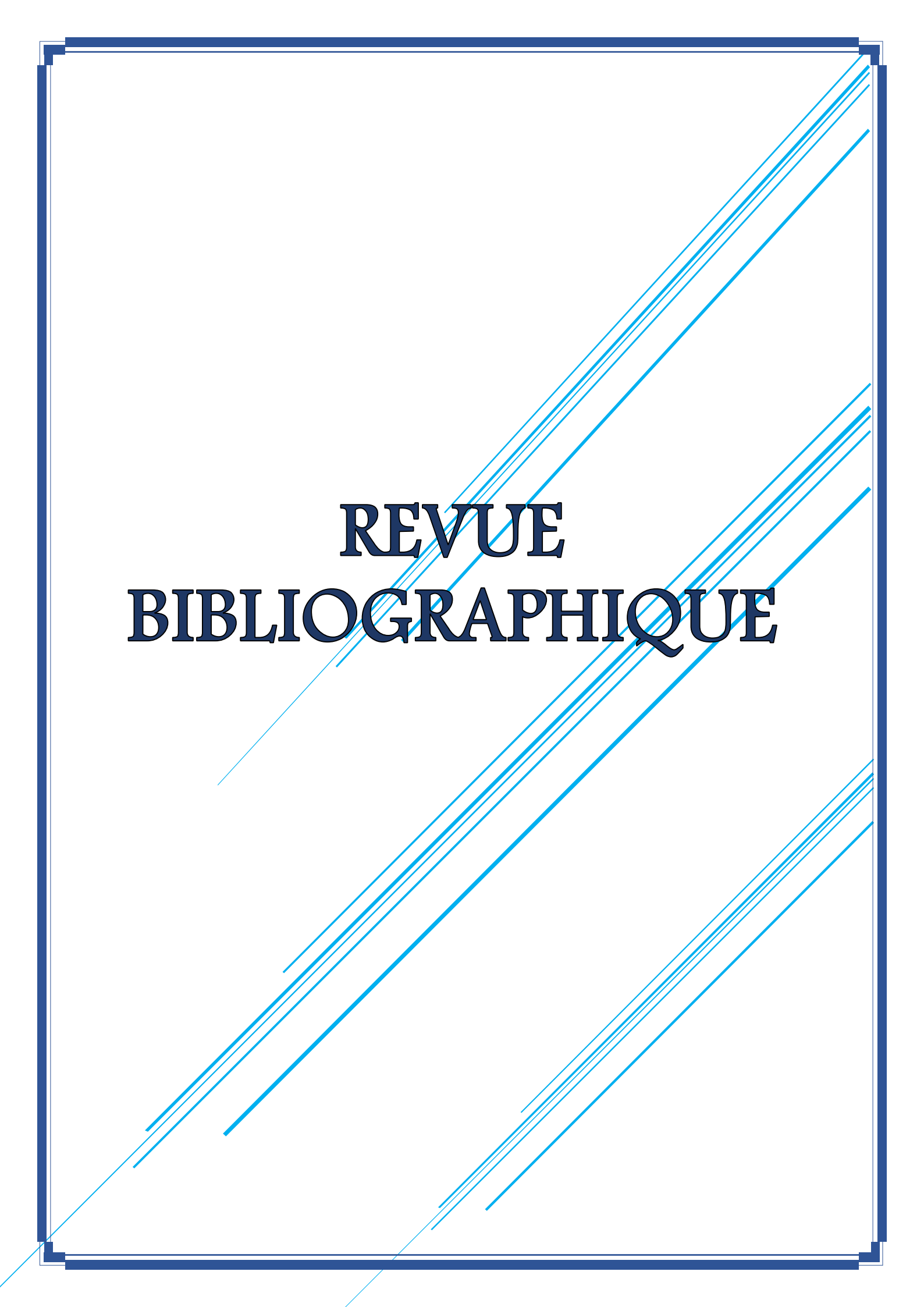
De ce sens, notre réflexion sur cette problématique nous fait penser que :

✓ Les fluctuations annuelles des cochenilles, en rapport avec les conditions climatiques qui règlent la physiologie de l'arbre, vont entraîner au sein de la fronde une variation de la densité des cochenilles ; qui aura peut-être une incidence sur l'action des parasites et ou prédateurs.

✓ L'étude de mortalité chez ces insectes peut être accède de déterminer l'importance relative des facteurs responsables de l'évolution d'une population.

✓ Si les cochenilles d'une manière générale, et *L.beckii* et *I.purchasi* en particulier, causent d'importants dégâts sur les agrumes, il existe pourtant une foule d'ennemis naturels, prédateurs et parasites, susceptibles d'endiguer les pullulations de cette dernière.

Dans ce présent travail, nous commencerons notre étude par la partie bibliographique qui portera sur la présentation de la région d'étude et la plante hôte (Les agrumes) suivi par une synthèse bibliographique sur les deux cochenilles : *L.beckii* avec ses parasitoïdes hyménoptères, et la cochenille australienne *Icerya purchasi* et son prédateur *Novius cardinalis* (Mulsant, 1850 (Coleoptera : Coccinellidae). Dans la seconde partie, qui est expérimentale, sont évoqués la présentation les caractéristiques générales des stations d'étude, la méthodologie d'étude adoptée. La troisième partie quant à elle, illustre les résultats et les discussions concernant la bioécologie de *L.beckii* et l'incidence parasitaire chez cette espèce sur les oranger dans la région de Rouiba ainsi que la bioécologie d'*I.purchasi* et l'incidence de prédation chez cette espèce sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa. Ce travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.

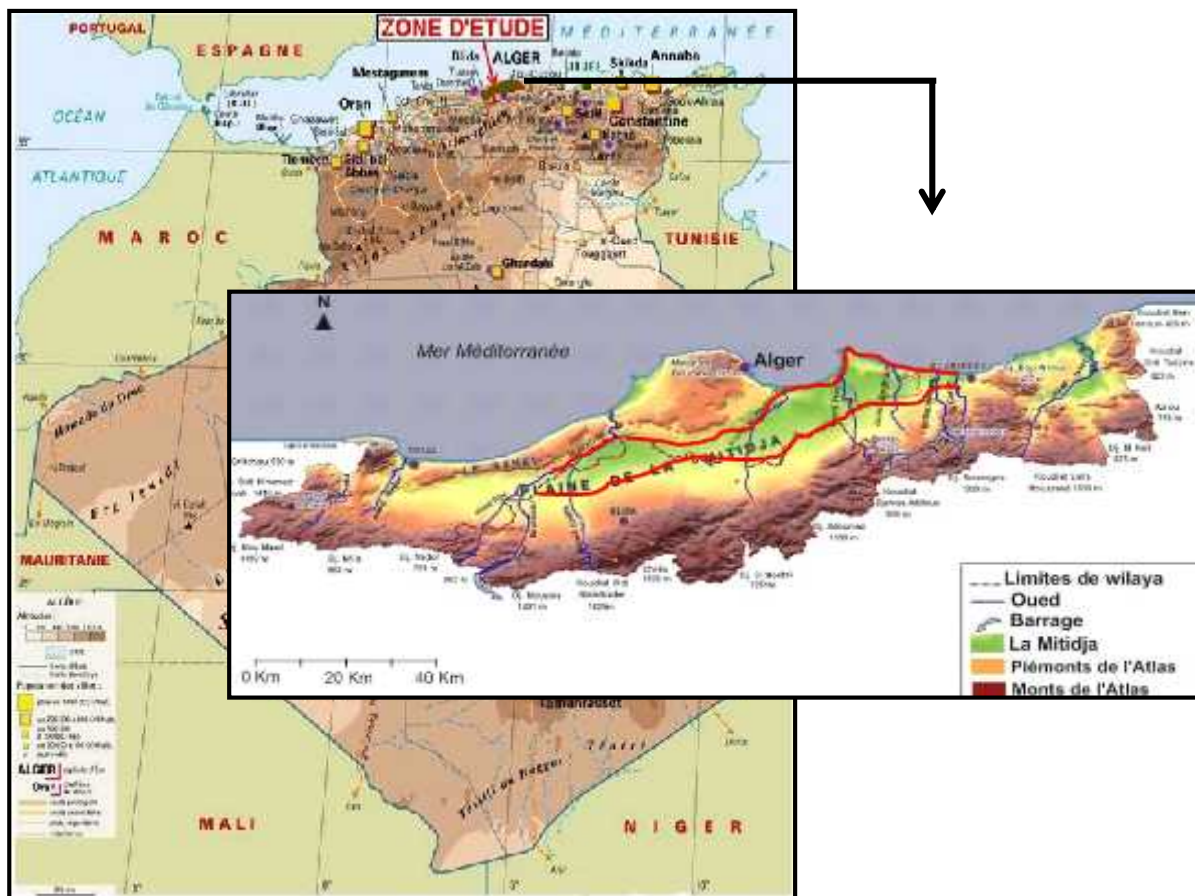


**REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

1 - Présentation de la région d'étude (Mitidja).

1.1 - Situation géographique

D'une superficie d'environ de 1400 km², la plaine de la Mitidja compte parmi les plus grandes plaines sublittorales algériennes (carte.01). Elle s'étend sur une longueur de 100 km et une largeur variant entre 10 et 18 km (Mutin, 1977). Elle est située entre la longitude 2°32'00 et 3°19'00 E et la latitude 36°35'17'' et 36°47'40''N (Bensaad, 2007). Cette plaine correspond à une vaste dépression allongée d'ouest en Est, et s'étale sur les wilayas d'Alger, Blida, Tipaza et Boumerdes. Elle est limitée au nord par le Sahel algérois qui monte en pente douce vers le Sud où elle est interrompue par l'Atlas blidéen (Mutin, 1977).



Carte 1 : Situation géographique de la Mitidja (Belabbas, 2012).

1.2 - Situation agrumicole de la région

En 1950, la Mitidja comptait 8500 ha de vergers et 14000 ha en 1969 (Mutin, 1969). Une évolution des productions de 6,11% à 12,47%, avec un rendement de 148,4 q/ha 2006 a été enregistrée de 1996 à 2006. Cette augmentation est due à l'extension des superficies réelles des agrumes. Néanmoins, le verger algérien d'agrumes (surtout constitué d'oranges 69,54%, d'un peu de citrons 7,56%, de clémentines 17,56%, et de très peu de mandarines 5,34% et de pomelos) est estimé à 65 000 ha, dont plus de 50% sont localisés dans la Mitidja (Belguendouz, 2014).

Cette dernière est la principale zone productrice d'agrumes (43% au total sont cultivés dans la plaine de la Mitidja, 27% dans la région du Chélif et 7% à Mascara). Le verger est localisé sur des terres les plus riches et irriguées, de constitution assez lourde, à pH élevé sauf pour les zones Est du pays ($\text{pH} > 7,5$ à l'Ouest, $7,2 < \text{pH} < 7,5$ au centre et $6,5 < \text{pH} < 7$ à l'Est) et avec un taux d'éléments fins dépassant les 60% (Bellabas, 2012). (Fig.1).

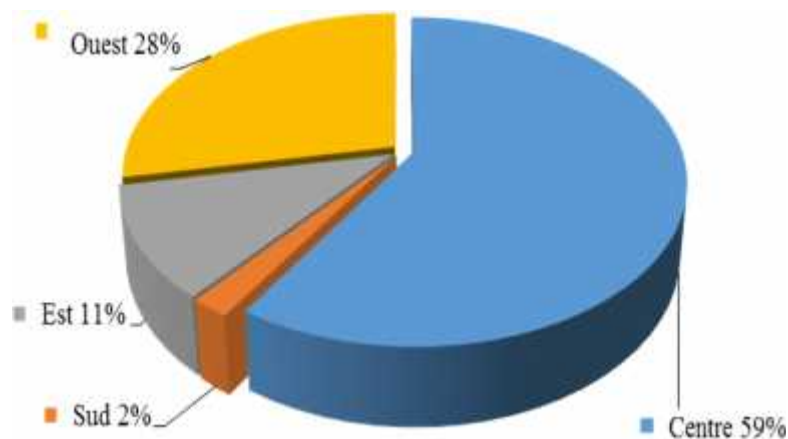


Figure 1 : Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par zone (Bellabas, 2012).

La Mitidja, berceau de l'agrumiculture algérienne, occupe toujours le premier rang à l'échelle nationale. C'est une riche plaine agricole (agrumes, vignobles, arbres fruitiers et fourrage). Les vergers s'y étendent sur plus de 24.000 hectares et représentent environ le tiers du total de la superficie complantée en agrumes en 2005. Les plantations sont particulièrement denses autour de la ville de Blida et Boufarik. Les trois communes voisines

Chebli, Boufarik et Oued Alleug présentent à elle seules plus de 11.000 hectares de vergers d'agrumes. Malheureusement, l'urbanisation constante y retire des terres à l'agriculture. Malgré cela, elle est restée leader en matière de production des agrumes (Belguendouz, 2014). La wilaya de Blida, par exemple, compte, à elle seule, quelque 40% de la superficie consacrée à la culture des agrumes à l'échelle nationale, soit plus de 18 000 ha de vergers, en produisant une quantité très appréciable de 4,2 millions de quintaux en 2019. (MADR, 2019).

1.3 - Position climatique

D'après Ramade (1984) les facteurs climatiques constituent un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la température, la pluviométrie et les vents. Gautier (1987), signale que le climat régional détermine la durée de la période active de la végétation, notamment les poussées de sève, donne les limites des températures favorables ainsi que la répartition des pluies durant l'année. Selon Faurie *et al.*, 1980, le climat d'une région a une importance primordiale parce qu'il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Vue cette grande influence sur la vie des populations, il est important de donner un aperçu sur les fluctuations climatiques à savoir les températures et les précipitations, les vents les gelées dans cette région.

Les gelées blanches sont la règle par temps clair jusqu'en mars-avril. Les vents d'été qui viennent surtout du Nord-Est et de l'Est sont Humides mais qui n'apportent pas la pluie, au contact du continent chaud. En hiver, les vents dominants sont humides et soufflent de l'ouest. Les vents du sud, heureusement peu fréquents, sont des vents brûlants et desséchants qui descendent de l'Atlas et cause alors des dégâts importants parfois irrémédiables aux cultures, notamment à la vigne et aux arbres fruitiers. Les pluies sont irrégulières d'une année à l'autre et pour un même mois. Des pluies torrentielles peuvent atteindre et même dépasser 100 mm en 24 heures. Elles sont alors un puissant agent d'érosion, et sans profit pour la végétation.

Les limites des différents étages bioclimatiques montrent que la Mitidja appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux

1.3.1 – Les paramètres climatiques

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 (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. Les températures de la Mitidja sont soumise à l'influence de la mer où les variations de la température représentent un facteur limitant, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés des êtres vivants dans la biosphère.

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), la Mitidja reçoit annuellement une somme de précipitations entre 600 et 900 mm. Les rythmes pluviométriques sont caractérisés par une double irrégularité annuelle et inter-annuelle.

Selon Dajoz (1971), l'humidité relative agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus en conditions hygrométriques défavorables. Selon Halitim *et al.* (1978), l'humidité relative annuelle décroît du littoral vers l'intérieur du pays. Pendant la saison froide, les humidités relatives sont élevées en altitude dans l'intérieur, ainsi que dans les vallées (Benfekih, 1993).

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).

Dajoz (1996) note que le vent a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité. Généralement, le vent de l'Ouest est dominant. Par ailleurs, deux autres directions qui sont aussi importantes : les vents du sud qui provoquent le sirocco et les vents du Nord qui ramènent les pluies. Selon Seltzer (1946), le sirocco peut s'observer toute l'année mais reste rare pendant les mois les plus froids et disparaît complètement dans certaines stations. En été, il provoque une chute de l'humidité relative de l'air qui fluctue entre 20 et 50%. Sa durée est variable d'une moyenne de 3 à 4 jours en automne et au printemps. (Hamdi-Aïssa, 2001).

1.3.2 - 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 données climatiques des stations d'études sont recueillies auprès l'Office National de météorologie Station de Dar El Beida de Pour la région de Rouiba et de la station météorologique de l'INRA (Institut Nationale de Recherche Agronomique) Baraki pour la région de Sidi Moussa. Ces derniers ont fait l'objet de l'étude de la synthèse climatique.

Le tableau 1 et 2 rassemble les données thermiques, à savoir les températures minimales ($T^{\circ}\text{min}$), moyennes ($T^{\circ}\text{moy}$) et maximales ($T^{\circ}\text{max}$), ainsi que les précipitations mensuelles (PP mm), et l'humidité relative moyenne (HR %) au cours de l'année 2016-2017 et les deux années d'étude réalisé en 2017 et 2018.

Tableau 1 : Données climatiques moyennes mensuelles de la région de Rouiba d'étude durant l'année 2016-2017

		Sept.	Oct.	Nov.	Dés.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin.	Juil.	Aout	Sept.
2016-2017	T°min	18	15	10	7	4	5	8	9	13	16	19	20	18
	T°max	30	27	21	18	16	17	20	22	25	30	32	33	30
	T°moy	24	21	15.5	12.5	10	11	14	15.5	19	23	25.5	25.5	24
	PP (mm)	25.3	63.3	77.4	95.2	66.6	66.4	71	48.3	43.3	9	5.7	3.3	25.3
	HR %	66	70	75	79,3	79,7	71,3	72	72	70	60	62	60	67

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

L'analyse des températures, montre que les hautes températures sont enregistrées au mois d'aout avec une valeur de température moyenne de 25,5°C, et une température maximale de 33°C. Par contre, les basses températures sont notées au cours du mois de janvier avec une température moyenne de 10°C. C'est durant ce mois que la valeur de températures moyennes des minimales attend les 4°C.

Selon le tableau n°1, la période la plus pluvieuse est la période hiverno-automne. On note qu'une quantité importante de pluviométrie enregistrée au mois de décembre avec une pluviométrie moyenne mensuelle 95,2. Par contre, en été la plus faible pluviométrie moyenne mensuelle est enregistrée au mois d'aout avec 3,3 mm.

L'analyse des données relatives aux l'humidité relative, nous remarquons que les moyennes mensuelles de cette dernière fluctuent entre 60% et 80% à Rouiba. Durant cette période, on note que le mois de décembre est le mois le plus humide de l'année.

Tableau 2 : Données climatiques moyennes mensuelles de la région de sidi Moussa durant les années 2017-2018 (INRA, 2019)

		Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2017	T°min	5,74	5,6	8,29	9,74	13,61	18,68	20,82	20,99	17,08	12,71	8,12	6,62
	T°max	15,56	13,56	21,97	23,04	25,68	30,81	34,39	32,42	30,32	27,28	21,02	16,8
	T°moy	10,14	9,68	14,56	16,27	19,44	24,57	26,85	26,27	23,46	19,71	13,63	11,36
	PP (mm)	195	27	41	7	2	11	0	0	29	16	103	148
	HR %	80,93	63,2	76,38	74,19	70,02	69,9	68,24	68,52	70,59	74,13	81,65	81,68
2018	T°min	6,24	5,46	9,15	10,51	12,35	15,7	19,92	20,03	19,34	14,31	10,66	7,11
	T°max	18,7	16,05	19,54	22,19	23,26	28,32	32,42	32,18	30,62	25,65	21,91	21
	T°moy	11,9	10,43	14,04	16,09	17,61	22,12	26,15	26,26	24,49	19,61	15,74	13,04
	PP (mm)	49	135	132	105	33	40	0	0	24	66	110	35
	HR %	81,42	80,08	75,56	78,04	82,22	73,63	69,18	73,23	77,33	77,07	85,62	89,27

L'analyse des données reportées dans le tableau ci-dessus, fait ressortir que les plus basses températures sont enregistrées aux mois de janvier et février et les moyennes des maximas du mois le plus chaud sont notées au mois d'août durant les deux ans d'étude. Alors que les plus hautes températures sont enregistrées durant les mois de juillet et août que ce soit en 2017 ou 2018. Exception faite pour 2017, où les températures maximales ont été également enregistrées durant le mois de Juin.

Concernant la pluviométrie annuelle enregistrée, elle a été élevée pour l'année 2018 (729 mm) par rapport l'année 2017 (579 mm). En analysant les résultats, repris dans le tableau n°7, on remarque que les plus fortes précipitations sont enregistrées au cours des mois de novembre, décembre et Janvier durant l'année 2017 contrairement au 2018 où les cumules les plus élevés sont notées durant les mois de février, mars, avril et novembre. Par contre, le mois les plus secs restent les mois de Juillet et Aout durant les deux années (0 mm).

Pour l'humidité relative, nous remarquons que l'humidité relative enregistrée durant les deux années reste presque identique où l'on a enregistré une humidité relative moyenne de 73,29% en 2017 contre 78,55% en 2018 (Tab.2). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

1.4 - Le réseau hydrographique

Les oueds qui traversent la plaine de la Mitidja se caractérisent tous par un écoulement temporaire. Leur régime d'écoulement présente des analogies avec celui des précipitations. Le maximum d'écoulement est observé en hiver et au début du printemps et le minimum en été. La plaine de la Mitidja est traversée sur toute sa superficie par différents oueds s'écoulant globalement du sud vers le nord, prenant leur source dans le massif de Blida. D'Est en Ouest, ces oueds sont Oued Réghaïa, Oued Hamiz, Oued Djemaa, Oued El Harrach, Oued Chiffa, Oued Bouroumi, Oued Djer et Oued Mazafran Zemouri.

1.5 - Caractéristiques pédologiques

La plaine de la Mitidja correspond à la zone la plus fertile, mais aussi la plus soumise aux exploitations et aux activités agricoles du nord de l'Algérie. D'après Benamar (1986), les sols de la Mitidja sont caractérisés par une texture limoneuse en surface et limono-argileuse en profondeur. En effet, ces sols appartiennent à 4 classes, celles des sols peu évolués, des sols à sesquioxydes de fer, des sols calcomagnésiques et des vertisols (Duchaufour, 1976 ; Mutin, 1977). Les sols peu évolués sont les plus étendus et ils recouvrent près de 75 000 ha. De par leur importance relative, ils donnent à la plaine son caractère d'homogénéité. Ils sont emblavés en céréales, en fourrages en sec ou sont occupés par des vignobles. Des plantations d'agrumes se développent sur ce type de terrains associés à d'autres cultures. Ces sols, d'apport alluvial, sont installés sur les alluvions du Rharbien récent et plus rarement sur les colluvions, sauf sur les pentes douces de l'Atlas ou des versants sud du Sahel. Considérés de genèse non climatique, ils reposeraient sur les sols rouges méditerranéens. Au sein de la plaine, ils ont une tendance à devenir vertiques, voire hydromorphes. Leur teneur moyenne en argile est voisine de 45 % pour les premiers et atteint 85 %, pour les seconds (Mutin, 1977). Ces terres conviennent plutôt à la culture des céréales et des fourrages (Glangeaud, 1932). Ils sont difficiles à drainer et sont de ce fait quelquefois marécageux.

Les sols à sesquioxydes de fer occupent une superficie de 13 500 ha. On trouve sur ce type de sol des céréales et de la vigne. Ils renferment des sols rouges, au niveau des cônes de déjection de l'Atlas ou partiellement au pied des monticules du Sahel, du centre jusqu'à Hadjout, à l'ouest. Leur texture est argilo-limoneuse. Quant aux sols bruns, ils sont constitués sur les glacis d'épandage de Mered, à proximité de Blida, jusqu'à Khemis El Khechna à l'est. Ils présentent un encroûtement calcaire et sont le plus souvent rubéfiés. Au milieu de la plaine, ils sont enterrés sous les sols alluviaux peu évolués ou sous les sols hydromorphes. Ceci atteste de la permanence de la subsidence au niveau des zones basses de la plaine. De texture argilo-limoneuse, ils montrent un horizon d'accumulation calcaire (Mutin, 1977). D'après ce même auteur les sols calcomagnésiques s'étendent sur 1.500 ha à l'extrémité orientale de la Mitidja entre Ain Taya et Boudouaou. Haddab et Abib (1995) notent ce type de sol à El Harrach.

Ces terres sont généralement utilisées pour les cultures maraîchères en irrigué et pour la vigne. Ils sont peu évolués à tendance carbonatée entre Meftah et Khemis Khechna sur près de 5.000 ha. Ce type de sol présente une forte teneur en calcaire comprise entre 16 et 20 %. Les vertisols sont des sols foncés, riches en argiles gonflantes et qui couvrent une superficie de 6000 ha (Duchaufour, 1983). Ce sont des sols à profil assez homogène, de cohésion et de consistance très fortes (Mutin, 1977). Ils se caractérisent, en période sèche, par de larges fentes de retrait. La texture est argilo-limoneuse ou franchement argileuse. Les vertisols sont présents entre les Eucalyptus et Hamadi et à proximité de Réghaïa. Cependant à Oued Smar les sols sont également de texture argilo-limoneuse, avec une teneur en argile supérieure à 35 % (I.T.G.C., 1996). Par ailleurs sur les collines de Boudouaou et de Keddara, par endroits, des sols vertiques caractérisés par des teneurs élevées en argiles comprises entre 40 et 70 % sont remarqués (Ouyahya, 1987). Depuis Hamiz jusqu'à Réghaïa les sols sont également peu évolués avec une tendance vertique. Ici, il est difficile de faire de l'agriculture. Il y avait des vignobles avant la reconversion de 1971 et des cultures fourragères et maraîchères (Mutin, 1977).

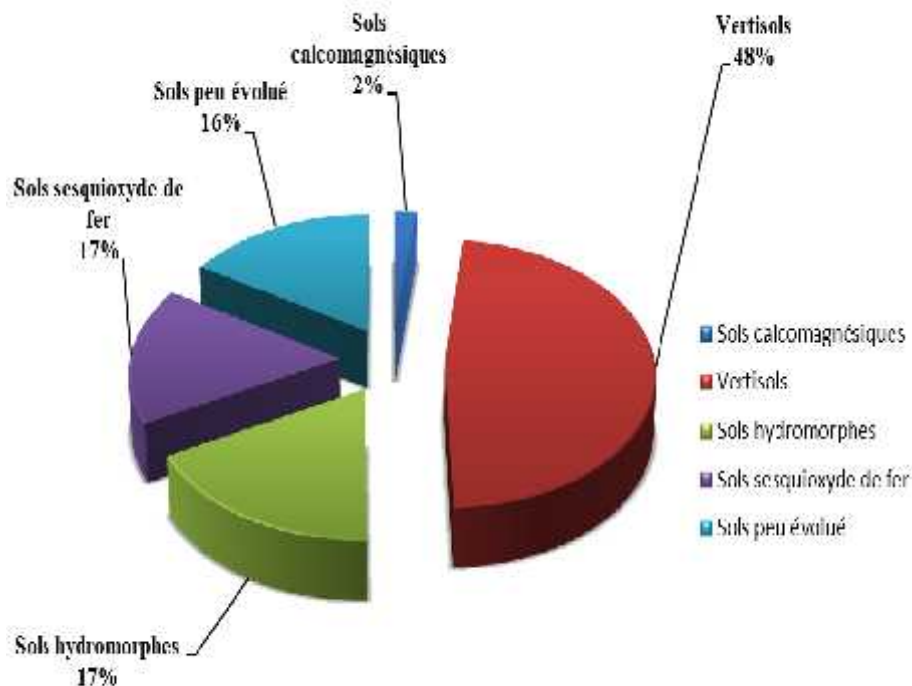


Figure 2 : Proportions des classes de sols dans la Mitidja (Mutin, 1977)

D'après Faurie *et al.*, (1980), le sol est non seulement un support pour la plante mais, également un milieu nutritif. Cependant, le sol de la Mitidja (favorable à la culture des agrumes) appartient à cinq types de sols : les sols évolués, les sols hydromorphes, les vertisols, les sols à sesquioxydes de fer et les sols carbonatés (Duchaufour, 1976 et Mutin, 1977).

1.6- Situation de la flore et la faune 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 variée. (Mutin, 1977), plusieurs travaux sont réalisés sur la flore de la Mitidja. Parmi eux, il est à citer Laumont (1951), Belaid (1986), Kheddami et Adane (1996), Abdelkrim (2004), Imache *et al.*,(2011), Tergou *et al.*, (2014).

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.

2 - Présentation de la Plante Hôte : Les Agrumes

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

Les agrumes sont originaires du sud-est asiatique (Carte. 2) et en particulier d'un foyer principal comprenant le nord de la Birmanie et la région Assam de l'Inde (Tanaka, 1961). Ils se seraient ensuite dispersés vers des centres secondaires à l'ouest (sud de l'Himalaya et de l'Inde), à l'est (Sud de la Chine) et au sud de la péninsule indochinoise. Il existerait deux autres centres secondaires d'origine des agrumes qui sont la région côtière du sud de la Chine (îles de Haïnan, Taïwan et le sud du Japon) et de l'Insulinde ou Asie du sud-est insulaire jusqu'aux îles Samoa et les îles Fidji. Il semblerait que l'agrumiculture existe depuis le premier millénaire avant J.C. en Inde et en Chine (Praloran, 1971). Cependant, ce ne serait qu'à partir des XIX^{ème} et XX^{ème} siècle qu'elle se serait répandue dans le monde entier (Jacquemond *et al.*, 2013) (Carte. 2).

Le premier agrume introduit dans le bassin méditerranéen serait le cédratier à l'époque d'Alexandre le Grand (III^{ème} siècle avant J.C.), qui avait des usages cosmétiques et pharmaceutiques. Il semblerait que les autres variétés d'agrumes (en particulier l'oranger, le bigaradier et le citronnier) ne soient arrivées en Occident qu'à partir du X^{ème} siècle, lors des échanges commerciaux entre le bassin méditerranéen et l'Asie. Par la suite, les orangers furent introduits au Maghreb et à l'ouest de la Méditerranée par les Maures (populations berbères d'Afrique du Nord). Le second voyage de Christophe Colomb en 1493 sur les Antilles et les Caraïbes, a permis l'implantation des agrumes aux Caraïbes qui ont ensuite été dispersés sur tout le continent américain aux XVI^{ème} et XVII^{ème} siècle. Il est à noter que contrairement aux autres agrumes (dont les pamplemousses), les pomelos sont originaires de l'île Barbade dans les Caraïbes (Corazza-Nunes *et al.*, 2002). Finalement, le mandarinier et clémentinier ne sont apparus en Europe qu'aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècle respectivement. Si aujourd'hui la consommation d'agrumes paraît banale, il faut savoir que jusqu'à la moitié du XX^{ème} siècle, les oranges étaient considérées comme un produit de luxe et étaient souvent offertes aux enfants pour Noël.

Les agrumes sont aujourd'hui distribués dans toutes les parties du monde comprises entre l'équateur et des latitudes légèrement supérieures à 40° (Fabrice *et al.*, 2007; Camille *et al.*, 2009) (Carte.2). Cette diffusion de la culture des agrumes, qui s'étend sur des zones tempérées chaudes aux zones tropicales, a été favorisée par les conditions climatiques avec une répartition qui a été faite progressivement et en parallèle avec le développement des moyens faciles de transport. Le climat favorable des régions : méditerranéenne, australienne, mexicaine et de l'Asie du sud, répond aux exigences écologiques, qui ont contribué à son installation et son développement.



Carte 2 : Origine géographique et dispersion des agrumes dans le monde.

*Origine et aire de répartition primaire ; **Aires de répartition secondaires.

(Adaptée de Jacquemond *et al.*, 2013).

2.2 - Origine génétique des espèces d'agrumes cultivées

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que le pool génétique original des agrumes a pris naissance au Sud-Est asiatique il y a plusieurs millénaires (Hager Snouss, 2013). Les études phylogénétiques menées par Scora (1975) et Barrett et Rhodes (1976) ont suggéré que la diversité des agrumes se structure uniquement autour des trois espèces "vraies" : pamplemoussiers *C. maxima* (L.) Osb. Mandariniers (*C. reticulata* Blanco) et cédratiers (*C. medica* L.) (Fig. 3). La différenciation entre ces taxons sexuellement compatibles s'explique par un processus de fondation dans trois zones géographiques :

Ollitrault *et al.*, 1999; Nicolosi *et al.*, 2000). Alors que les origines asiatiques des oranges et mandarines ou méditerranéennes de la clémentine sont bien établies, on sait depuis cette année seulement que le citron jaune est né en méditerranée d'un mariage entre le cédratier (parent mâle) et la bigaradier (parent femelle) (Khefifi, 2015). (Fig. 4)

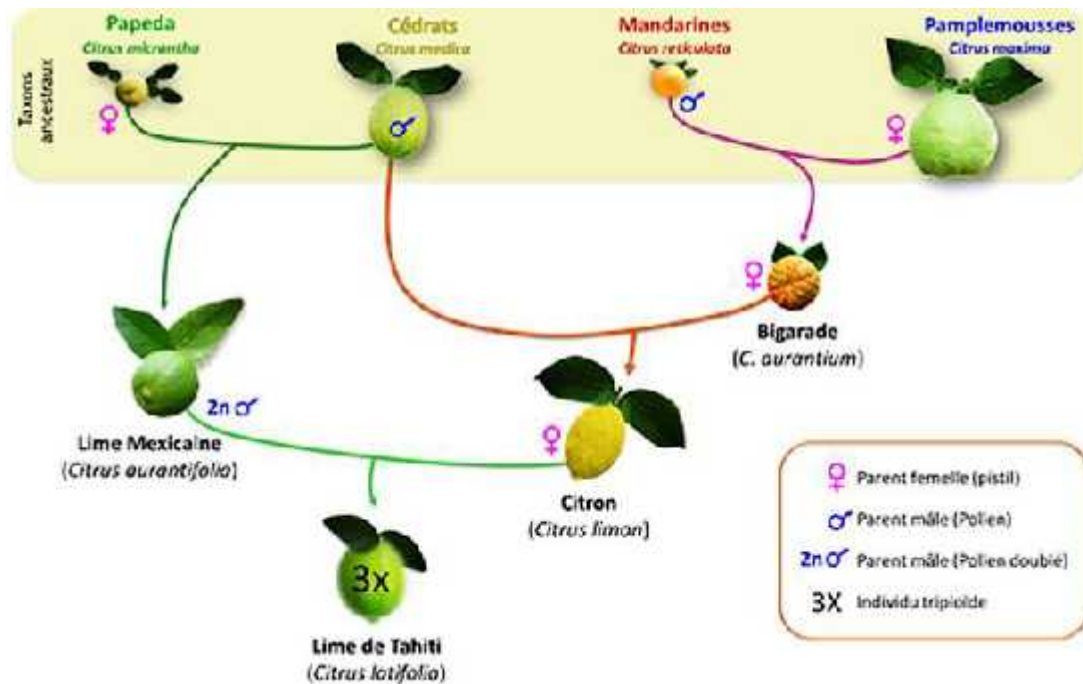


Figure 4 : Origines phylogéniques des limes et citrons (Khefifi, 2015).

- ✓ L'oranger commun (*Citrus sinensis*) et le bigaradier (*Citrus aurantium*) sont considérés comme les hybrides entre les pools génétiques des pamplemoussiers et des mandariniers.
- ✓ Le limettier mexicain (*Citrus aurantifolia*) résulte probablement d'une hybridation directe entre un cédratier et *C. micrantha* (un papéda).
- ✓ Le citron (*Citrus limon*) dériveraient d'une hybridation entre un cédratier et un bigaradier.
- ✓ Le pomelo (*Citrus paradisi*) serait un hybride entre un pamplemoussier et un oranger.

La recherche en généalogie des agrumes est cependant complexe à cause de la grande diversité et de l'éloignement des centres d'origine. La localisation précise des zones d'origine des différentes espèces, a fait l'objet de controverse. Les zones de diversité actuelle et les

études historiques témoignent en faveur de trois zones de diversification primaires des agrumes (Webber *et al.*, 1967; Scora, 1975) :

✓ Le nord-est de l'Inde, le nord de la Birmanie et le sud de la Chine seraient les zones de diversification du cédrat (*C. medica*) et d'apparition de la lime (*Citrus aurantifolia*), du citron (*Citrus lemon*), du bigaradier (*Citrus aurantium*) et de l'orange (*Citrus sinensis*).

✓ L'archipel Malais et l'Indonésie auraient constitués le centre d'origine du pamplemousse (*Citrus grandis*).

✓ Les mandariniers se seraient diversifiés sur une vaste zone couvrant le Vietnam, la Chine du sud et le Japon.

2.3 - Répartition des agrumes dans le monde

Bien que l'aire moderne de culture des agrumes soit très vaste, le Brésil, le bassin méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis contrôlent à eux seuls les deux tiers de la production mondiale d'oranges, de petits agrumes, de citrons et limes et de pamplemousses et pomelos où la part la plus importante de la production se concentre dans les pays de l'hémisphère Nord, où la récolte s'échelonne d'octobre à mi-juin (Jacquemond *et al.*, 2013).

- ❖ L'Asie constitue le premier producteur mondial d'agrumes frais, avec une part de production de 55.4% ;
- ❖ Ensuite, viens l'Afrique avec une part de production de 36.5% ;
- ❖ Les deux continents américains qui représentent une part de production de 7.7% ;
- ❖ Enfin, l'Europe et l'Océanie représentent une part de production de 0.4% (FAOSTAT, 2018). (Fig. 5).

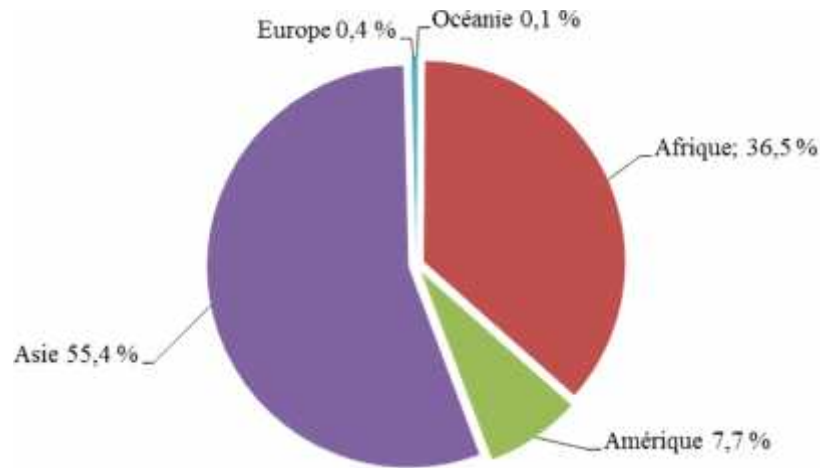
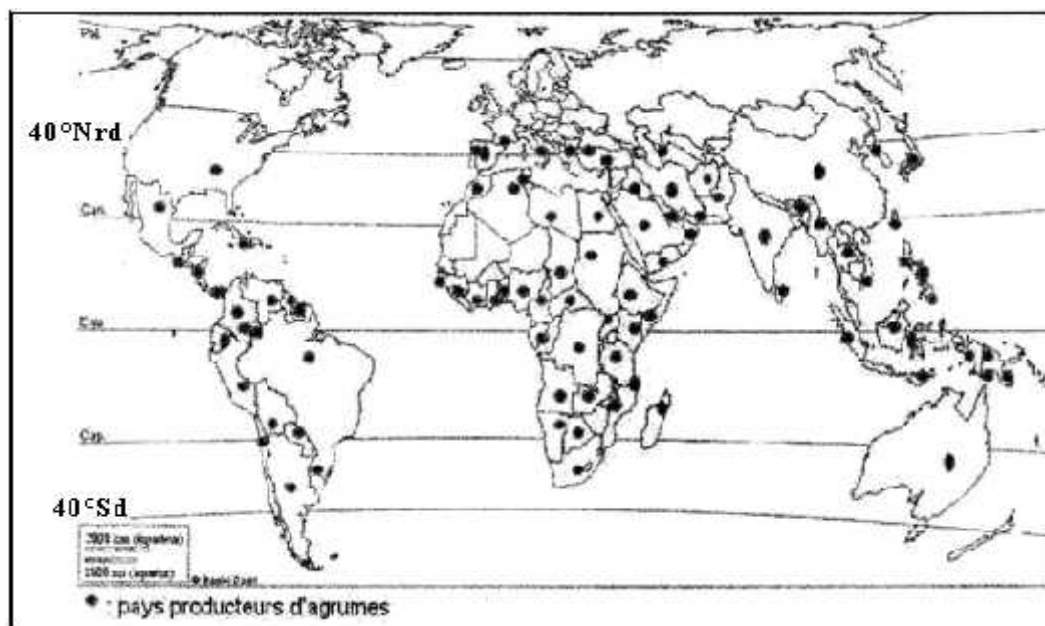


Figure 5 : Part de la production de Fruits, agrumes par région (2010-2016)
(Source FAOSTAT, 2018).

Pour les différents types d'agrumes, la superficie totale plantée est évaluée à plus de 3 millions d'hectares, répartie sur une aire très large située approximativement entre les 40° de latitude Nord et Sud tout autour du Monde (Carte. 3). Les principaux pays producteurs d'agrumes sont la Chine, le Brésil et les Etats-Unis et les pays du bassin méditerranéen qui constituent les régions productrices de fruits frais. La plupart des agrumes sont consommés à l'intérieur des pays producteurs ; seulement 11% vont au commerce international (Belguendouz, 2014).



Carte 3 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Polèse, 2008 ; Belguendouz, 2014).

2.4 - Importance économique des agrumes

2.4.1 - Dans le monde

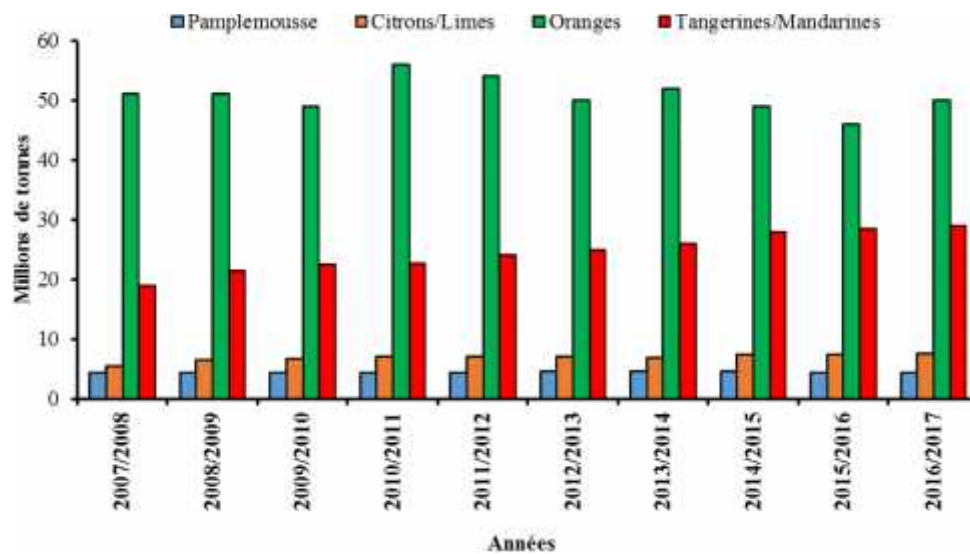
La culture des agrumes a pris naissance il y a probablement 4000 ans dans les régions subtropicales du continent asiatique et de l'archipel Malais. Le commerce international des agrumes frais a débuté il y a deux siècles environ. Aujourd'hui, cultivés sur plus de 3 millions d'hectares et dans plus de 100 pays aux climats tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, les agrumes constituent la principale culture fruitière dans le monde.

L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes. Un autre facteur expliquant l'importance de l'agrumiculture à l'échelle mondiale réside dans la valeur thérapeutique des fruits d'agrumes et la conscience de leurs bienfaits pour la santé. La libéralisation du commerce ainsi que les avancées technologiques en matière de stockage et de transport, ont engendré une mondialisation de l'industrie des agrumes. L'industrie mondiale du jus de fruit est aussi dominée par les jus d'agrumes.

Dans le monde, 146 866 263 tonnes d'agrumes sont produites par an, la Chine est le plus grand producteur d'agrumes au monde avec 38 392 847 tonnes de volume de production par an répartie sur 2 625 709 ha. Le Brésil arrive en deuxième position avec 19 591 623 tonnes de production annuelle. Il est suivi par l'Inde (12 043 000 tonnes). Le Mexique arrive au 4^{ème} rang suivi par l'USA (7,5 millions de tonnes) et l'Espagne (7 millions de tonnes). L'Egypte occupe le septième rang, suivi par la Turquie avec une part de 2,92% (FAO, 2020) (tab.3). Quant à l'Algérie, elle occupe la 18^{ème} place dans le rang mondiale, avec une production de 1,4 millions de tonnes par ans (FAO, 2020).

Tableau 3 : Classification des principaux producteurs d'agrumes en 2018 (FAO, 2020).

Pays	Production en tonnes	Superficie en Ha	Part en %
Chine	38 392 847	2 625 709	26,14
Brésil	19 591 623	759 951	13,34
Inde	12 043 000	944 368	8,20
Mexique	8 110 382	564 431	5,52
USA	7 514 334	299 239	5,12
Espagne	7 022 271	363 722	4,78
Égypte	4 808 531	196 419	3,27
Turquie	4 293 007	135 643	2,92
Nigéria	4 062 983	837 655	2,77

**Figure 6** : Evolution de la production mondiale par variétés d'agrumes (millions de T). (USDA, 2016).

En général, la production mondiale des agrumes se départage en quatre catégories réparties comme suit :

Tableau 4 : Parts de variétés d'agrumes (%) dans la production mondiale. (USDA, 2016) :

Variétés d'agrumes	Part dans la production mondiale %
Oranges	54
Tangerines, Mandarines	31
Citrons	8
Pamplemousses	7

Selon le rapport semestriel de l'USDA, les approvisionnements en orange, citrons et limes et mandarines devraient être plus faibles dans les marchés mondiaux durant la saison 2019-2020 (USDA, 2020). Concernant les oranges, la production mondiale devrait baisser de 5,8 millions de tonnes par rapport à l'année précédente pour s'établir à 47,5 millions de tonnes. Cette baisse revient principalement aux faibles récoltes au Brésil, à l'Union européenne, au Maroc et en Egypte. Cela est causé par des conditions météorologiques défavorables dans ces pays.

Au niveau mondial, la production des mandarines pour cette saison devrait reculer de 1% à 31,7 millions de tonnes suite à la baisse de la production de l'UE, du Maroc, de la Turquie et des Etats Unies. Ainsi, la consommation et les exportations devraient baisser avec la baisse de l'offre disponible. Concernant les citrons et citrons verts, la production mondiale devrait baisser de 586.000 tonnes par rapport à la saison 2018/2019 à 7,9 millions de tonnes. Ce recul revient à la baisse de la production en Argentine, en Turquie, aux Etats Unis et dans l'Union européenne (UE). Par contre, l'estimation de la production mondiale de pamplemousse devrait augmenter de 3% pour atteindre un record de 7 millions de tonnes grâce à des conditions favorables ainsi que, des récoltes plus importantes en Chine, en Afrique du sud, en Turquie et aux Etats-Unis (<https://www.medias24.com/agrumes-la-production-mondiale-devrait-baisser-durant-la-saison-2019-2020-7137.html>).

2.4.2 - En Algérie

Les agrumes présentent une importance économique considérable pour de nombreux pays. Il en est de même pour l'Algérie où ils constituent une source d'emploi et d'activité économique aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (conditionnement, emballage, transformation transport, etc.....) (Farhat *et al.*, 2010).

Cette culture revêt une importance stratégique pour l'Algérie comme source d'approvisionnement en fruits et des débouchés sur le marché international des produits agrumicoles. Sur le plan social, la culture des agrumes emploie en moyenne 140 jours/ha/an, sans compter ceux générés par l'environnement de ce secteur (transformation, commercialisation) (I.T.A.F, 2002). Le verger agrumicole algérien est particulièrement concentré dans les plaines Littorales et Sublittorales, où les conditions de sol et de climat sont

favorables. Selon ce même auteur les principales zones agrumicoles sont localisées comme suit :

- J) **La zone de l'Ouest** dans les périmètres irrigués les agrumes occupent 30,1% (11658 ha) dans l'Oranie avec les régions de Tlemcen, le périmètre de l'Habra (Mohammadia) et la région de Mostaganem.
- J) **La zone du Centre** où un bon pourcentage est concentré hors des périmètres irrigués : 55,4% (28243 ha) de superficies sont réservées aux agrumes dans le périmètre du haut et moyen Chellif, Oued Fodda et Djendel, la plaine de la Mitidja qui est la région la plus importante en production des agrumes.
- J) **La zone de l'Est** 14,16% (4811 ha) de superficies sont réservées aux agrumes dans le constantinois avec la région de Skikda et de Bounamoussa, région relativement favorable à l'agrumiculture par leur climat à hiver doux et leur forte pluviométrie (700 à 1000mm). (Carte. 4)



Carte 4 : Répartition des zones productives des agrumes en Algérie
<https://agronomie.info/fr/production-des-agrumes-en-algerie/>

Les superficies agrumicoles algériennes sont concentrées au centre et à l'ouest du pays sur quinze wilayates. La wilaya de Blida a toujours été la plus importante avec 16 583 ha, plus de 5 000 ha des wilayas de Chlef et Alger ; plus de 4 000 ha pour Relizane, Mostaganem et Mascara, plus de 3 000 ha à Tipaza. Les sept wilayates qui disposent d'un verger de plus de 2 000 hectares sont Bejaia, Tlemcen, Skikda, Boumerdes, Taraf et Ain-Defla. Les autres wilayates disposent d'un verger de 500 à 1 500 hectares (Belguendouz, 2014) (Fig. 07).

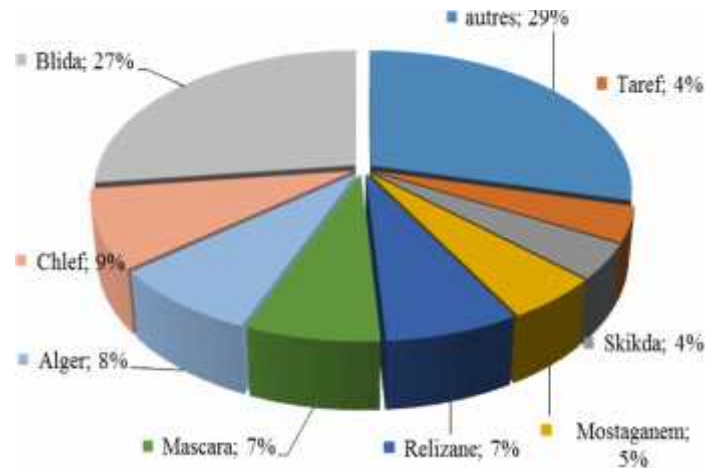


Figure 7: Répartition des vergers d'agrumes en Algérie par wilaya (MADR, 2006).

Cependant, les superficies agrumicoles ont connu également une extension progressive de l'année 2000 à 2005, suivi d'une diminution en 2006 qui est due à l'arrachage des vieux vergers. L'agrumiculture occupe 11% de la surface totale des arbres fruitiers. Le programme du renouvellement économique et rural vise l'augmentation et l'amélioration qualitative de la production pour la satisfaction des besoins de la population et l'exportation. Un regain d'intérêt vers l'agrumiculture a été enregistré ces dernières années.

Les agrumiculteurs sont fortement encouragés par le programme national du développement agricole. Ainsi, la superficie agrumicole totale a connu une progression ; elle est passée de 46010 ha en 2000 à 65353 ha en 2012 soit une augmentation de 30% selon les derniers recensements fournis par le **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural** (Tab.3). Ces accroissements en superficie sont accompagnés avec des augmentations sensibles dans la production agrumicole où la production totale en agrumes de l'année 2012 a atteint 1.204.801 tonnes de toutes variétés confondues (MADR, 2013).

Selon l'ITAFV (**I**nstitut des **T**echniques de l'**A**rboriculture **F**ruitière et de la **V**igne) et l'INPV (**I**nstitut **N**ational de **P**rotection des **V**égétaux), 55 000 ha sont en production et 9000 ha sont des jeunes plantations qui sont rentré en production en 2014. Il existe un programme d'extension du verger d'agrumes de 12 000 ha. Actuellement, 20% du verger d'oranges a plus de 45 ans et seulement 25% a moins de 10 ans. Le verger de clémentiniers et de mandariniers est encore plus vieux puisque 40% a entre 30 et 50 ans et 50% plus de 50 ans (<http://www.agroligne.com>).

Actuellement, le verger agrumicole national, s'étend sur une superficie de 70.503 ha (ONS, 2019), dont 49.201ha d'orangers, soit 67,70%, avec la prédominance des variétés précoces (Washington et Thomson Navel) et des variétés tardives (Valencia Late) ; 11.082 ha de clémentinier, soit 15.21%, dominée par la clémentine 27-49 ; 2.623 ha de mandariniers, soit 3.29%, constituée principalement de la mandarine commune ; 4.193ha de citronniers, soit 06,30%, constituée de la variété Eureka (Tab.5).

Tableau 5 : Evolution des superficies des vergers agrumicoles ((MADR, 2013), (ONS, 2019))

Année	Superficie en hectares		
	2005	2012	2018
Agrumes	62126	65353	70503
Oranges	45492	47732	49201
Clémentines	10096	10727	11082
Mandarines	1924	2321	2623
Citrons	4520	4486	4953

Le Plan National de Développement Agricole (PNDA) a encouragé les agriculteurs à augmenter la production agricole en général et l'agrumiculture en particulier et a permis une évolution notable de la production qui passait de 7 millions de quintaux en 2010 à 14 millions de quintaux en 2018, dont 11,3 millions de quintaux d'oranges, 2,17 millions de quintaux de clémentine, et près de 790000 quintaux de citron. Sur un total de 32 wilayas productives d'agrumes, la wilaya de Blida vient en tête avec 4,1 millions de quintaux, suivie de Mostaganem avec 1,2 millions de quintaux, puis Tipasa avec 1,1 million de quintaux, la wilaya de Chlef étant considérée parmi les cinq wilayas pionnières dans ce domaine, et le reste de la production agrumicole était réparti sur les 28 autres wilayas (MADP, 2019). Comparativement à la saison agricole 2017, la production d'agrumes a enregistré une croissance de 10%. Cette hausse est due essentiellement à l'évolution de la production d'oranges, soit 12% par rapport à la saison agricole 2017. Aussi bien que la production d'oranges, les productions de clémentines, de mandarines et de citrons ont marqué des hausses respectives de 6%, 1%, 1% (Fig.8).

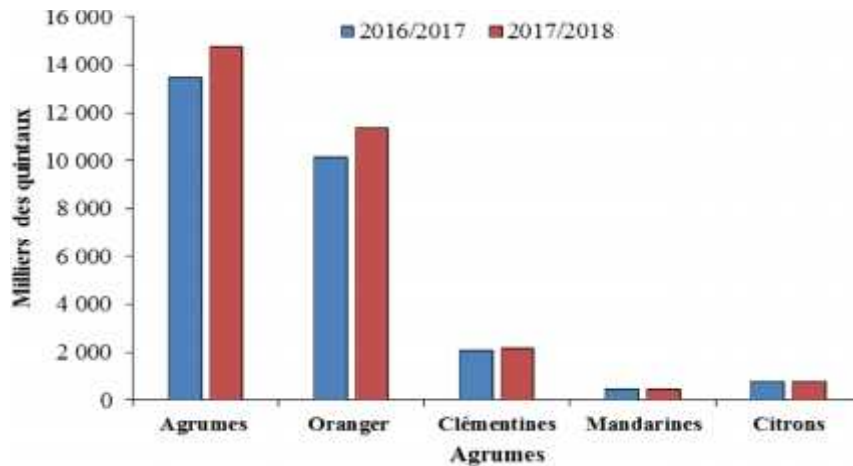


Figure 8 : Evolution de la production des agrumes en Algérie (MADP, 2019)

La même source a rappelé, dans ce sens, les efforts constants déployés pour développer cette filière qui prend une courbe ascendante, la valeur de production des différentes variétés d'agrumes ayant atteint durant la campagne agricole 2017-2018 une hausse considérable, soit l'équivalent de 186 milliards de dinars, contre près de 82 milliards de dinars en 2010 soit plus que le double. Cette valeur représente 5% de la production nationale agricole globale. L'agrumiculture concerne 32 wilayas pour une superficie globale de 70.503 ha, contre 63.186 ha en 2010, ce qui témoigne des efforts consentis pour développer cette filière qui assure plus de 250.000 postes d'emploi permanents et saisonniers (MADP, 2019).

2.5 - Taxonomie des agrumes

Les agrumes comportent une grande diversité d'espèces. Cette diversité n'est pas complètement explorée et exploitée. En fait, les agrumes appartiennent principalement à trois genres botaniques sexuellement compatibles : *Fortunella*, *Poncirus* et *Citrus*. Ces trois genres avec huit autres genres appartiennent à l'ordre des Géraniales, à famille des Rutaceae, la sous-famille des Aurantioïdeae, la tribu des Citreae et à la sous-tribu des Citrinae et (Swingle, 1967). Les espèces appartenant au genre *Fortunella* donnent des fruits dont la peau est comestible. Le *Poncirus* est monospécifique. Il est utilisé surtout comme porte-greffe du fait des tolérances qu'il porte à plusieurs contraintes biotiques (Gommose à *Phytophthora*, *Tristeza*, nématodes...) et aux basses températures.

Le genre *Citrus* est celui qui regroupe un très grand nombre d'espèces y compris la plupart des espèces cultivées et comestibles. Le nombre d'espèces appartenant à ce genre varie en fonction des classifications des taxonomistes. En effet, tandis que Swingle (1967) y répertorie seize espèces, Tanaka (1961) y décrit cent cinquante- six espèces. La classification de Tanaka (1961) reste la plus utilisée, même si tout le monde s'accorde à dire que celle de Swingle se rapproche le plus de la définition d'une espèce. En 1997, Mabberley a proposé une autre classification qui regroupe les six genres inter-fertiles des agrumes : *Poncirus*, *Fortunella*, *Citrus*, *Eremocitrus*, *Microcitrus* et *Clymenia* en un seul genre nommé *Citrus*. (Fig.9)

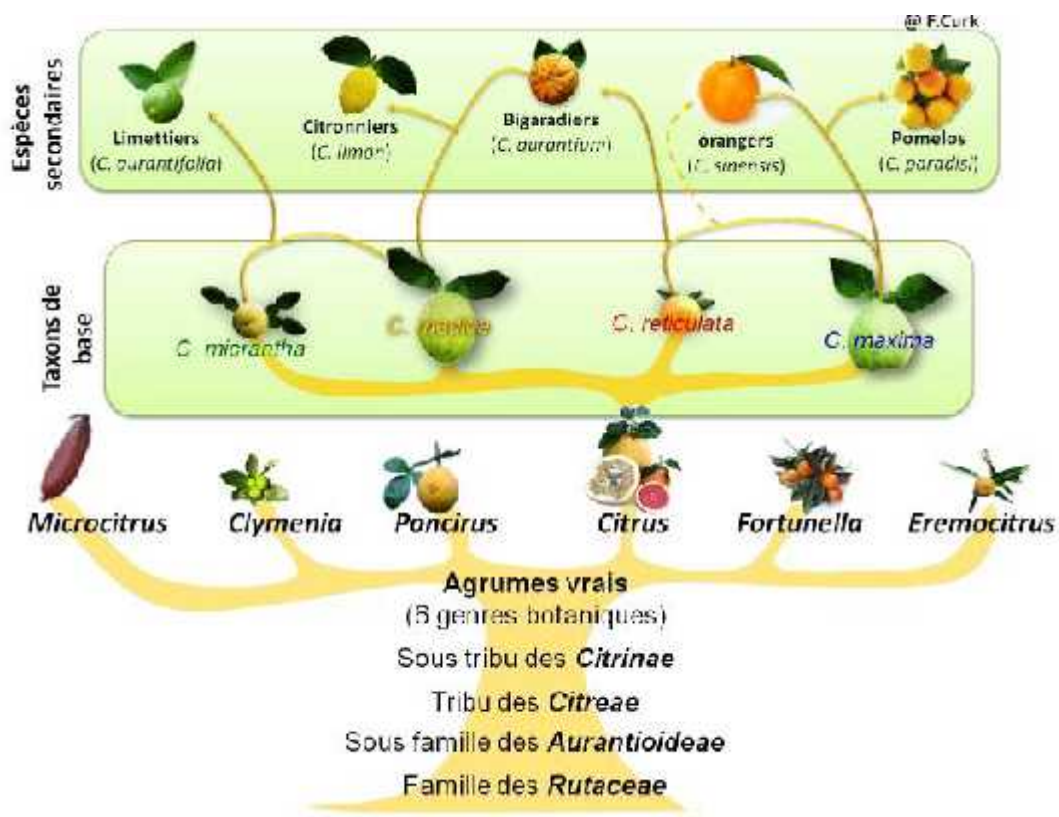


Figure 9 : Taxonomie et Classification des Citrus cultivés (Khefifi, 2015)

En référence à la classification de Swingle (1967), on distingue huit principaux groupes taxonomiques : *C. medica* (L.) (cédratiers), *C. reticulata* Blanco (mandariniers), *C. maxima* (L.) Osb. (pamplemoussiers), *C. sinensis* (L.) Osb. (orangers), *C. aurantifolia* (Christm.) Swing. (limettiers), *C. paradisi* Macf. (pomelos), *C. limon* (L.) Burm. F. (citronniers), *C. aurantium* (L.) (bigaradiers).

- *Citrus* : constitue avec 145 espèces cultivées, le genre le plus important.

)	Les orangers :	<i>Citrus sinensis</i>
)	Les citronniers :	<i>Citrus lemon</i>
)	Les mandariniers :	<i>Citrus reticulata</i>
)	Les clémentiniers :	<i>Citrus clementina</i>
)	Les pomelos :	<i>Citrus paradisi</i>
)	Les cédratiers :	<i>Citrus nedica</i>
)	Les bigaradiers :	<i>Citrus aurantium</i>

2.6 - Description botanique des agrumes

Les agrumes sont des arbres ou arbustes allant de trois à quinze mètres de haut (Parloran, 1971). Leurs feuilles sont luisantes, simples ou trifoliées, persistantes et présentent généralement un pétiole ailé (Fig. 10a). Les branches sont souvent munies d'épines plus ou moins grandes. Les fleurs sont hermaphrodites et possèdent généralement cinq pétales blancs (parfois teintés de rose) et 20 à 40 étamines entourant l'ovaire fixé sur un disque nectarifère (Parloran, 1971). Les feuilles et fleurs produisent des essences ayant une odeur caractéristique. Les fruits sont de taille et de forme variables en fonction des variétés d'agrumes. Ils sont composés de trois couches concentriques : deux formant la peau (péricarpe) et un formant la pulpe (endocarpe). La peau est constituée d'une écorce extérieure colorée appelée flavédo, zeste ou épicarpe et d'une couche moyenne blanche et spongieuse appelée albédo ou mésocarpe (Fig. 10b). Le flavédo peut être vert ou jaune à rouge en fonction de sa composition en flavonoïdes (pigments) et présente des glandes schizolysigènes contenant des essences conférant leur odeur caractéristique aux agrumes.

L'albédo est plus ou moins épais selon les espèces ; il peut aller de quelques millimètres chez certaines mandarines à plus de cinq centimètres chez certains cédrats ou pamplemousses. Quant à l'endocarpe, il est constitué de différents segments ou carpelles contenant des poils à jus et des pépins et entourés d'une membrane appelée septa (Fig. 10b).

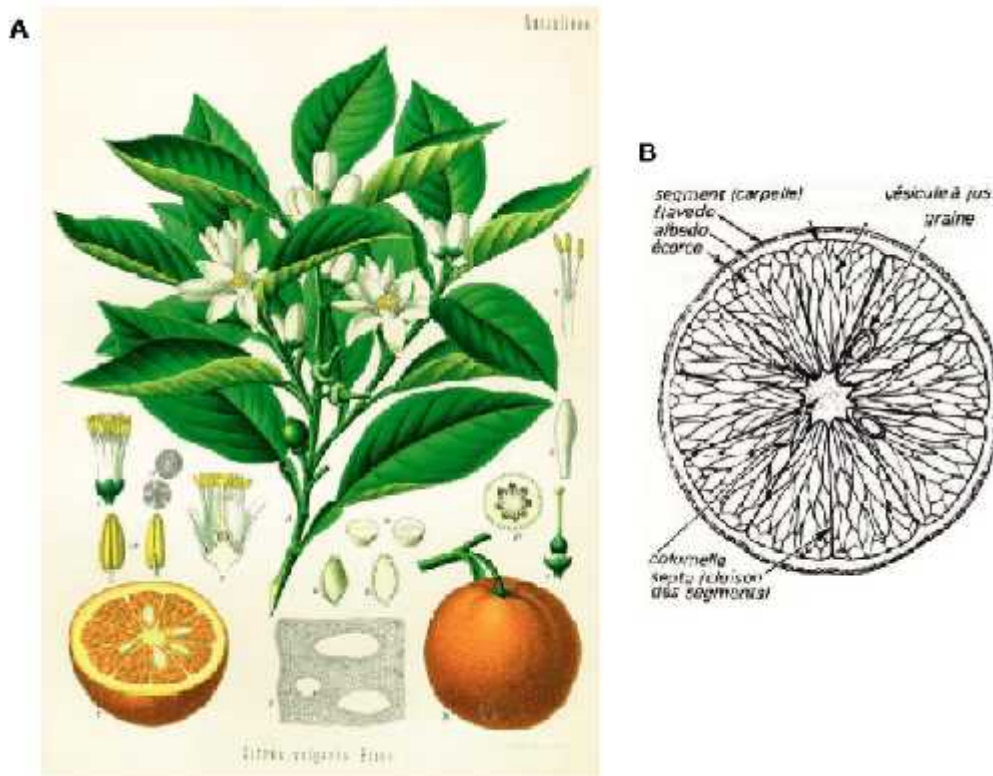


Figure 10 : Planches illustratives de *Citrus sinensis* (oranger doux).
 (A) Branche, fleurs et fruits d'oranger doux (Köhler, 1887) ; (B) Coupe transversale d'orange douce (Praloran, 1971).

2.7 – Cycle de développement

Le cycle de développement des agrumes se caractérise par la succession de deux phénomènes : la croissance végétale et la fructification (Rebour, 1950).

- **La croissance végétale** : Elle se manifeste sur les jeunes ramifications de trois périodes.
 - ✓ **La première poussée de sève (PS₁) au printemps** : c'est la prédominante (fin février-début mai), elle est la pousse la plus importante, non seulement par le nombre et la longueur des rameaux émis, mais aussi par le fait qu'elle est la pousse florifère.
 - ✓ **La pousse d'été (PS₂) (juillet-aout)** : généralement elle est moins importante que celles de printemps

- ✓ **La pousse d'automne (PS₃) (Octobre-fin Novembre) :** elle assure le renouvellement des feuilles.

- **La fructification :** elle est caractérisée par quatre phrases distinctes
 - ✓ **La floraison :** Elle a lieu en printemps (fin mars, début mai). Le nombre de fleurs portées par un arbre est très important. Il est estimé pour un arbre adulte d'orange à 60000 (Loussert, 1987), mais seulement 1% de ces fleurs donnera des fruits.

 - ✓ **La pollinisation et la fécondation :** Elle a lieu durant les mois mai et juin.

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

 - ✓ **La maturation des fruits :** Le fruit atteint son calibre final en octobre, après une continuité de grossissement pendant Juillet-Aout-Septembre. La maturité est marquée par un changement de couleur et par la qualité de la teneur en jus de sa pulpe.

2.7.1 - Date de floraisons et de maturations des agrumes

Les dates de floraisons et de maturations des agrumes sont représentées dans le Tableau 6.

Tableau 06 - Dates de floraisons et de maturations de quelques variétés d'agrumes (Gauthier, 2008)

Divers Variétés	Floraison Mois												Maturité Mois											
	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	■	■	■	■	■		■	■	■				■	■	■	■						■	■	■

2.7.2 - Exigences agro-pédoclimatiques

2.7.2.1 - Le climat

✓ La température

En générale, les agrumes sont vulnérables aux dégâts du froid à des températures inférieures à -2°C (El Otmani, 2005). Cependant, les moyennes de températures hivernales favorables à la culture des *Citrus* sont de l'ordre de 10°C à 12°C et entre 22 à 24°C pour les moyennes estivales, avec un optimum de végétation oscillant entre 22°C et 26°C . Au-delà de 30°C on constate un arrêt de végétation des arbres (Loussert, 1985). Les agrumes subissent deux périodes de dormance : (1) une dormance d'été qui se produit en jours longs et chauds. (2) une dormance d'hiver survenant en jours courts et froids (Loudyi et Skiredj, 2003).

Le clémentinier est l'espèce la plus sensible au vent par rapport aux autres espèces d'agrumes. Selon Rebour (1950), ce facteur est le plus défavorisant dans une culture d'agrumes, il cause des dégâts inestimables sur les jeunes plantations. L'oranger et le citronnier sont des espèces subtropicales qui se développent dans des zones où le gel est absent. A -3°C , le gel peut affecter dangereusement le feuillage. A -9°C , la charpente est détruite. L'activité de croissance commence à 13°C et se poursuit jusqu'à 36°C . Le zéro de végétation admis est de $12,8^{\circ}\text{C}$ (<http://www.legume-fruit-maroc.com>).

Les *Citrus* peuvent bien se produire sous toute une gamme de température allant de 13 à 39°C. Le seuil de température maximale se situe à 50-52°C tandis que celui de minimum dépend de l'espèce, il est de -9 et 17°C pour le citronnier ; 10°C pour les orangers (Nyabyenda, 2005). Les températures favorables à la croissance des *Citrus* sont de l'ordre de 10- 12°C pour les moyennes hivernales 22-24°C pour les moyennes estivales (Loussert, 1985).

Les zones de culture du citronnier se situent entre le 30^{ème} et 40^{ème} degré de latitude nord et sud, en dessous de l'isotherme 9°C de janvier de l'hémisphère nord et surtout en bord de mer. Les moyennes de température sont de 14°C à l'année, 22°C en été et 9°C en hiver, il est l'agrumes le plus sensible au froid. Des gelées de -3°C détruisent les feuilles et les jeunes plants, alors que les pieds âgés résistent à -8°C. La faible résistance au froid semble due à la teneur minimale en amidon des feuilles en hiver (Hager, 2013).

✓ **La pluviométrie**

Les *Citrus* comptent parmi les arbres fruitiers les plus exigeants quant à la quantité de pluie. Selon l'ITAF 2002, les besoins en eau d'un verger d'agrumes adultes couvrant environ 70% de la surface consommée, par hectare et par an est de 7100 m³ d'eau en moyenne à Blida. Selon Rebour (1950), les *Citrus* sont le plus souvent sous régime de l'irrigation, la pluviométrie de la région de culture n'a pas une grande importance, et on les trouve même dans les régions les plus arides, en plein désert. Mais les eaux de pluie donnent des récoltes plus intéressantes que les eaux d'irrigation car elles sont chargées de principes fertilisants

En dépit des quantités globales des pluies, la distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'intensité de l'évapotranspiration potentielle jouent un rôle régulateur des activités biologiques (Rebour, 1966 ; Praloran, 1971). Le cycle végétatif du citronnier subit l'influence de la répartition des pluies. Après une période sèche, les pluies déclenchent la floraison. A l'opposé, la sécheresse peut être utilisée comme facteur de repos de l'arbre. Le citronnier possède une grande faculté d'adaptation qui lui a permis de s'acclimater dans les régions très diverses. Sa culture est cependant influencée par différents facteurs climatiques (température, vents, pluviosité) et édaphiques (Hager, 2013). Les pluies d'hiver tendent à diminuer la résistance des citrons aux transports et à la conservation.

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 (Hager, 2013).

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

✓ **Humidité**

Une atmosphère humide régularise la température. Ainsi elle exerce une action bénéfique, mais une très grande humidité favorise la pullulation des cochenilles, et donc le développement de la fumagine et des moisissures (Rebour, 1950). Elle n'a pas une forte influence sur le comportement des agrumes eux-mêmes. Elle a par contre des incidences sensibles sur le développement de certains ravageurs : Cochenilles. L'humidité atmosphérique joue aussi son rôle ; son excès, en saison chaude, favorise le parasitisme mais réduit aussi la transpiration de l'arbre, donc ses besoins en eau (40 m³/ha/jour en moyenne pendant l'été).

✓ **Le vent**

Il peut provoquer avec sa violence des dégâts mécaniques très importants, il accroît les besoins en eau, en augmentant très sensiblement l'évaporation potentielle du milieu.

Une humidité atmosphérique pendant la saison chaude peut provoquer des attaques de phytophthora. Des vents secs l'été amplifient la chute de Juin des fruits. Les vents, s'ils sont violents provoquent la chute des fruits et le bris des branches. Selon leurs caractéristiques, les vents peuvent avoir des effets très différents :

- vents faibles, ils sont bénéfiques car ils tempèrent chaleur et froidure.
- vents violents, ils lèsent les fruits et font chuter feuilles, fleurs et branches.
- lorsqu'ils précèdent les grands froids, ils déclenchent une déshydratation partielle de l'arbre, le rendant moins sensible aux gelées, (Hager, 2013).

2.7.2.2 - Le sol

Les agrumes prospèrent bien dans un sol de consistance moyenne ayant une perméabilité suffisante, Selon Boileau et Giordano (1980), la perméabilité du sol est une qualité physique primordiale du fait que les agrumes redoutent l'eau stagnante, qui entraîne la pourriture des racines, l'asphyxie et la gomme. Les agrumes se développent sur des sols aussi différents que des alluvions peu argileuses (Dess), des sols argileux (Hamri), des sols sableux (Rmels) que des sols noirs très argileux (Tirs). En règle générale, il faut éviter les sols trop lourds ou très limoneux. Dans ces types de sol, les orangers présentent des fruits petits, à épiderme grossier, moins juteux et moins sucrés qu'en sols sableux. Le pH idéal serait entre 5,5 et 7,5 (Loudyi et Skiredj, 2003).

L'implantation d'une nouvelle parcelle doit respecter au mieux les conditions suivantes :

- Un sol léger et aéré, d'une texture régulière ; dans ces conditions, les racines se développent mieux, le labourage est facilité, les citrons sont plus précoces et à peau plus fine.
- Moyennement perméable (0,10 à 0,20 m d'eau infiltrée/h).
- Fertile.
- pH compris de préférence entre 6 et 7,5.
- Exposition chaude présentant un bon ensoleillement sans zone basse mal ventilée où l'air froid pourrait s'accumuler.

Les turfs du bassin méditerranéen sont recherchés pour le forçage des citrons d'été : leur faible profondeur permet de faire subir le régime sec estival aux racines superficielles jusqu'à la reprise des irrigations de fin août - début septembre qui déclencheront la floraison. (Hager, 2013).

✓ **Fertilisant**

Sert à récupérer les quantités d'éléments nutritifs exportées par les agrumes lors de la taille et de la récolte.

Avant plantation, il est nécessaire de bien préparer le sol, voire de prévoir une ou plusieurs années de culture d'engrais vert, surtout dans le cas d'une replantation suite à un verger d'agrumes (Berger, 2005).

Selon Polèse (2008), l'engrais est donné à l'arbre 3 fois au cours de l'année ;

- En mars, après la taille apporter la moitié de la dose de l'azote.
- En mai, apporter un quart de la quantité d'azote.
- Fin aout ou en septembre, apporter le dernier quart de l'azote, ainsi que l'acide phosphorique et le potassium.

La fertilisation consiste alors à restituer au sol ce qu'il a perdu suite aux exportations minérales par les plantes. Les techniques de fertilisation ne se limitent pas aux apports de fumures. Elles visent également à améliorer la structure du sol par un bon drainage, une irrigation bien conduite, des travaux de sol bien conduits appropriés et effectués dans de bonnes conditions d'humidité du sol. La fertilisation, au sens large du terme, essaie de maintenir ou d'améliorer aussi la capacité de rétention en eau du sol par des apports de matière organique, son potentiel nutritif par des apports de fumures, son pH par le chaulage ou par l'acidification (apport de soufre), sa salinité par le lessivage et sa population microbienne par une bonne aération et un état hydrique convenable et à un niveau satisfaisant.

Les distances de plantation retenues peuvent être celles présentées dans le tableau 7 :

Tableau 7: Distance de plantation (Ondet *et al.*, 2005).

Région	Orangers		Clémentiniers	
	Distance	Densité	Distance	Densité
Corse	6 x 5	333	6 x 4	415
Afrique du Nord	6 x 6	276	6 x 5	333
Afrique Tropicale	7 x 7	202	6 x 6	276
USA	7 x 7	202	6 x 6	276

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 selon Benmicia et Boudmogh (2006)

Tableau 8 : La composition idéale d'un sol agrumicole en éléments

Eléments de texture	En poids de la terre fin
Argile	5 à 20%
Limon	10 à 20%
Sable fin	20 à 30%
Sable grossier	40 à 50%

2.8 – Etat des vergers agrumicoles algériens

2.8.1 - Le vieillissement du verger d'agrumes

Les 44,5% des vergers agrumicoles algérien sont vieux de 30 à 50 ans et même plus. Cet état les rend faiblement productifs et sujets de plusieurs maladies et d'attaques de ravageurs, tel est le cas des vergers qui ont fait l'objet de notre travail (Tab. 9).

Tableau 9 : Structure d'âge du verger agrumicole algérien (Kerboua.sd)

Tranche d'âge	Surface (ha)	%
01 à 10 ans	6.000	13,3
11 à 30 ans	15.000	33,3
31 à 50 ans	20.000	44,5
> 50 ans	4.000	8,9
Total	45000	100

2.8.2 - Etat sanitaire du verger agrumicole en Algérie

Les activités de contrôle sanitaire (observations visuelles) réalisées sur le verger agrumicole ont révélées la présence de certaines maladies transmissibles par greffage, telles que le Stubborn (*Spiroplasma citri*) sur orangers, et l'exocortis (CEVd) sur clémentinier avec une incidence minime sur le verger. Et actuellement une recrudescence d'attaques de plusieurs ravageurs est observées notamment, les cochenilles.

2.8.3 - Les accidents physiologiques

Parmi les accidents physiologiques rencontrés nous avons : Les troubles génétiques tel que : la Panachure sur feuilles et fruits, les fentes des fruits et de l'ombilic et la fasciation des rameaux et des fruits. Aucun traitement curatif ne peut être conseillé. Dans tous les cas il faut éviter de prélever des greffons sur arbres présentant de ces troubles (Hamdi-Pacha, 1976)

2.8.4 - Les problèmes phytosanitaires

2.8.4.1 - Maladies et ravageurs :

La liste des maladies et des ravageurs des agrumes est longue. Dans cette partie nous évoquerons les principales maladies et ravageurs rencontrés régulièrement par les agrumiculteurs dans leurs vergers et causant très souvent des dommages considérables aux agrumes en détruisant les fruits, en provoquant le ralentissement de la croissance, des nécroses, l'affaiblissement, le flétrissement et le dessèchement général des arbres.

a- Les maladies à virus ou viroses

Les viroses déterminent un certain nombre d'effets généraux telles que : les anomalies de la croissance, et les inhibitions de la formation des pigments (Baillay *et al.*, 1980). Les maladies virales importantes et qui touchent les agrumes un peu partout dans le monde sont : le Greening qui est transmise par 2 espèces de psylles *Diaphorina citri* et *Trioza erythrae*, le Stubborn causé par un mycoplasme *Spiroplasma citri* et *Citriovirus pertinaciae* qui se propagent par le bois de greffé et des cicadelles, il est présente dans plusieurs pays du bassin méditerranéen, surtout au niveau des régions à températures élevées. L'*Exocortis* et le Cachexie (*Xyloporose*) causé par des viroïde, se transmis par voie mécanique et identifiée dans tous les pays du bassin méditerranéen, mais les symptômes sont généralement absents en raison de l'utilisation du bigaradier comme porte-greffe qui se trouve être tolérant. Le complexe de la Psorose écailleuse sur des arbres âgés de plus de 10 ans, causé par *Citriovirus psorosis*, qui est souvent une maladie latente sur la plus part des espèces des agrumes et répandue dans tous les pays du bassin méditerrané, elle se diffuse par greffage, le Tristeza causé par insectes vecteurs *Citriovirus viatoris* et *Toxoptera citricidus* et le Malssico qui sont des maladies de quarantaines (Loussert, 1989 ; Baillay *et al.*, 1980 ; Lebdi Grissa, 2010).

b - Les maladies bactériennes ou bactérioses

Parmi les maladies bactériennes les plus importantes, on trouve *Pseudomonas syringae* (Loussert, 1989) et *Xanthomonas citri* (Loussert, 1989). Les agents de propagation des maladies bactériennes sont nombreux : citons les paramètres atmosphériques, en particulier le vent, l'eau et les semences elles-mêmes (Loussert, 1985).

c - Les maladies cryptogamiques

Les maladies d'origine cryptogamiques s'attaquent aux agrumes sans assez nombreuses. Certaines sont économiquement très importantes comme la gommose la fumagine *Capnodium citri* qui prospère sur les excréments des pucerons, des cochenilles ou des aleurodes (Loussert, 1985). Les autres sont économiquement secondaires comme le *Phytophthora sp*, la moisissure verte, la mélanose *Diaporthe citri*, l'antracnose (*Colletotrichum gloesporioides*), l'alternariose (*Alternaria sp*) et la tache grasseuse (*Mycosphaerella citri*) (Belguendouz, 2014).

2.8.4.2 - Les principaux ravageurs des agrumes

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. Cet état de fait le rend faiblement productif et sujet à plusieurs maladies et aux attaques de ravageurs. Le tableau ci-dessous présente les principaux ravageurs des agrumes.

Tableau 10 : Principaux ravageurs d'agrumes

Ravageurs	Nom Scientifique	Nom Commun	Dégâts
Insectes	<i>Aphis spiraecola</i>	Puceron vert des citrus	Avortement des fleurs et déformation des très jeunes feuilles. Développement d'abondantes colonies de pucerons sur les parties jeunes des arbres.
	<i>Aphis gossypii</i>	Puceron vert du cotonnier	
	<i>Toxoptera aurantii</i>	Puceron noir des agrumes	
	<i>Myzus persicae</i>	Puceron vert du pêcher	
	<i>Aleurothrixus floccosus</i>	L'aleurode floconneux	Provoque des souillures importantes ainsi que le développement de la fumagine.
	<i>Dialeurodes citri</i>	L'aleurode des citrus	Provoque des nuisances et développe de la fumagine.
	<i>Phyllocnistis citrella</i>	Mineuse des agrumes	Attaque les feuilles et les jeunes pousses.
	<i>Ceratitis capitata</i>	Mouche méditerranéenne des fruits	Provoque la pourriture des fruits.
Nematoda	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Nématode des agrumes	Croissance ralentie des arbres ; Pas de symptômes spécifiques de cette espèce
Acarina	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Acarien tisserand	Provoquent des ; nécroses, décoloration et chute des feuilles, des fruits et des bourgeons.
	<i>Hemitarsonemus latus</i>	Acarien ravisseur	
	<i>Aceria sheldoni</i>	Acarien des bourgeons	

✓ Les Cochenilles :

Les cochenilles sont des insectes piqueurs-suceurs recouverts soit d'un bouclier, d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse. Pendant la nutrition, les cochenilles injectent leur salive qui est plus ou moins toxique, cette salive accélère l'affaiblissement de l'arbre qui se manifeste par le dessèchement de certains organes (Foldi., 2001). Les cochenilles consistent les principaux insectes ravageurs des agrumes. Le tableau 11 illustre la liste des cochenilles dans les vergers agrumicoles avec leurs dégâts.

Selon Praloran (1971), les cochenilles ou coccidés sont les ennemis les plus importants des agrumes tant par les dépréciations qu'elles causent aux fruits que par l'affaiblissement qu'elles entraînent sur les arbres où elles pullulent. Elles apparaissent après la mouche méditerranéenne des fruits, comme l'un des problèmes majeurs des Citrus (Benassy et Soria, 1964). D'importantes destructions des oranges par les cochenilles ont été signalées en Californie (1868), en Italie (1900) et en France (1918, 1920, 1928, 1929). Ces destructions ont été enrayerées par le développement de l'élevage des coccinelles. (Belguendouz, 2014)

D'après Loussert (1987), l'infestation des cochenilles s'accompagne d'une prolifération abondante de fumagine qui se développe sur le miellat excrété. C'est davantage le développement de cette fumagine qui est responsable de la diminution de la vigueur des arbres à savoir :

✓ **Les dépréciations d'ordre quantitatif :**












Elles touchent à la production annuelle ou future des vergers, ce sont les cas des chutes prématurées des fruits enregistrés au printemps lors des sévères attaques d'*Aonidiella aurantii*, de *Saissetia oleae* ou de *Pseudococcus* sp.

✓ **Les dépréciations d'ordre qualitatif :**

Ces dégâts prennent souvent un caractère explosif et généralisé, qui immédiatement sera observé en station d'emballage et qui constitue pour les producteurs les dégâts à éviter (Benassy et Soria, 1964).

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

Tableau 11 : Principaux ravageurs de cochenilles des agrumes.

Nom		Description
Scientifique	Commun	
<i>Aonidiella aurantii</i>	Poux de Californie	
<i>Lepidosaphes beckii</i>	Cochenille virgule	
<i>Lepidosaphes glowerii</i>	Cochenille serpette	
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>	Cochenille dictyosperme	
<i>Parlatoria ziziphi</i>	Poux noir d'organier	
<i>Parlatoria pergandii</i>	Poux gris	
<i>Saissetia oleae</i>	Cochenille noire de l'olivier	
<i>Icerya purchasi</i>	Cochenille australienne	
<i>Coccus hesperidum</i>	Poux hespéridés	
<i>Ceroplastes sinensis</i>	cochenille chinoise	
<i>Pseudococcus citri</i>	Cochenille blanche	

3 - Présentation de *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) et *Icerya purchasi* (Maskell, 1879)

Les Coccoidea, communément appelés «cochenilles» ou vulgairement «poux de plantes» sont des insectes piqueurs suceurs recouverts soit d'un bouclier, soit d'une carapace cireuse soit d'une sécrétion cotonneuse, soit nues.

Les cochenilles sont regroupées dans différentes familles. Cependant, trois familles provoquent d'importants dégâts économiques dans le monde : les Coccidae, appelés anciennement lécanines, les Pseudococcidae ou cochenilles farineuses et les Diaspididae ou cochenilles à bouclier ou encore diaspidines. D'autres comme les Monophlebidae (Margarodidae), les Orthezidae ou les Phenicococcidae peuvent parfois engendrer des dégâts considérables sur des cultures spécifiques.

Les insectes à écailles d'icérine (Hemiptera : Margarodidae: Iceryini) sont un groupe d'insectes inhabituel et important. La tribu est composée d'environ 90 espèces dans six genres trouvés dans le monde et de nombreuses espèces sont connues pour afficher des systèmes génétiques très inhabituels, y compris le seul cas connu d'hermaphrodisme dans la classe Insecta (Gullan et Kondo, 2011)

3.1 – Données bibliographiques sur *L.beckii*

3.1.1. - Position systématique

- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Homoptera
- Famille : Diaspididae
- Tribu : Diaspidini
- Sous tribu : Lepidosaphedina
- Genre : *Lepidosaphes*
- Espèce : *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869)

3.1.2 – Nomenclature

L. beckii est connu sous plusieurs synonymies (www.scalenet.info)

Coccus anguinus Boisduval 1868
Coccus beckii Newman 1869
Aspidiotus citricola Packard 1869
Mytilaspis flavescens Targioni Tozzetti 1876
Mytilaspis citricola (Packard, 1869)
Mytilaspis citricola tasmaniae Maskell 1897
Mytilaspis tasmaniae Maskell, 1897
Mytilaspis beckii (Newman, 1869)
Mytilaspis pinnaeformis Newstead 1901
Lepidosaphes pinnaeformis Kirkaldy 1902
Lepidosaphes beckii (Newman, 1869)
Lepidosaphes fulva Souza da Camara 1906
Lepidosaphes pinniformis Lindinger 1910
Mytilaspis (Lepidosaphes) beckii (Newman, 1869)
Lepidosaphes citricola (Packard, 1869)
Lepidosaphes (Mytilaspis) beckii (Newman, 1869)
Mytilaspis anguineus (Boisduval, 1868)
Lepidosaphes pinniformis Bodenheimer 1924
Mytilococcus piniformis (Lindinger, 1910)
Mytilococcus beckii (Newman, 1869)
Lepidosaphes pinifolii Lindinger, 1910
Cornuaspis beckii (Newman, 1869)
Parlatoria beckii (Newman, 1869)
Lepidosaphis beckii Kfoury & El Amil 1998

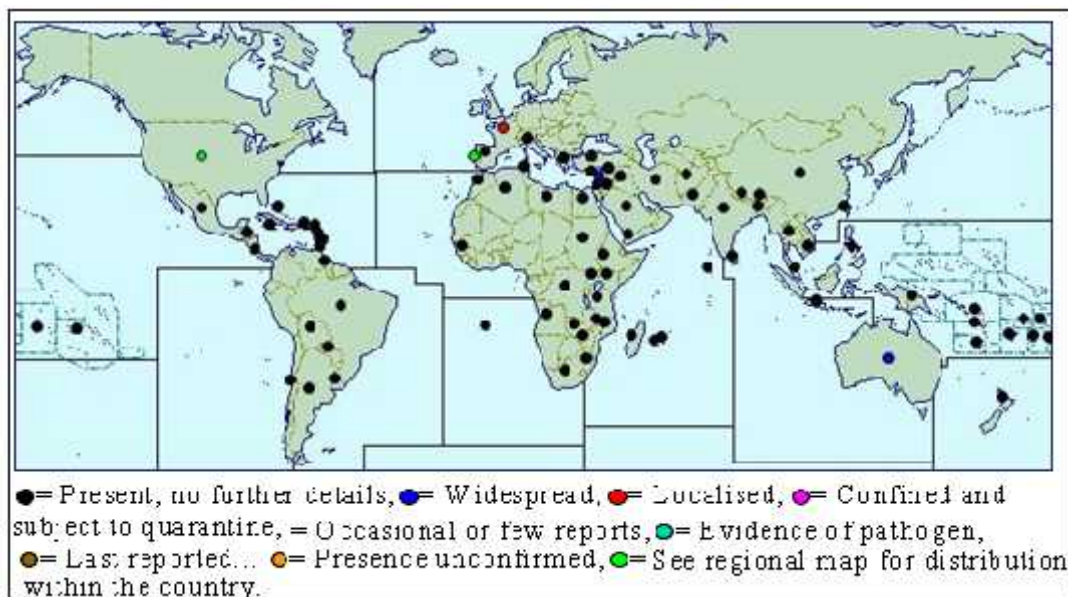
Les cochenilles diaspines présentent un appareil buccal de type piqueur-suceur extrêmement développé. Elles se caractérisent par leur vie fixée, mais les larves sont mobiles à l'éclosion ainsi que les mâles adultes lors de leur apparition (Saighi, 1998).

3.1.3 - Origine et répartition

Décrite en 1869 par Newman sous le nom de *Coccus beckii*. *L. beckii* a fait l'objet de descriptions et combinaisons multiples dont le nombre atteste l'intérêt qui s'est très tôt attaché à ce ravageur (www.scalenet.info). Neuf dénominations lui ont été successivement attribuées depuis cette date et Borchsenius (1966) dénombre jusqu'à 48 références de travaux de pure taxonomie. Lui-même en 1963, en provoquant l'éclatement du genre *Lepidosaphes* en plusieurs subdivisions génériques destinés à recevoir toutes les espèces décrites à ce jour, place *L. beckii* dans le genre *Cornuaspis*. Borchsenius (1966) ne semble pas avoir été suivi dans cette voie et les derniers travaux relatifs à la biologie et à l'écologie de la diaspine ne

font pas état de ce changement. Nous persisterons nous-même à utiliser le nom de *L. beckii* sous lequel cette espèce d'intérêt économique est la mieux connue.

L. beckii a été signalé de toutes les régions agrumicoles et il serait fastidieux de les énumérer toutes. Originaires d'Orient (Ebeling, 1959) ; elle fut introduite, en même temps que sa plante hôte, dans toutes les régions arides ou semi-arides propices à la culture des agrumes. Une première liste est établie par Essig (1909) qui regroupe la plupart des pays où la cochenille est actuellement présente. Des monographies lui ont été consacrées par Summerville (1934) en Australie ; Simmonds (1969) en Floride, Quayle (1912) et Ebeling (1959) en Californie, Bodenheimer (1951) au Moyen-Orient, Smirnoff (1960) au Maroc et Stofberg (1937) en Afrique du Sud. D'autres travaux, souvent en rapport avec les programmes de lutte biologique au moyen d'entomophages, nous viennent d'Amérique du Sud (Chili et Pérou) et Centrale, du Mexique, d'Afrique du Sud, d'Europe et du bassin méditerranéen, de l'Inde, de l'Asie, du Japon et des Iles Hawaï. En Nouvelle-Calédonie, elle est signalée par Lindinger (1942), puis par Williams (1941) et Cohic (1958). Elle y est strictement inféodée aux espèces des genres *Citrus* et *Murraya* (Rutaceae) à l'exclusion de tout autre végétal. Quayle (1912), puis Bodenheimer (1951) dressent pourtant des listes de plantes hôtes appartenant à des familles très variées. Ferris (1937) met en doute cette polyphagie et insiste sur la spécificité alimentaire de *L. beckii*.



Carte 5: Répartition de *L. beckii* dans le monde (Quilici et CIRAD, 2003).

C'est une espèce cosmopolite, a affinité subtropicale et tropicale. Elle est présente dans toutes les régions chaudes du globe terrestre selon Balachowsky et Mensil (1935). Elle mue dans tout le centre agrumicoles du bassin méditerranéen (Benassy, 1975).

3.1.4 - Morphologie

Le bouclier de la femelle en forme de moule ou de virgule d'où le nom de la cochenille virgule. Sa couleur est d'un brun clair, elle mesure 2,5 à 4, 5 mm de longueur sur 2 mm de largeur (fig.11b). Le puparium du male est plus petit que le bouclier de la femelle, peu évasé et ne mesure que 1 à 1, 5 mm de long. La femelle vivante est allongée, de couleur blanchâtre et mesure 1,6 mm de long (fig.11a). (Balachowsky, 1954).

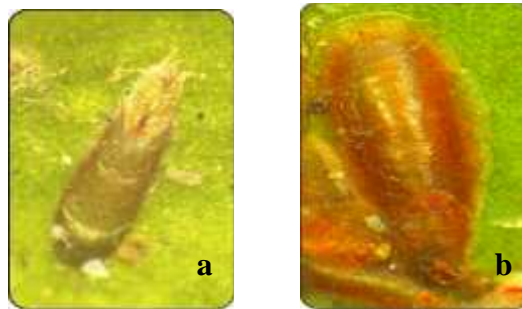


Figure 11 : Le puparium de male et le bouclier de la femelle de *L. beckii*
(a : puparium de male ; b : bouclier de la femelle) (Originale)

La femelle a la forme d'un moule, de 3-4 mm de long, brun clair. Le corps de la femelle adulte est blanc et maintenu au-dessous du bouclier par une mince membrane blanche (fig.2) (Smith *et al.*, 1997).



Figure 12 : Morphologie générale de la femelle de *L. beckii* (Originale).

Au premier stade, la femelle ressemble au mâle. Au second stade, elle n'a plus de pattes, ses antennes se réduisent à un seul article et pas d'ailes et le thorax est fusionné à l'abdomen pour former une sorte de sac aplati. Le stade adulte est similaire au stade deux. On dit que les cochenilles sont néoténiques car, au stade adulte, la femelle conserve les caractères juvéniles du stade précédent. Le pygidium de la femelle possède des L_1 parallèles ou subparallèles, jamais conjuguées à la base par une sclérose médiane interne. L'espace médian, dans la grande majorité des cas, pourvu de deux épines glandulaires (Fig.13).



Figure 13 : Femelle adulte de *L. beckii* Newman, caractères généraux microscopiques.
1) Antennes ; 2) Stigmate; 3); Détail du pygidium (Aroua., 2020).

Macroscopiquement, les *Lepidosaphedina* se distinguent par la forme et la couleur de leur bouclier femelle. Celui-ci est généralement étroit, allongé, incurvé ou rectiligne avec un voile ventral blanc complet ou incomplet formant un repli qui retient les œufs, les exuvies larvaires sont toujours rejetées en avant. La coloration de la femelle vivante est variable (blanchâtre, jaune citron, orange, lilacine, verdâtre) mais la pigmentation est vineuse foncée ou jaune intense chez les Diaspidina. Balachowsky, 1932).

Le mâle Il mesure rarement plus de 1 mm de long, en excluant l'appareil génital qui, à lui seul, mesure environ la moitié de la longueur du corps. L'adulte est presque toujours ailé. Les ailes antérieures sont longues et atteignent généralement l'extrémité du corps, en excluant l'appareil génital. Elles sont membraneuses et portent deux nervures. Les ailes postérieures sont réduites à deux balanciers. Les six pattes sont longues et fines et se terminent par un tarse d'un ou deux articles et une seule griffe. Le mâle possède deux yeux écartés sur le dessus de la tête et deux yeux étroitement rapprochés sur la zone ventrale de la tête. Le puparium du male est plus petit que le bouclier de la femelle, peu évasé et ne mesure que 1 à 1,5 mm de long.

La femelle vivante est allongée, de couleur blanchâtre et mesure 1,6 mm de long (Balachowsky, 1954).

3.1.5 – Biologie

3.1.5.1 – Reproduction

Les cochenilles se reproduisent par voie normale bisexuée ou par parthénogenèse. Les deux modes peuvent d'ailleurs coexister chez une même espèce ; il peut alors apparaître des lignées parthénogénétiques ou bisexuées, qui sont dénommées races biologiques. Ces lignées ont été observées chez plusieurs espèces (Balachowsky, 1939). La reproduction bisexuée est le mode le plus courant. Il se rencontre dans la majorité des cas. Le mâle existe mais il se raréfie considérablement chez certaines espèces. La présence du mâle chez une espèce n'exclut pas la possibilité que l'espèce peut se reproduire par voie parthénogenèse facultative. Mais inversement, toutes les espèces chez lesquelles le mâle existe, ne sont pas facultativement parthénogénétiques (Balachowsky, 1939).

La fécondation n'a lieu que lorsque la femelle est sexuellement mûre, soit 14 jours environ après la dernière mue. A ce moment, l'ovogenèse est complètement entamée et la plupart des ovocytes sont prêts à être fécondés. La cochenille virgule est ovipare, l'importance numérique des œufs est en étroite corrélation avec les conditions climatiques et la plante hôte. Les cochenilles en période d'hivernation et notamment au stade adulte femelle fécondée emmagasinent durant toute la période hivernale beaucoup de réserves nutritifs, ce qui contribue directement au processus de l'ovogenèse et de la multiplication des ovocytes. Ceci a été confirmé lors de la ponte printanière et estivale, (Biche, 1987). D'après le même auteur, il ressort aussi que les températures estivales comprises entre 30 et 35°C diminuent la période d'oviposition et le nombre d'œufs.

En effet, Bourijate et Bonafonte (1982), estiment qu'un accouplement différé provoque une baisse de fécondité dans certaines espèces (genre *Parlatoria*) et une diminution de la période d'oviposition avec une augmentation de la ponte initiale dans les espèces à fécondité inchangée telles que *A.aurantii* et *L.beckii*.

3.1.5.2 - Cycle évolutif et stades de développement

A l'exception des larves néonates et des mâles adultes, tous les stades de développement vivent fixés sur le support végétal. Ce trait de biologie commun à toutes les diaspines a pour conséquence des modifications morphologiques et un mode de développement originaux, dont la connaissance est indispensable pour la conduite de la présente étude.

La larve mobile recherche un site pour se fixer. Cette activité peut durer jusqu'à trois jours (Quayle, 1912), mais les chances de fixation s'amenuisent considérablement au-delà de 24 heures. Au cours de cette recherche, les jeunes larves obéissent à un thigmotactisme positif très marqué (Esfandiari *et al.*, 2007) Malgré les distances théoriquement franchissables (25 m), les larves ont une très forte tendance à la fixation dans le voisinage immédiat de la femelle, ce qui présente de gros inconvénients pour l'obtention d'infestations homogènes et clairsemées. L'activité des larves néonates est réglée par les conditions ambiantes de température : seuil d'activité à 15°C, plus grande distance parcourue : 278 cm en 2 h à 31,6°C (Quayle, 1912). De même, la topographie de la surface des feuilles et tout particulièrement la présence de poussière (ou d'un feutrage mycélien, favorise grandement l'implantation (Hulley, 1962). Ce stade particulièrement fugitif ne peut être pris en considération pour les comptages.

Après fixation, la diaspine sécrète une enveloppe filamenteuse blanche qui la recouvre entièrement et lui a fait donner le nom de "*white cap*" par les auteurs anglo-saxons. Sous cette protection légère, elle subit un aplatissement dorso-ventral et ses téguments se pigmentent progressivement. Ces deux phases de développement caractérisent le 1^{er} stade et assurent d'excellents repères chronologiques.

Après la première mue, la diaspine sécrète un nouveau bouclier tout en conservant le premier à l'extrémité antérieure. Il en sera de même après la seconde mue. La permanence des exuvies tout au long du cycle, permet d'identifier aisément les stades de développement. C'est après la première mue que s'individualisent les mâles et les femelles. Les modifications profondes que cela suppose s'accompagnent de changements dans la morphologie d'un grand intérêt pour l'expérimentation.

Une deuxième mue donnera la femelle adulte, larviforme comme les jeunes stades et protégée par un large bouclier et un voile ventral. Ce type de développement s'apparente à l'amétabolie. Le mâle subira deux autres mues avant de devenir une image ailé possédant antennes et pattes. Il s'agit là d'un développement holométabole. Balachowsky (1939) a décrit ces processus de développement originaux sous le nom de paramétabolie (Fig.14).

Une fois retournés, les boucliers mâles ou femelles laissent voir les cochenilles nues et facilement identifiables : pronymphes, nymphes et adultes pour les mâles : femelles jeunes, gravides et femelles pondeuses. Après éclosion, les mâles laissent leur bouclier vide. Les femelles déposent leurs œufs sous le bouclier au fur et à mesure qu'elles se tassent à l'avant du puparium.

Les divers avantages pratiques dus à la fixation définitive sur le végétal hôte, à l'apparition précoce de caractères sexuels facilement observables et à la différenciation morphologique de tous les stades de développement sont compensés par un grave inconvénient : l'impossibilité de soulever le bouclier sans entraîner la mort de la cochenille. Ainsi, l'expérimentation au laboratoire perd-elle de sa précision. On ne pourra pas, par exemple, déterminer le moment exact de la mort des cochenilles et connaître la "probabilité de survie" des femelles pondeuses, paramètre indispensable à l'établissement du "taux de croissance intrinsèque". On ne pourra pas non plus étudier le rythme de ponte et connaître la fécondité exacte des femelles, si ce n'est par des voies indirectes.

La femelle pond des œufs blancs irisés sous son bouclier, la période de ponte s'étale sur 6 à 8 semaines. La période d'incubation dure deux semaines en été et plusieurs semaines en hiver (Chapot et Delucchi, 1964). Chez les femelles le cycle biologique est de type amétabole, la femelle passe au cours de son développement par deux stades larvaire avant d'arriver au stade adulte (Balachowsky, 1939).

Le cycle biologique des mâles s'apparente étroitement à celui des insectes holométaboles (Pesson, 1951). En effet les mâles présentent cinq stades séparés par quatre mues. C'est à partir de la deuxième mue que la différenciation sexuelle s'effectue. La larve du deuxième stade futur male subit une mue et devient pronymphe (Fig.14). Celle-ci se distingue nettement du stade précédent. Elle se caractérise par la formation des ébauches oculaires, des pattes et de l'allongement de l'extrémité abdominale. La pronymphe subit une troisième mue

pour donner une jeune nymphe possédant des antennes, des ailes, des pattes développées mais repliées contre le corps le stylet copulateur est parfois visible. La nymphose se produit sous le bouclier ; la nymphe immobile se transforme en adulte qui quitte le bouclier par une fente. Cependant les mâles ont un rôle économiquement secondaire dans les dégâts commis sur les végétaux.

Le nombre de génération chez *L.beckii* varie selon les conditions climatiques régionales. En Algérie, Jafjaf (1978) Boukhobza et Zaabta (2013), Zaabta *et al.*, (2020) ont remarqué l'existence de trois générations par an (automnale, hivernale et printanière) sur oranger à Boufarik. Ces mêmes résultats sont reportés par Mouas (1987) sur le citronnier à Annaba et Khoudour (1988) sur clémentinier à Chebli (Blida).

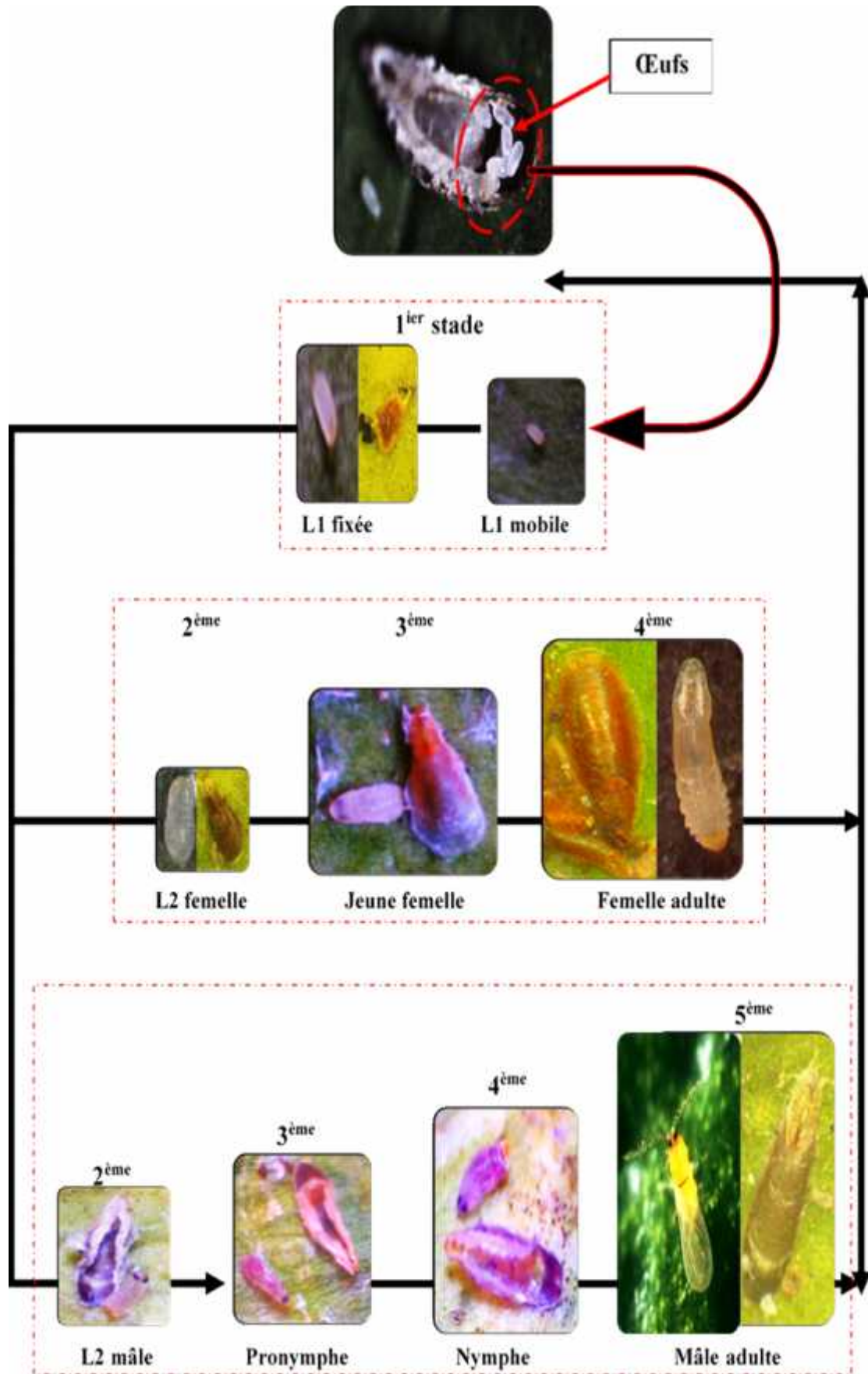


Figure 14 : Cycle de développement de *L.beckii* (Originale)

3.1.6 - Les dégâts et importance économique

La cochenille se fixe sur son hôte par son appareil buccal qui est de type piqueur-suceur, en suçant la sève en injectant des toxines contenues dans sa salive. Comme elle rejette également du miellat sur lequel se développe la fumagine (Fig.15).

Les dégâts causés par cette cochenille se traduisent par une chute prématurée des fruits et une défoliation partielle accompagnée d'un dessèchement plus au moins poussé des rameaux, une décoloration et dépréciation du fruit. L'affaiblissement de l'arbre, cette cochenille peut entraîner le dessèchement complet de l'arbre en 2 ou 3 ans si aucune mesure de lutte n'est prise.



Figure 15 : Dégâts de *Lepidosaphes beckii* sur les différentes parties de l'oranger (originale)

L. beckii, est considéré parmi les ravageurs les plus répandus et causant des dégâts graves (Miller et Davidson, 1990 et 2005) surtout aux agrumes en Afrique du Sud (Bedford et Cilliers, 1994) et en Espagne (Rodrigo et Garcia - Mari, 1990, Beardsley et González 1975)

Selon Dekle (1976), cette cochenille est un ravageur des agrumes mineur en Floride depuis l'apparition du parasite *Aphytis lepidosaphes* Compère. Ce parasite semble se répandre beaucoup dans la Floride, en Californie et au Mexique où il a été importé de Chine entre 1948 et 1949. Cette cochenille est plus fréquente dans le sud des États-Unis sur les agrumes. Ebeling (1959) affirme que les attaques à grande échelle gagnent toutes les parties de l'arbre, et les blessures peuvent être graves. En Californie, une défoliation et un dépérissement se

produisent généralement sur le côté nord inférieure des arbres. Un niveau d'alimentation élevé provoque des taches jaunes sur les feuilles. Dans les cas similaires, les fruits n'atteignent pas leur couleur normale et restent vertes. La cochenille a été classée comme le quatrième ravageur plus important des agrumes au Texas en 1950 (Ebeling 1950). Il a également noté que, dans certaines régions du Mexique, dans les Antilles, en Amérique centrale, le Pérou, le Chili, le Paraguay, le Brésil, et certaines régions d'Asie du sud-est, qu'il est un ravageur le plus important d'agrumes. Bryant et Dean (1975) a noté que *L. beckii* est désormais sous contrôle biologique complet par *Aphytis lepidosaphes*.

3.1.7 - Moyen de lutte

Les vergers d'agrumes ont subi avec le temps de très fortes pressions de la part de plusieurs déprédateurs et notamment *L. beckii*. La brutalité des dégâts causés par ce ravageur a suscité un nombre important d'efforts consentis en matière de lutte afin d'avoir une production saine, indemne et attirante.

- **La lutte culturale :** La taille peut maintenir les arbres en bonne santé. Ainsi, les apports d'engrais et le désherbage sont bien conseillés afin d'améliorer l'état phytosanitaire de ces arbres fruitiers (Loussert, 1987).

- **La lutte chimique :** La lutte chimique contre les cochenilles diaspines reste une tâche très difficile à cause de la présence du bouclier protecteur de cet insecte. C'est pour cela qu'il est très important d'appliquer les pesticides ainsi que les insecticides au cours des stades larvaires de l'insecte. Les insecticides les plus utilisés contre les larves de ce ravageur sont les huiles blanches d'été ou le méthidathion, comme on peut utiliser d'autres traitements ; des pulvérisations de bouillies sulfocalciques en période de végétation et des fumigations sulfureuse, cyanhydrique en hiver (Delassus *et al.* 1927).

- **La lutte biologique et leurs effets :** Si les cochenilles d'une manière générale et *L. beckii* en particulier causent d'importants dégâts sur les agrumes, il existe pourtant une foule d'ennemis naturels, prédateurs et parasites susceptibles d'endiguer les pullulations des ravageurs (Benassy, 1975).

- Les prédateurs :

Parmi les prédateurs qui s'attaquent à *L.beckii*, les coccinelles sont qualitativement les mieux représentées (Balachowsky et Mesnil, 1935). Nous citons *Chilocorus bipustulatus* et *Brumus quadripustulatus*. On peut citer aussi l'acarien *Hemisarcoptus malus* (Balachowsky, 1954).



Brumus quadripustulatus



Chilocorus bipustulatus

Figure 16 : Les coccinelles prédatrices de *L. beckii*

3.1.8 - Présentation des parasitoïdes

Les ennemis naturels des diaspinés sont, comme déjà précité, les pathogènes, les prédateurs et les parasitoïdes. Leur présence dans l'écosystème agrumicole est fondamentale pour la régulation naturelle des populations de cochenilles. En effet, la plupart des espèces de diaspinés se trouvent sous un programme de biocontrôle par des parasitoïdes de la famille des Aphelinidae, tel que le genre *Aphytis* ou *Encarsia* (Rosen et DeBach, 1978 ; Rosen et DeBach 1990). Les parasites hyménoptères des diaspinés appartiennent à la famille des Aphelinidae, tel que *Aphytis chrysomphali*, *A.maculicornis*, *A.mytilaspidis*, *A.chilensis*, *Encarsia citrinus*, *Coccophagoides singularis* (Ferrière, 1965). Benassy et Bianchi (1983) signalent qu'*A.lepidosaphes* comme un excellent agent de lutte biologique utilisé avec succès dans plusieurs pays contre *L.beckii*.

En général, les Aphelinidae sont connus par leur plus petite taille, robuste ou aplati mesurant environ 0,4 mm à plus de 1,8 mm, couleur du corps variable de jaune pâle à brun foncé. Cette famille regroupe un nombre moyen d'espèces d'environ **900** espèces appartenant à **45** genres dans le monde (Noyes, 1998).

En Algérie, selon Belguendouz et Biche (2006), l'inventaire des parasitoïdes permis de recenser 23 espèces d'hyménoptères dont 14 espèces sont des ectophages (*Aphytis*) et 9 sont endophages (*Encarsia*, *Comperiella*, *Cheiloneurus*). Le genre *Aphytis* reste est le plus commun dans les populations des cochenilles diaspires (Biche, 2012).

3.1.8.1 - Répartition géographique et variétale

Les Chalcidoïdea sont considérés comme l'un des groupes d'insectes les plus abondants, riches en espèces et biologiquement diversifiés ; bien que certaines espèces soient phytophages, la plupart sont des parasitoïdes d'autres insectes et de nombreuses espèces sont actuellement utilisées comme agents de lutte biologique contre des insectes nuisibles (Noyes, et Prinsloo., 1998 ; Noyes., 1982, 2000 et 2013).

D'après Rosen et DeBach (1979), le genre *Aphytis* est aujourd'hui en pleine évolution et compte 130 espèces connues, plus abondantes et semblent souvent être les ennemis naturels les plus efficaces dans le contrôle de leurs hôtes respectifs. Ce sont tous des ectoparasites de cochenilles diaspires au stade adulte. Ils ont été découvert dans la région Est de l'Asie et ont été introduites dans différents pays. *Aphytis hispanicus* possède une polyphagie réduite et parasite plus particulièrement *Parlatoria pergandei*. Il a été également retrouvé de par le monde parasite de *P. pergandii*, *P. cinerea*, *P. oleae*, *Oceanaspidiotus nerii*, *Chrysomphalus dictyospermi*, *A. aurantii*. (Rosen et Debach, 1979).

Quant au genre *Encarsia*, ces espèces sont cosmopolites, répandues dans la région méditerranéenne, à toute l'Europe, en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique, en Inde, au Japon (Ferriere, 1965). *Encarsia citrinus*, parasitoïdes de nombreuses cochenilles diaspires principalement les genres *Quadraspidiolus*, *Diaspidiotus*, *Aulacaspis*, *Chionaspis*, *Unaspis*, *Chrysomphalus*, *Lepidosaphes* et *Parlatoria*.

Selon Rodriguez *et al.*, (1996), les deux parasitoïdes *A.hispanicus* et *E.citrina* sont des espèces indigènes de la région méditerranéenne et exercent un contrôle biologique sur leurs cochenilles hôtes correspondantes.

3.2 – Données bibliographiques sur *Icerya purchasi*

3.2.1. - Position systématique

Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Homoptera
Sous - Ordre :	Sternorrhyncha
Super - Famille :	Coccoidea
Famille :	Margarodidae
Genre :	<i>Icerya</i>
Espèce :	<i>Icerya purchasi</i> (Maskell, 1879)

3.2.2 – Nomenclature

Selon Ben-Dov & Miller (2020) le nom de l'espèce est généralement *Icerya purchasi* (Maskell, 1879). Mais d'autres synonymes sont à signaler comme :

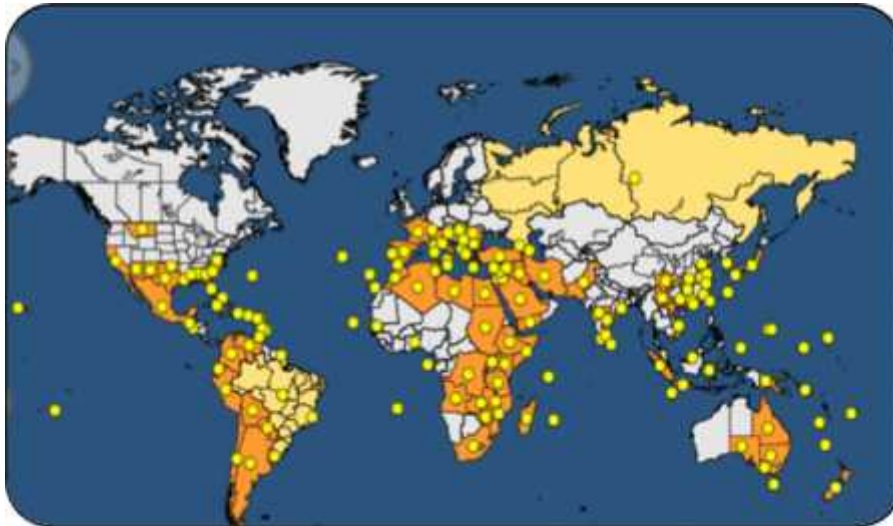
-) *Icerya purchasi* Maskell 1879
-) *Icerya purchasi crawii* Cockerell
-) *Icerya purchasi maskelli* Cockerell.
-) *Icerya purchasi citriperda* Hempel 1920
-) *Iceria purchasi*; Kiritchenko 1932
-) *Pericerya purchasi* (Maskell, 1879)
-) *Acerya purchasi*; Rao 1943
-) *Icerya pulchasi* Maskell, 1879
-) *Iceria purchasi*; Kaussari 1957
-) *Percerya purchasi*; Gomez-Menor Ortega 1957
-) *Percerya purchasi*; Gomez-Menor Ortega 1960
-) *Percerya purchasi*; Gomez-Menor Ortega 1965
-) *Preicerya purchasi* Hadzibejli 1983
-) *Ycerya purchasi*; Hadzibejli 1983
-) *Icerya purchasi* Maskell, 1879

3.2.3 – Plantes hôtes

Icerya purchasi est une cochenille polyphage, avec une préférence marquée pour les agrumes mais aussi pour les genêts, acacias, pittosporum, laurier-rose, mimosas, cyprès, romarins et les bruyères. Sur ces plantes, elle va cibler aussi bien les tiges que les feuilles ou les fruits. Elle est peu mobile, par contre elle a tendance à entraîner la mort de l'hôte si l'infestation est importante (Mifsud *et al.*, 2014).

3.2.4 – Origine et répartition

Originnaire d'Australie, cette espèce s'est répandue dans toutes les régions tropicales et subtropicales et dans les serres des pays froids. Elle est apparue en 1868 en Californie et un peu avant 1900 au Portugal puis fut signalée à Naples (Fuller, 1897). La distribution mondiale d'*I.purchasi* a été signalée par divers auteurs (DeBach, 1964 ; Thompson et Griffiths, 1949). L'aire de distribution d'*I.purchasi* est extrêmement large, s'étendant de l'Angleterre (5° de latitude nord) à la pointe sud du Chili (55° de latitude sud) et tout autour du monde depuis Hawaï (160° de longitude est) aux îles d'Islande (178° de longitude ouest). La distribution recordée dans les latitudes extrêmes nord et sud n'indique pas s'il s'agit d'infestations naturelles ou en serre.



Carte 6: Distribution géographique d'*I.purchasi*
(<https://gd.eppo.int/taxon/ICERPU/distribution> consulté le 20/01/2020)

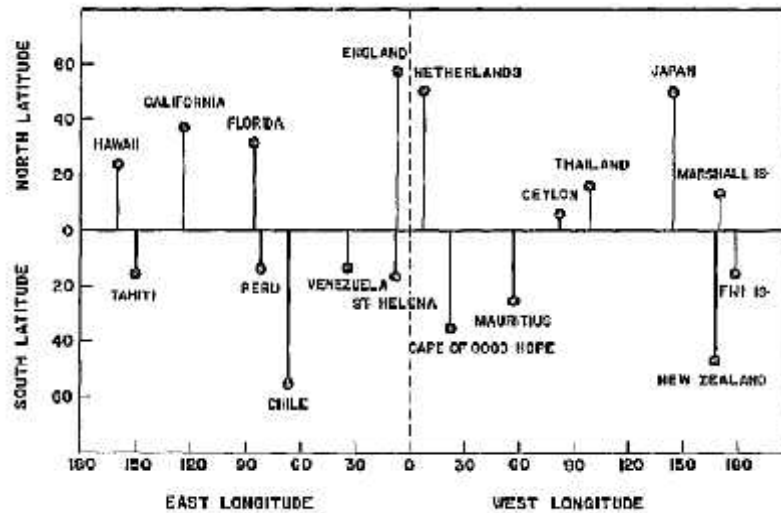


Figure 17: Distribution géographique d'*I.purchasi* et sa relation avec l'équateur

3.2.5 - Importance économique

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 (Talhouk, 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; Talhouk, 1975; Cruz et Segarra, 1991; Coll et Abd-Rabou, 1998; Foldi, 2001; Jendoubi et al., 2008).

3.2.6 – Description

La femelle adulte (pseudo-femelle) mesure jusqu'à 10 mm de long, de couleur rouge brique est colorée ainsi, par transparence, par son hémolymphe, rouge-sang. Elle a des antennes de 11 articles et 2 paires de stigmates abdominaux. Les antennes et les pattes sont brun foncé à noir. Le corps est ovale, caréné, avec des saillies dorsales médianes thoraciques, et couvert d'une sécrétion cireuse de couleur noisette et de cire blanche, orné latéralement de minces filaments cireux (Fig.18).



Figure 18 : Femelle adulte d'*Icerya purchasi* (originale).

Les mâles adultes sont rares et ne vivent pas longtemps. Ils sont de couleur jaunâtre, avec des antennes, un mésothorax et des pattes de couleur brune. Les ailes (1 paire) sont gris fumé et mesurent 3 mm de long. À la fin de leur abdomen, ils ont des lobes charnus portant des touffes de longues soies. Les nymphes mâles sont d'apparence similaire à celles de la femelle. La dernière nymphe mâle fait un cocon blanc oblong moelleux dans lequel elle se nymphose (Fig. 19).



Figure 19 : Mâle adulte de la cochenille australienne (<https://www.insecte.org>)

Les femelles matures (en fait des hermaphrodites) ont un corps rouge-orange vif, jaune ou brun (les mâles sont minuscules ailés et ils sont très rares). Le corps est partiellement ou entièrement recouvert de cire jaunâtre ou blanche. La caractéristique la plus remarquable est l'ovisac celui-ci, issu du côté ventral de l'abdomen, montre 16 sillons longitudinaux et peut atteindre une longueur supérieure à celle du corps (environ 5 mm). Les femelles pondant des œufs produisent un long sac à œufs cannelé blanc. Il peut contenir de 500 à 1 000 œufs oblongs rouge vif. Les œufs éclosent en nymphes en quelques jours par temps chaud, mais il faut jusqu'à deux mois pour éclore en hiver (Fig. 20, 23).



Figure 20 : Femelle Pondeuse d'*Icerya purchasi* (originale).

L'œuf ovulaire est de couleur rougeâtre. La longueur moyenne d'*I.purchasi* est de 0,71 à 0,05 mm et la largeur moyenne, 0,31 à 0,02 mm (Fig. 21).



Figure 21 : Les œufs d'*Icerya purchasi* (Originale).

La larve nouveau-née est rouge, de forme ovulaire aplatie (0,5 mm de long), et possède des antennes de 6 articles et 6 longues soies postérieures. Ces larves, peu après leur naissance, se couvrent d'un revêtement cireux blanc (fig. 22, 23). Elles sécrètent des tubes cireux anaux, longs et fragiles, qui déportent les gouttes de miellat rejetées par l'anus. Ils se pressent entre les «flûtes» dans le sac à œufs et se déposent le long de la nervure médiane et des nervures des feuilles de la plante hôte.

Les deuxième et troisième stades sont brun rougeâtre et couverts de touffes de soies vitreuses, de poils noirs et de cire jaune et blanche. Ils ont tendance à migrer vers des rameaux et des branches plus grosses (Fig.22).



Figure 22 : Les larves d'*Icerya purchasi* (Originale)
L1 : Larve de 1^{er} stade ; L2 : larve de 2^{ème} Stade ; L3 : Larve de 3^{ème} stade.

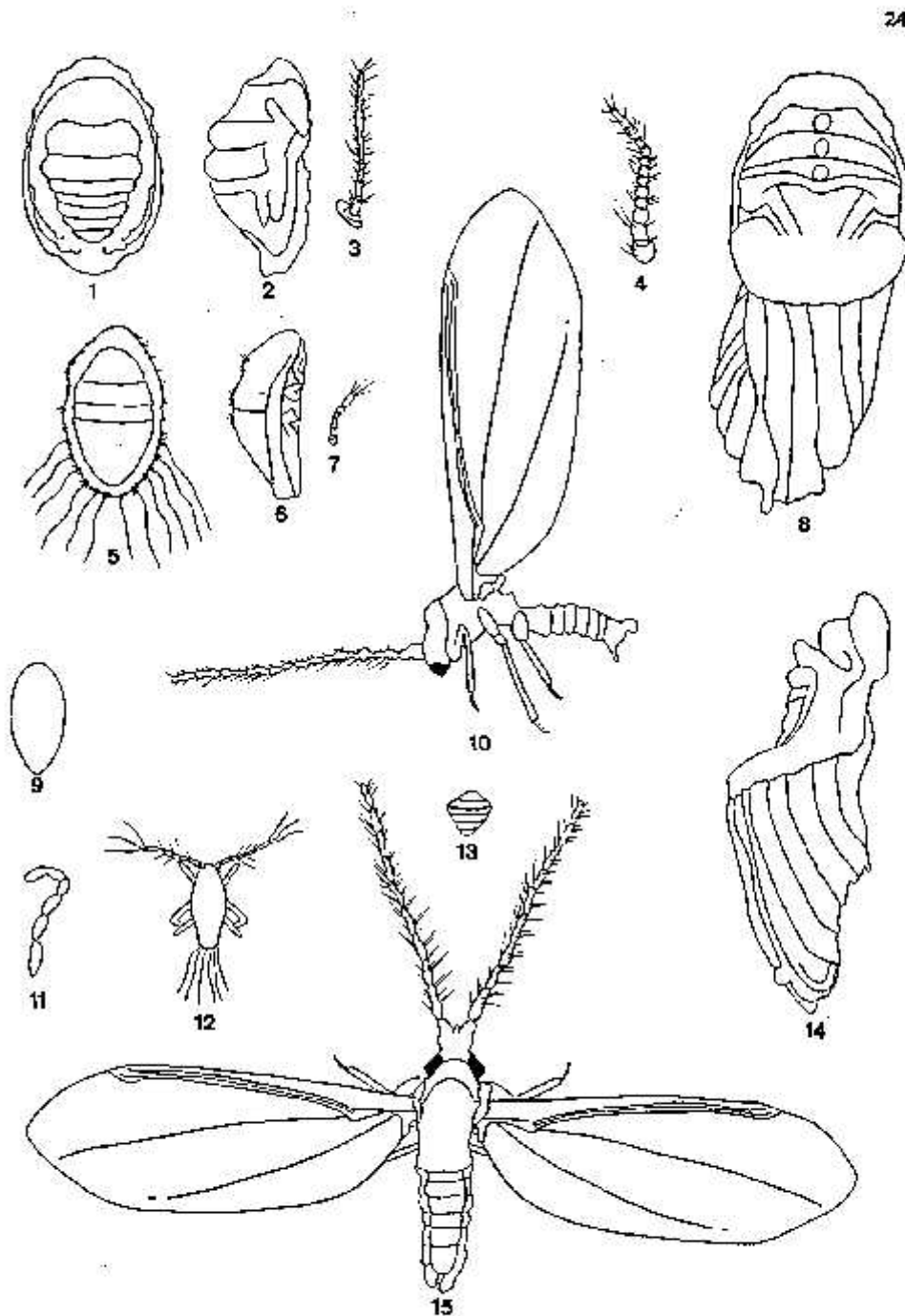


Figure 23 : Les différents stades d'*Icerya purchasi* (Morales, 1991)

(1 : Face dorsale de 3^{ième} stade larvaire, antennes (X15) ; 2 : Face latérale de 3^{ième} stade larvaire, antenne (X15) ; 3 : 3^{ième} stade larvaire, antenne (X38) ; 4 : Parthénogénétique de femelle adulte, antennes (X 8) ; 5 : Face dorsale de 2^{ième} stade larvaire, antennes (X24) ; 6 : Face latérale de 2^{ième} stade larvaire, antenne (X24) ; 7 : 2^{ième} stade larvaire, antenne (X26) ; 8 : Face dorsale de parthénogénétique de femelle adulte (X 8) ; 9 : Œufs (X30) ; 10 : Face latérale de male adulte (X25) ; 11 : Chainé des œufs (X9) ; 12 : Face dorsale de 1^{er} stade (neonate) (X26) ; 13 : Adulte mâle (X80) ; 14 : Face latérale de parthénogénétique de femelle adulte (X 8) ; 15 : Face dorsale de mâle adulte (X25))

3.2.7 – Biologie

3.2.7.1 – Cycle de vie

Les femelles adultes étaient capables de se reproduire par l'auto-fécondation et elles sont en réalité, hermaphrodites (Hughes- Schrader, 1930). L'autofécondation hermaphrodite est le mode de reproduction le plus courant chez cette espèce, cependant, quelques mâles peuvent apparaître dans la population (Pierantoni, 1912, 1913, 1914 ; Hughes-Schrader, 1963 ; Royer et Delavault 1974).

Certains auteurs estiment que le stade femelle adulte des coccidies a été supprimé et que la dernière étape immature a pris la fonction reproductrice comme un immature néotétéinique. Cependant, McKenzie (1967) se réfère à cette étape d'autres coccidies en tant que femelles adultes. Les écailles hermaphrodites ont trois mues et trois instars nymphaux de développement. Le cycle de vie d'*I. purchasi* inclure l'œuf, premier, deuxième, et troisième instars, et adulte (Fig.24).

Après une courte période de préoviposition, l'ovisac est produit et la ponte commence. Comme la taille de l'ovisac augmente, le corps est poussé loin de la surface de l'organe, et la cochenille est maintenue en place par les stylets insérés dans le tissu végétal et peut-être par l'adhérence de l'ovisac à l'hôte.

Les œufs sont pondus dans un ovisac cireux filamenteux qui augmente en taille avec l'âge. L'oviposition continue d'avoir lieu après l'éclosion des premiers œufs. Après l'éclosion les larves restent dans l'ovisac pour une période de temps inconnue avant de s'échapper de la partie ventrale de l'ovisac. Ensuite elles se déplacent habituellement pour s'installer sous la surface des feuilles près du sommet de la plante Bodenheimer (1951). Le même auteur a montré que les cochenilles sont positivement phototaxique et négativement géotaxique.

La différenciation sexuelle, le cas échéant, se produit au deuxième stade. À ce stade, les mâles peuvent être identifiés par leur forme corporelle plus élancée et leurs densités sétales plus élevées. Une fois que le troisième stade est atteint, les mâles se pupifient dans un mince cocon de soie, soit dans une crevasse protectrice sur la plante hôte, soit il peut tomber au sol pour se transformer en pupaison dans le sol ou sous les feuilles tombées. Les mâles

ailés qui émergent des cocons ont un corps rouge foncé. Les hermaphrodites qui s'accouplent avec des mâles peuvent produire uniquement une progéniture hermaphrodite, ou des hermaphrodites et une très petite proportion de mâles. Les femelles qui doivent s'accoupler avec des mâles pour produire une progéniture sont inconnues. On ne sait pas que le développement parthénogénétique, la capacité de produire des descendants à partir d'œufs non fécondés, se produit chez *I. purchasi* (Alvarez et al., 2012).

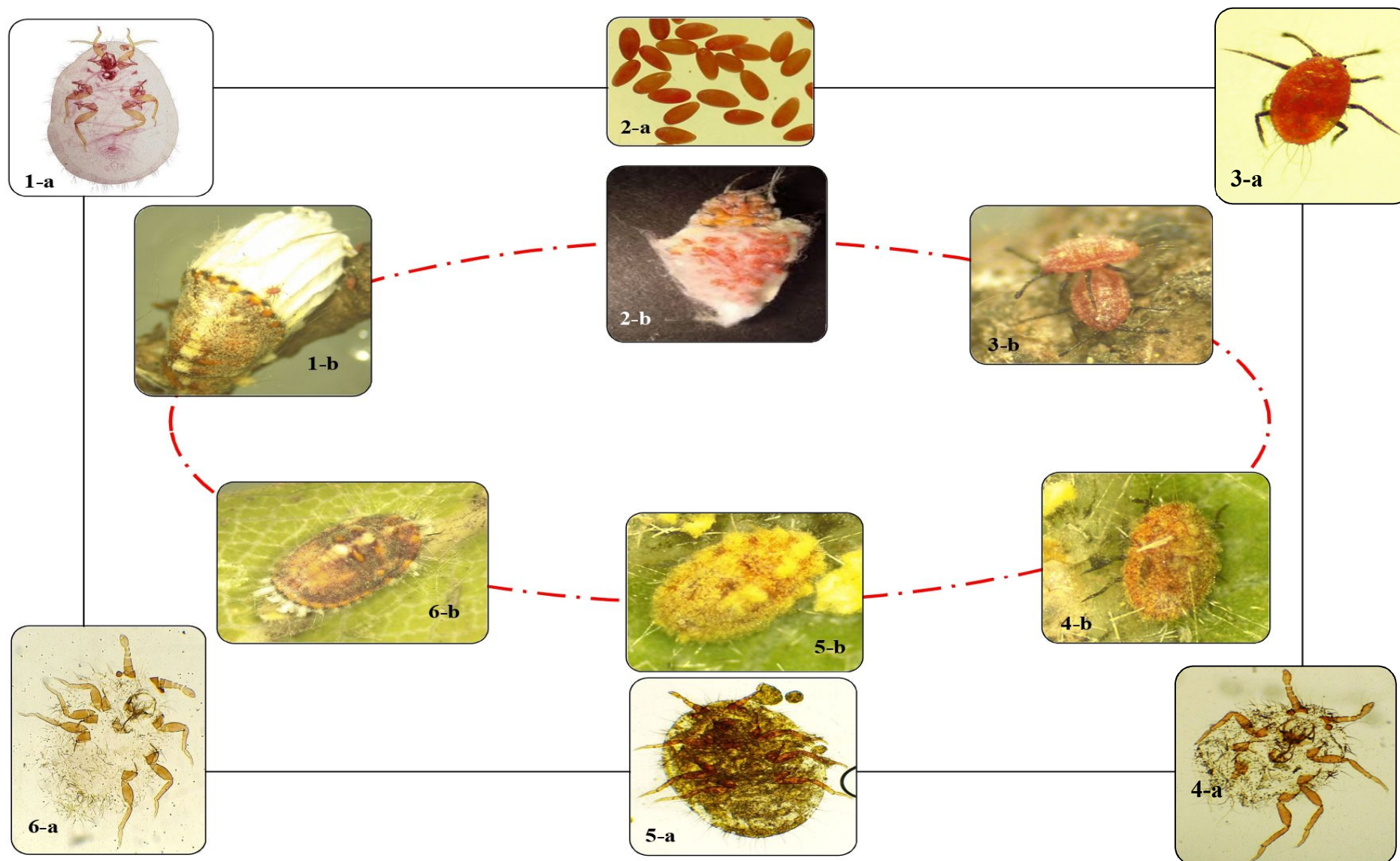


Figure 24 : Cycle de vie d'*Icerya purchasi* (Originale)

1 : Femelle pondreuse ; 2 : Les œufs ; 3 : Larve de 1er stade ; 4 : larve de 2ième Stade L2 ; 5 : Larve de 3ième stade L3 ; 6 : Femelle adulte
(a-face dorsale ; b-Vue au-dessous)

3.2.7.2 - Reproduction

Les seuls cas connus d'hermaphroditisme chez les insectes se retrouvent dans une tribu de cochenilles, les Iceryni. L'hermaphroditisme a été enregistré chez trois espèces au sein de cette tribu, dont chacune semble constituer une origine indépendante de l'hermaphroditisme (Unruh et Gullan 2008). Les individus hermaphrodites présentent un phénotype féminin (les cochenilles présentent un fort dimorphisme sexuel avec des femelles relativement grandes sans ailes et de très petits mâles ailés, voir figures 1a et b) et semblent incapables de s'accoupler les uns avec les autres, bien qu'ils contiennent un ovitestis qui produit à la fois du sperme et des œufs. Cette suite de phénotypes correspond à l'attente d'un animal hermaphrodite, mais il existe des preuves que ces espèces sont en réalité androdiecious. Tout d'abord, les vrais mâles sont observés dans les populations naturelles (le mâle de la figure 25b appartient à l'une de ces espèces hermaphrodites, *Icerya purchasi*), bien qu'ils soient rares (Hamon et Fasulo 2005 ; Kim *et al.*, 2011), les fréquences rapportées différant considérablement entre les populations (de 0,01% à 10%). Deuxièmement, ces mâles rares peuvent s'accoupler avec les hermaphrodites (figure 25 c). Cependant, si les mâles ne contribuent pas génétiquement à la génération suivante, leur présence n'est pas pertinente du point de vue de la reproduction et le système est, au moins génétiquement, purement hermaphrodite. On ne sait pas si ces rares mâles sont effectivement capables de féconder des hermaphrodites, si leur sperme est capable de rivaliser avec le sperme produit par l'hermaphrodite et, si tel est le cas, quelle est l'importance des événements de consanguinité dans les populations naturelles (Mongue *et al.*, 2020).

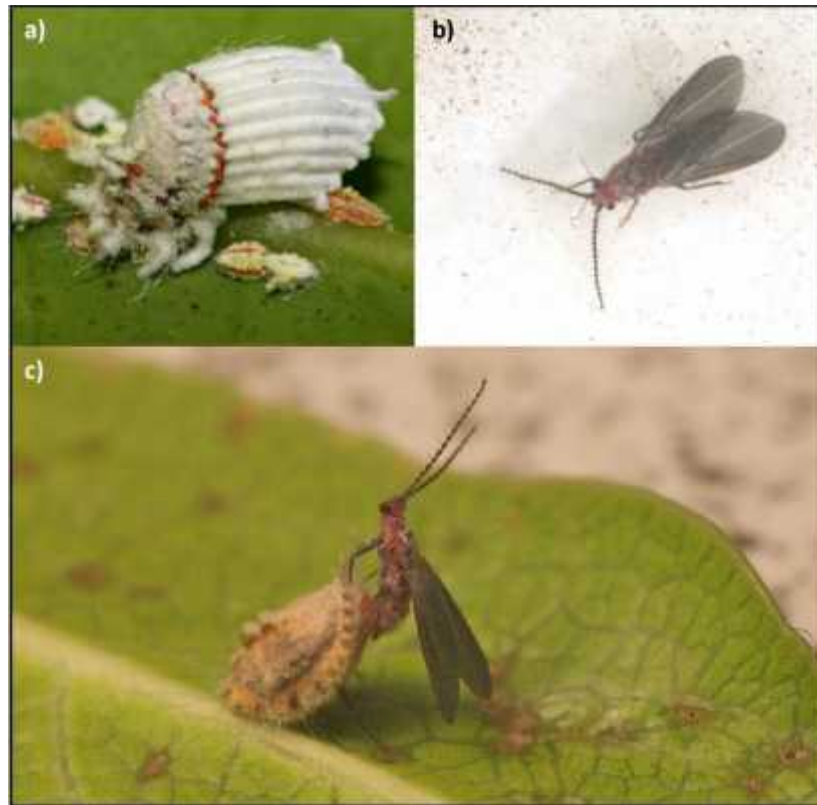


Figure 25 : a- Les hermaphrodites *Icerya purchasi* (avec œuf blanc et chenilles) sont les plus couramment observés. b - Mâles (rare observé). c - Des accouplements entre les deux sexes dans des conditions de laboratoire. (Mongue et *al.*, 2020).

La présence d'androdioécie chez *Iceryini* serait remarquable car ce ne serait pas simplement le seul exemple connu de ce système d'accouplement chez les insectes, mais aussi le premier signalement d'androdioécie ayant évolué à partir de l'haplodiploïdie (dans laquelle les femelles se développent à partir d'œufs fécondés et les mâles à partir d'œufs non fécondés. (Schrader et Hughes-Schrader, 1926).

L'étude du développement des parties testiculaires et ovariennes des gonades de l'insecte hermaphrodite *I. purchasi* menée par Michel Royer en 1973 montre une variabilité complexe de type d'hermaphrodisme chez cet insecte suivant les individus, d'où il a indiqué l'existence de cinq types d'hermaphrodites. A partir des œufs pondus par les hermaphrodites féminisés et les hermaphrodites stricts, sont nés des individus des cinq catégories. Les hermaphrodites stricts, masculinisés, mâle dominant, féminisés, femelle dominante Il semble cependant que ces deux types de géniteurs aient donné, chacun, des individus mâles dominants, masculinisé et femelles dominants dans des proportions comparables dans les deux cas. Les hermaphrodites masculinisés ont donnée principalement des mâles dominants et

des hermaphrodites stricts. Il y a eu très peu d'hermaphrodites femelles dominants et absence de descendance des mâles dominants.

Bien que les résultats de cette étude soient purement qualitatifs, il ressort cependant que les différents types d'hermaphrodites sont aptes à ne former, principalement, dans leur descendance, que les catégories d'individus semblables ou proches des leurs. A la suite de cette étude, il pourrait sembler que les types masculinisés et mâles dominants devraient être relativement nombreux dans une population naturelle. Mais il faut indiquer que leur faculté de ponte est faible ou nulle et que, de ce fait leur descendance est numériquement peu importante. Dans une population naturelle leur proportion reste donc nécessairement faible du fait de l'important pouvoir génésique des autres catégories (Royer., 1973). Il demeure naturellement à expliquer pourquoi ces géniteurs faibles ne disparaissent pas. Mais à cet égard, le motif en paraît évident car, dans la nature, du fait de l'autofécondation, il n'y a pas de compétition entre types génétiques (Royer., 1971).

On peut donc conclure que les individus diploïdes, chez *I.purchasi*, ont un développement ovarien qui semble gouverné par deux couples d'allèles. De ce fait résulte une diversité de l'expression de la potentialité femelle.

3.2.7.3 - Caractéristiques de la ponte

Chez *I. purchasi*, les œufs sont pondus dans le sac ovigère. Ils y demeurent jusqu'à l'éclosion des jeunes larves. On constate que la quantité d'œufs pondus par les individus est variable. Balachowsky (1939) indique que, dans la nature, la ponte peut atteindre jusqu'à 2.000 œufs pour un hermaphrodite. En élevage (Michel., 1973) n'a jamais observé de ponte aussi importante. Le maximum a été de 488 œufs. La ponte ne s'effectue jamais en une seule fois. Elle est toujours étalée dans le temps. Elle peut durer jusqu'à 45 jours. Même lorsqu'elle est numériquement peu importante, l'émission des œufs est répartie sur plusieurs jours.

3.2.7.4 - Mobilité et déplacement

Les nymphes, les femelles adultes et les mâles ont des appendices développés pour se déplacer. *I.purchasi* est mobile durant tous les stades ou elle peut marcher autour des feuilles et des tiges de la plante sur laquelle elles sont nées. Le stade principal qui se propage à de

nouvelles plantes hôtes est probablement la nymphe du premier stade. Les mâles adultes ont des ailes et des pattes. Ils peuvent marcher sur les feuilles et les tiges à la recherche de femelles avec lesquelles s'accoupler. Ils peuvent également voler vers d'autres parties de l'arbre ou des colonies voisines, et peuvent être transportés plus loin par le vent.

3.2.7.5 - Alimentation et miellat

Comme les autres hémiptères, la femelle adulte et les nymphes de la cochenille australienne ont un appareil buccal du type piqueur suceur. Les longs stylets, tiges de forme spéciale, sont maintenus dans une courte tribune sur le dessous du corps. Lorsque l'insecte souhaite se nourrir, les stylets sont ensuite progressivement poussés dans la plante. La paire intérieure de stylets forme deux tubes, un à travers lequel la salive est injectée dans la plante et un second à travers lequel le contenu des cellules des plantes sont aspirés dans l'insecte. La femelle adulte et les nymphes de la cochenille australienne peuvent insérer leurs stylets dans le phloème, les vaisseaux végétaux pour transmettre la sève des feuilles à d'autres parties de la plante. La sève a un volume élevé d'eau et de sucres, plus que ce dont l'insecte a besoin. Il excrète l'excès d'eau et de sucre, appelé miellat. Des moisissures fuligineuses peuvent se développer sur le miellat (Martin, 2018).

3.2.8 – Dégâts

La cochenille est un insecte qui se nourrit sur n'importe quelle partie de la plante et qui peuvent provoquer des dégâts, en vidant les cellules de leur contenu. Le prélèvement de la sève et des liquides intracellulaires ; entraîne des effractions de la paroi du végétal, la perte d'éléments nutritifs, provoque un affaiblissement général de la plante et la perturbation de leur croissance, une déformation des feuilles, leur jaunissement et chute partielle ou totale, jusqu'au dessèchement progressif des rameaux et des branches. L'injection de la salive, phytotoxique, contribue aux malformations de la plante, tout comme la pénétration des stylets, par leur action mécanique. De plus, le dépôt de miellat ; qui est riche en sucres et en acides aminés, il brûle les tissus et favorise le développement de la fumagine (champignons noirs). Brûlures et fumagine qui, outre son aspect inesthétique, limite la photosynthèse, en recouvrant les feuilles et forment des souillures sur les fruits, en particulier les agrumes, et rebutent le consommateur. En l'absence d'ennemi, cette cochenille se développe sur agrumes au point de

leur donner l'aspect d'arbres enneigés. La production est très compromise et les sujets meurent (Fig.26).



Figure 26 : Dégâts d'*I.purchasi* sur agrumes

3.2.9 – Moyens de lutte

Les vergers d'agrumes ont subi avec le temps de très fortes pressions de la part de plusieurs déprédateurs et notamment *I.purchasi*. La brutalité des dégâts causés par ce ravageur a suscité un nombre important d'efforts consentis en matière de lutte afin d'avoir une production saine, indemne et attirante.

- Lutte préventive :

Selon Pekas en 2011 il faut :

- J) **Éviter d'acheter un arbre ou un arbuste infesté**, inspecter scrupuleusement les jeunes rameaux et le dessous des feuilles pour ne pas ramener ces insectes dans votre jardin.
- J) **Inspecter régulièrement les végétaux**, Le repérage précoce permet d'intervenir localement et de prévenir les infestations plus difficiles à contrôler. Un feuillage prématurément jauni, un rassemblement de fourmis et de guêpes, des amas de cire blanche ou des renflements d'une substance collante et sucrée révèlent généralement la présence d'insectes suceurs.

- J) **Prévenir les blessures sur l'écorce** (tondeuse, débroussailleuse) et éviter les surdoses d'engrais qui stimulent la croissance de pousses tendres et appétissantes pour les insectes suceurs.
- J) **Désinfecter régulièrement les outils de taille** (alcool à brûler ou à la flamme).
- J) **Isoler, si possible, les végétaux infestés** ; les manipulations et les outils de taille favorisent la dissémination des cochenilles.

- Lutte culturale :

Pour diminuer et maintenir à un niveau tolérable la nuisibilité des cochenilles, il est conseillé d'effectuer des tailles régulières. Afin de préserver le faune utile (prédateur et parasitoïde) spécifique aux cochenilles, il est aussi recommandé de favoriser une diversité floristique aux abords des vergers (Belaribi et Halladj., 2015).

- J) Une taille régulière des arbres permettant une bonne aération,
- J) Une utilisation raisonnée des engrais azotés,
- J) Une irrigation non excessive.

- Lutte chimique

Selon Foldi (2003), elle s'avère très difficile, car ces insectes peu mobiles sont protégés par leur carapace. C'est au stade de la jeune nymphe, quand elle migre vers les nouveaux rameaux ou les nouvelles pousses, que les cochenilles sont les plus vulnérables. Dans le cas extrême où aucune autre méthode citée précédemment n'a abouti, on peut alors appliquer des huiles insecticides ou huiles paraffinés en traitement hivernal. Les Oléoparathions sont souvent conseillés par certaines firmes de produits chimiques ainsi que les nouveaux produits de synthèse arrivés sur le marché.

La lutte chimique contre *I.purchasi* est souvent inefficace, car les insecticides sont souvent mal employés, le traitement coïncidant peu avec le stade sensible. Il est donc important de mettre en place une meilleure communication entre l'entomologie appliquée et l'écologie fondamentale pour envisager une lutte chimique raisonnée, qui non seulement est plus efficace, mais permet une réduction du nombre de traitements.

– Lutte biologique et leurs effets

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

C'est à Charles-Valentine Riley, jeune autodidacte responsable de l'Entomologie pour l'Etat du Missouri, que l'on doit la première opération spectaculairement réussie de lutte biologique par entomophage. C'était il y a un tout petit plus d'un siècle. Les vergers d'agrumes, en Californie, étaient ravagés par une Cochenille introduite accidentellement d'Australie en 1868, *I.purchasi*, contre laquelle les moyens de l'époque étaient impuissants. Convaincu que l'innocuité de la cochenille dans son pays d'origine était due à des antagonistes, Riley envoya une mission en Australie, d'où furent rapportés divers entomophages, dont la Coccinelle *Novius cardinalis* (nommée *Vedalia beetle* en américain). Multiplié en élevage, cet auxiliaire fut distribué aux agrumiculteurs ; il fallut moins de deux ans pour que les effectifs de la Cochenille fussent réduits au point que les dégâts devinssent insignifiants (on dit que la densité de population est tombée en dessous de son seuil de nocivité, expression et notion clés en luttés biologique et intégrée) (Jourdeuil, 1991).

Il serait impensable de dresser la liste des tentatives de lutte biologique contre cette cochenille effectuée dans le monde, tant les expériences dans ce domaine sont nombreuses. Le tableau ci-dessus montre les différentes familles des ennemis naturels de la cochenille australienne :

Tableau 12: Quelques entomophages connus sur *I.purchasi*

Famille	Espèce	Références
Anthocoridae	<i>Cardiastethus azareth</i>	Kondo et al., 2016 Noyes., 2004 Jashen., 1999 Argyriou et al., 1976 Unruh et Gullan., 2008 Hodgson et Foldi, 2006 Tang, 2001 Mendel et Blumberg., 1991
Aphelinidae	<i>Ablerus ennuyeux</i>	
	<i>Coccophagus lycimnia</i>	
	<i>Coccophagus scuteUaris</i>	
	<i>Euryischia</i>	
Chrysopidae	<i>Chrysopa pallens</i>	
	<i>Chrysopa sapporensis</i>	
	<i>Pseudomallada ventralis</i>	
	<i>Semachrysa matsumurae</i>	
Coccinellidae	<i>Anovia</i>	
	<i>Chilocorus bipustulatus</i>	
	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	
	<i>Hippodamia</i>	
	<i>Vovius (Rodolia) cardinalis</i>	
	<i>Rodolia pumila</i>	
Cryptochetidae	<i>Cryptochetum iceryae</i>	
	<i>Cryptochetum monophlebi</i>	
Encyrtidae	<i>Brethesiella anomalicornis</i>	
	<i>Brethesiella latifrons</i>	
	<i>Cheiloneurus pulvinariae</i>	
	<i>Homosemion bennetti</i>	
	<i>Isodromus iceryae</i>	
	<i>Lamennaisia ambiguë</i>	
	<i>Tetracnemoidea brevicornis</i>	
	<i>Homalotylus eytelweinii</i>	
	<i>Homalotylus Flaminius</i>	
Eulophidae	<i>Entedon coquillettii</i>	
Mymaridae	<i>Alaptus iceryae</i>	
Phlaeothripidae	<i>Mégalthrips</i>	
Pteromalidae	<i>Ophelosia crawfordi</i>	
	<i>Ophelosia hypatia</i>	
	<i>Parasaphodes townsendi</i>	
Pyralidae	<i>Laetilia coccidivora</i>	

3.3 – Données bibliographiques sur *Novius cardinalis*

Au cours de l'année 1888-1889, une coccinelle nommée *Vedalia* a été introduite en Californie depuis l'Australie pour lutter contre le tarte en coton, *I.purchasi* - également une espèce introduite. Une écaille de coton causait des infestations tellement graves dans les plantations d'agrumes de Californie que les producteurs retiraient leurs arbres et les brûlaient. Les valeurs du verger étaient en chute libre. L'introduction du coléoptère *Novius cardinalis* est considérée comme le début de la lutte biologique classique. L'intérêt des scientifiques, des producteurs et du public pour ce projet était dû à son succès spectaculaire qui était frappant par le fait que la menace financière pesant sur l'industrie des agrumes de Californie était

extrême. Pourtant, en automne 1889, le ravageur était complètement maîtrisé dans les zones d'introduction. *Vedalia* a littéralement sauvé l'industrie des agrumes de Californie et, depuis le succès de la Californie, il a été exporté dans de nombreuses autres régions du monde, avec souvent des résultats tout aussi positifs (Bellamy et Evans, 1996 ; Borror *et al.*, 1981 ; Weeden *et al.*, 2004)

En 1992, après une forte infestation des vergers d'agrumes de Djanet par *I. purchasi*, sur les vergers d'agrumes de Djanet, une coccinelle *Novius cardinalis* est utilisée contre ce ravageur où les résultats ont été très concluants (Boussaad, 2003).

3.3.1 – Position taxonomique

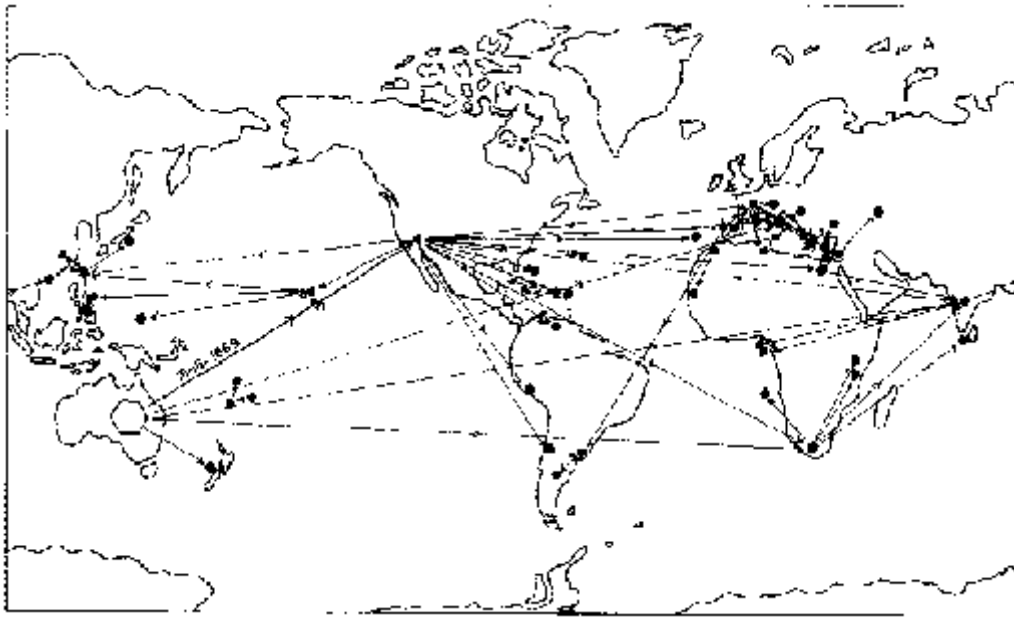
Classe :	Insecta
Sous-classe :	Pterygota
Ordre :	Coleoptera
Sous-ordre :	Polyphaga
Super-famille :	Cucujoidea
Famille :	Coccinellidae
Sous-famille :	Coccidulinae
Tribu :	Noviini
Genre :	<i>Novius</i>
Espèce :	<i>Novius cardinalis</i> (Mulsant, 1850)

) Synonymes

<i>Rodolia cardinalis</i>	Mulsant, 1850
<i>Vedalia cardinalis</i>	Mulsant, 1850

3.3.2 - Répartition géographique

Bien que originaire d'Australie, *N.cardinalis* fleurit aujourd'hui dans toute l'Australie, les États-Unis et en Europe dans les zones où les agrumes sont cultivés (Borror *et al.*, 1981; Weeden *et al.*, 2004)



Carte 7 : Distribution mondiale de *N.cardinalis* (Caltagirone & Doult, 1989)

3.3.3 - Importance économique

La cochenille australienne, constitue une menace de premier ordre pour l'industrie des agrumes dans le monde, elle a été contrôlée avec succès par le coccinellide *Novius cardinalis* (Mulsant). Ce cas classique dans l'histoire de la lutte biologique a été largement discuté dans de nombreux manuels, par exemple Zimmerman (1948), Bodenheimer (1950), DeBach (1964), Bartlett (1978), Kosztarab et Raymond (1997). Kuwana (1922) a décrit l'histoire de son introduction par inadvertance à Taiwan et au Japon et de l'établissement de son ennemi naturel *Novius cardinalis*. Au cours des années 80, de graves flambées se sont produites en Palestine dans les vergers d'agrumes et sur les plantes ornementales. Une bonne suppression de la population du ravageur a été obtenue suite à l'importation du coccinellide *Rodolia iceryae* Jenson d'Afrique du Sud et la mouche parasite *Cryptochaetum iceryae* Williston (Mendel et Blumberg, 1991). Enregistré comme ravageur des pois cajan ou le pois d'Angole (Fabaceae) en Afrique du Sud (Mathews *et al.*, 2001).

Historiquement *Rodolia II* a été utilisé avec succès par le recours à Procédé de propagation : Dans des conditions environnementales favorables acclimatation des espèces de coléoptères ont toujours réglé de façon stable, sans nécessairement exiger des introductions répétées. Une fois mis en place, son la dynamique des populations Il s'adapte à celle de la cochenille selon les modèles ordinaires, maintenir en permanence les infestations en dessous du seuil de tolérance. (Viggiani, 1977).

3.3.4 - Description

Cette coccinelle, comme tant d'autres, a une forme très distinctive. Le corps est largement ovale à presque sphérique, et est fortement convexe dorsalement et presque plat ventralement. La tête à de courtes antennes et est partiellement ou complètement cachée par le pronotum.

Les **adultes** sont petits, d'environ 3-4 millimètres de long. La tête, le prothorax (première partie du corps médian) et les élytres (couvertures alaires) sont couverts de soies courtes (poils). La tête et le prothorax sont bruns et les élytres sont rouges et noirs. Parfois, les élytres ne sont que rouges. Les pattes sont noires avec des tarsi (pieds) bruns et les antennes sont bronzées, tandis que le dessous du corps est rouge. Sous les élytres se trouve une paire d'ailes utilisées pour voler. La petite tête a une paire des yeux composés et deux antennes courtes (Fig. 27).

Les mâles sont légèrement plus petits que les femelles par contre elles sont très rouges, tandis que les mâles sont plus noirs, bien que les poils fins masquent souvent le motif de couleur et donnent une apparence décidément grise. Les femelles pondent environ 200 œufs, souvent dans les côtes de la masse d'œufs d'*Icerya*. Les œufs sont de couleur rouge, les larves sont brun rougeâtre. Les nymphes sont de couleur rouge avec des taches noires sur les élytres. (Essig, 1926 ; Borror et White, 1970).

Les larves des coccinelles ont des tubercules abdominaux latéraux proéminents avec de nombreux poils très longs (soies) et la marge latérale à également des poils longs similaires. Ils peuvent tous deux avoir une couleur rouge sous-jacente. Les larves cardinales de la coccinelle ont quatre rangées de tubercules foncés (Martin, 2001).



Figure 27 : Mâle (a) ; femelles (b) et les larves (c) de *Novius cardinalis*
(Goyaud Christian, <https://naturalistes-vendeens.org/faune/coccinelles/rodolia-cardinalis/>)

3.3.5 - La reproduction

N. cardinalis se reproduit sexuellement. Dans les climats chauds, il y a plusieurs générations chaque année. Les œufs rouge vif sont pondus sur le sac à œufs de la balance cotonneuse en petites masses serrées d'une à deux douzaines. À l'éclosion, les petites larves rosées pénètrent immédiatement dans le sac et se nourrissent des œufs de cochenille. Ces larves se trouvent généralement dans les colonies de pucerons (Borror et White, 1970 ; Milne et Milne, 1980 ; Foldi, 2003).

3.3.6 - Cycle de vie

Un des premiers entomologistes, Kirk, a rapporté en 1894 que les œufs mettaient 5-7 jours à éclore, le stade larvaire durait 18-25 jours et le stade nymphal 8-9 jours. On rapporte qu'il a 2,5 générations pour chaque génération de sa proie.

Les coccinelles femelles pondent des œufs rouges oblongs seuls ou en groupes sur ou près des cochenilles cotonneuses. Une larve éclot de chaque œuf. Ils sont rouges et / ou gris et

ont de longs poils (soies) sur les tubercules latéraux de l'abdomen. Il y a une petite tête. Les trois paires de jambes sont utilisées pour la marche. Au fur et à mesure que la larve grandit, elle mue (change de peau). Il existe quatre stades larvaires (stades). Le dernier stade larvaire est gris-brun avec une tête sombre et quatre rangées de tubercules foncés (Fig. 28). La marge latérale de l'abdomen et du thorax peut être rouge. Les tubercules latéraux sont proéminents et portent de longs poils. Les pattes sont sombres et les tarse sont couverts de poils blancs (Martin, 2018)

Lorsque le quatrième stade larvaire est complètement développé, il s'attache à un endroit abrité sur une plante et mue en nymphe. La chrysalide, principalement entourée par la peau larvaire, est couverte de soies courtes et de nuances colorées de brun. Les adultes éclosent à partir des pupes et du partenaire (Fig. 28). Les adultes peuvent rester dans la peau nymphale pendant une courte période pendant que leur peau durcit. La durée de chaque étape de la vie dépend de la température, étant plus courte à des températures plus élevées. (Martin, 2018)

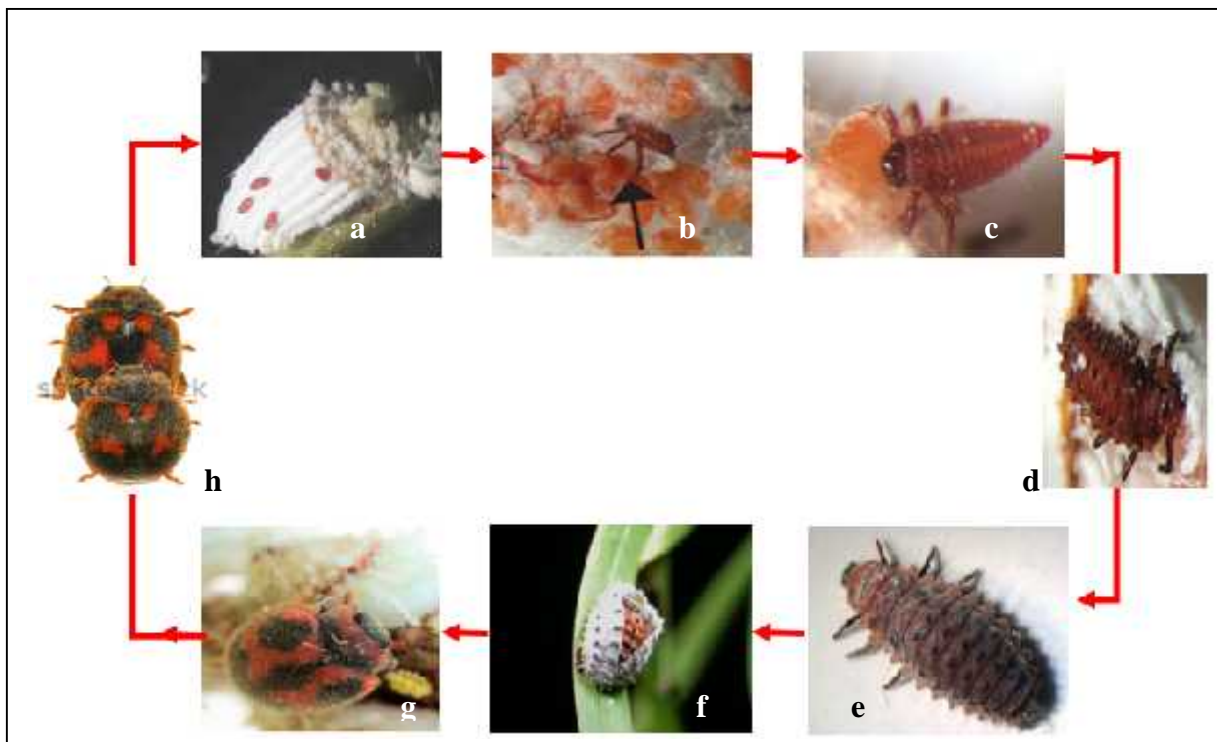


Figure 28 : Cycle de vie de *Novius cardinalis*

(a : Œufs ; b : Larve de 1^{er} stade ; c : Larve de 2^{ème} stade ; d : Larve de 3^{ème} stade ; e : Larve de 4^{ème} stade ; f : Nymphe ; g : Adulte ; h : Reproduction)

Il y a 8 générations par an dans les régions côtières plus froides de la Californie et 12 générations par an dans les régions chaudes et sèches de l'intérieur des terres. Une femelle pondra de 150 à 190 œufs au cours de sa vie (Martin, 2001).

3.3.7 - Alimentation

Les adultes et les larves sont des prédateurs voraces. Les ravageurs homoptères les pucerons, les cochenilles, les cochenilles et les acariens sont la nourriture pour *N. cardinalis*. Les adultes et les larves recherchent le feuillage des buissons et des arbres à la recherche de proies (Buchsbaum *et al.*, 1987 ; Burton, 1968)

Les coccinelles adultes et larvaires se nourrissent des larves et les œufs d'*I. purchasi*. Ils creuseront dans les sacs d'œufs des femelles matures en tirant la cire blanche pour se rendre aux œufs en dessous. Les mandibules sont les structures principalement utilisées pour tenir et mâcher les proies. Les jambes ne semblent pas être utilisées pour contenir des aliments (Martin, 2018).

3.3.8 - Comportement

Les individus de *Novius* sont couramment observés sur les plantes et hivernent souvent à l'état adulte dans de grands essaims sous les feuilles ou sous les écorces. Au début du printemps, les coléoptères sont libérés dans les vergers ; d'autres descendent eux-mêmes dans des vallées où l'on cultive des agrumes. Pendant la saison sèche, les nouvelles générations retournent dans un refuge haut et frais. Le succès de l'insecte est dû à la rapidité de développement, à la rusticité et à son appétit gourmand (Borror *et al.*, 1981 ; Buchsbaum *et al.*, 1987 ; Milne et Milne, 1980)

3.3.9 – Hôte

R. cardinalis sont des spécialistes, se nourrissant d'*I. purchasi* qui se spécialisent tout sur les arbres d'agrumes. Pour cette raison, *N. cardinalis* vit dans les vergers d'agrumes et dans les zones où *I. purchasi* sont également trouvés. En plus des agrumes, la cochenille australienne se trouvent sur l'acacia, le buis, le magnolia, le nandina (Bambou sacré), l'olivier,

le pittosporum et les rosiers, qui fournissent par conséquent un habitat supplémentaire à la coccinelle (Buchsbäum *et al.*, 1987 ; Weeden *et al.*, 2004).

3.3.10 - État de conservation et sensibilité aux pesticides

Les populations mondiales de cette coccinelle sont cependant fortes et ne nécessitent aucun statut de conservation particulier (Weeden *et al.*, 2004).

Novius est très sensible à Baythroid, un insecticide utilisé pour lutter contre le thrips des agrumes. Le Baythroid tue les coléoptères et les empêche de pondre pendant environ un mois. En revanche, certains autres insecticides utilisés pour lutter contre le thrips des agrumes, comme le Veratran, Agri-Mek et Success, ne semblent pas avoir d'effet notable sur les *Novius*. Le coléoptère *Vedalia* est également très sensible aux nouveaux régulateurs de croissance des insectes, Esteem (= Knack, pyriproxifène) et Applaud (buprofézine), qui sont appliqués pour lutter contre le tarte rouge en Californie. Les régulateurs de croissance des insectes empêchent les nymphes de *Vedalia* et de devenir des adultes et, dans le cas d'Esteem, empêchent les adultes de pondre des œufs fertiles (Martin, 2001).

Les vergers adjacents aux vergers traités avec des régulateurs de croissance présentaient de graves problèmes de tarte en coton en 1998 et 1999, indiquant que les coléoptères étaient extrêmement sensibles à ces pesticides, soit à cause de leurs dérives, soit parce qu'ils entraient et sortaient des vergers traités. Les effets des insecticides durent longtemps (4-6 mois). Après l'application de pulvérisations en été 1998, il n'a pas été possible de trouver de coléoptères *Vedalia* vivants dans la vallée de San Joaquin en Californie pendant 9 mois. Après l'application de moins de pulvérisations pendant l'été 1999, des *Vedalia* vivantes ont été découvertes en automne de 1999 dans de nombreux vergers.

Pendant les années d'utilisation intensive du DDT, la population de *Vedalia* dans les vergers de la vallée centrale de la Californie a été décimée. Les producteurs ont mis trois ans à modifier leurs programmes de pulvérisation et à recoloniser leurs vergers avec le coléoptère. Entre-temps, des arbres ont été abattus, de nombreux vergers défoliés par la cochenille et les producteurs ont payé jusqu'à 1,00 USD par coléoptère *Vedalia* dans leur volonté de rétablir le prédateur (<https://biocontrol.entomology.cornell.edu/predators/Rodolia.php>).

CHAPITRE II :

MATÉRIELS & MÉTHODES DE TRAVAIL

1 – Présentation des stations d'étude et le protocole expérimental

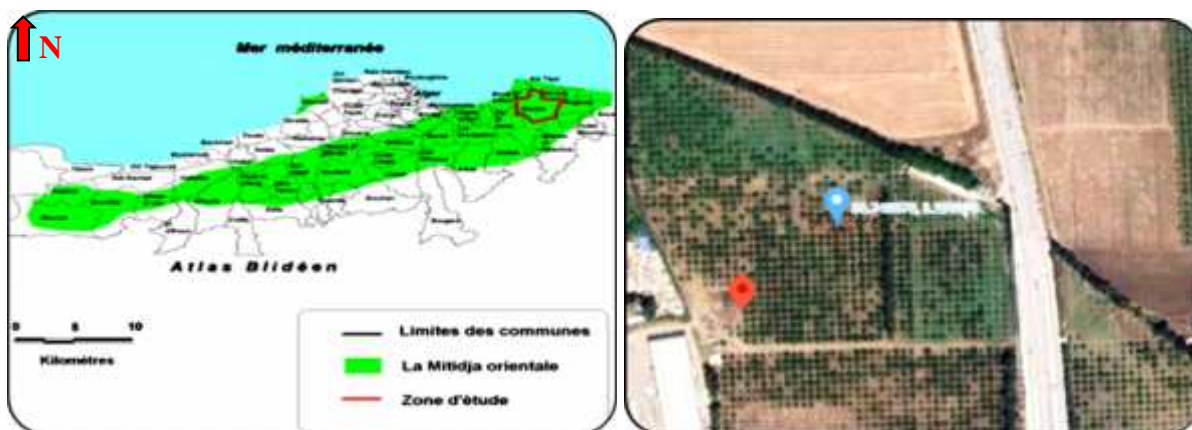
1.1 – Choix des sites d'étude

Dans ce présent travail, nous contribuons à étudier la bioécologie de *L.beckii* sur oranger en relation avec ces parasites hyménoptères dans la région de Rouiba, et la bioécologie de *I.purchasi* sur le clémentinier et l'impact de l'activité de *N.cardinalis* dans la régulation de cette cochenille à la région de Sidi Moussa. Les deux sites d'étude appartiennent respectivement à des exploitations privées. 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. 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.

1.1.1 – Présentation de la station de Rouiba

Notre étude a été effectuée dans une exploitation privée dans la région de Rouiba. Cette exploitation est située à l'Est de la Mitidja à 25 km de la capitale d'Alger et à 7 km de la mer Méditerranée. Elle est limitée au nord par la commune de Ain -Taya, au sud par la commune de Khemis El Khechna, à l'est par la commune de Réghaia et à l'ouest par la commune de Dar El Beida. (carte.8).

L'étude a été réalisée dans une exploitation privée située au nord-est de la commune de Rouiba, (Fig.29) Cette exploitation renferme en plus des vergers d'agrumes (orange, citronnier, clémentinier) des parcelles de cultures maraichères. L'expérimentation a été menée dans un verger d'orange seulement. Il s'agit d'un jeune verger d'oranger de la variété Washington Navel planté en 1990. Il s'étend sur une superficie de 2 h. le verger est moyennement entretenu. En hiver, il subit une taille de formation, en période printo-estivale en plus des traitements phytosanitaires contre les insectes ravageurs en particulier les cochenilles, les aleurodes et pucerons. Les amendements organiques et minéraux sont apportés en période hivernale.



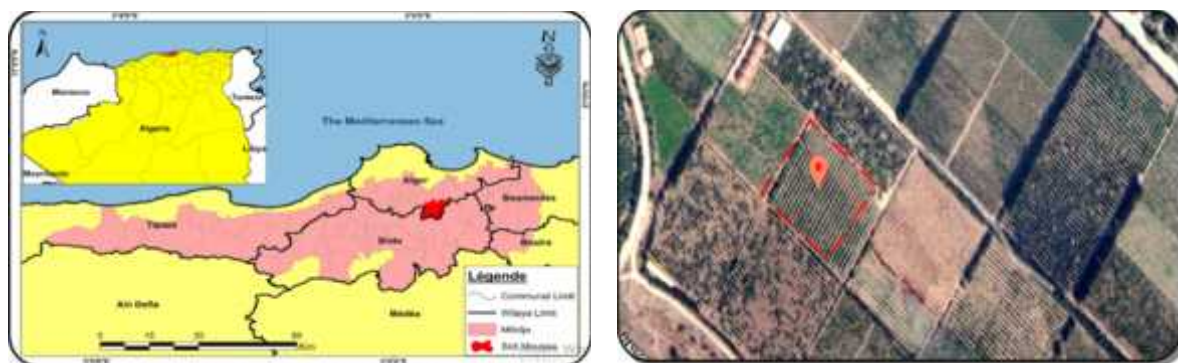
Carte 8 : Localisation de la région de Rouiba (Mutin, 1977) modifiée avec le logiciel (Map-info).

Figure 29: Situation de vergers à Rouiba.

1.1.2 - Présentation de la région de Sidi Moussa

La région de Sidi Moussa ($3^{\circ}05'00''$ Est et $36^{\circ}36'00''$ Nord) est une commune de la plaine de la Mitidja. Elle s'étend sur une superficie d'environ $39,56 \text{ km}^2$ (3 956 hectares). Elle est située à environ 25 km au sud d'Alger. Elle est limitée au nord par la commune de Baraki, au sud par la commune de Bougara, à l'est par la commune de Larbaa et à l'ouest par la commune de Chebli. (Carte. 9).

L'étude est menée dans une exploitation d'environ 2,5 hectares comprenant 690 clémentiniers de la variété Nules greffée sur *Citrangue carrizo* (*Citrus sinensis* (L.) Osb. 'Washington' x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.)). Le choix du site est basé d'une part, sur l'importance économique de ce dernier, pour la région, et d'autre part, sur son état sanitaire où il présente une très forte infestation de la cochenille australienne, *I.purchasi*, et par conséquent il constitue une menace pour les parcelles avoisinantes (fig.30).



Carte 09 : Localisation de la région de Sidi Moussa (Mutin, 1977) modifiée avec le logiciel (Map-info).

Figure 30 : Localisation de la parcelle d'étude A Sidi Moussa

1.2 – Le protocole expérimental

1.2.1 – Sur terrain

Pour l'étude de la bioécologie de *L.beckii* nous avons entamé l'expérimentation au début du mois de septembre 2016 pour l'achever au mois de juillet 2017 (soit 10 mois) ; et la bioécologie d'*Icerya purchasi* était suivie durant deux années successives 2017 et 2018 (Soit 24 mois).

Les échantillonnages sont effectués trois fois par mois, c'est à dire tous les 10 jours (soit un total de 31 sorties par an). Le verger d'étude est divisé en 9 parcelles de 25 arbres (soit un total de 225 arbres). La méthode utilisée est inspirée des travaux de Vasseur et Schvester (1957). Au cours de chaque sortie, nous échantillonnons sur 2 arbres pris aléatoirement, de chaque bloc, sur un total de 18 arbres, sur lesquels, nous prélevons 1 rameaux de 20 cm de long et deux feuilles à hauteur d'homme pour chaque direction cardinale et au centre de l'arbre (fig.31). Les échantillons récoltés sont placés immédiatement dans des sachets en papier Kraft sur lesquels nous mentionnons tous les renseignements du prélèvement (date, exposition, direction). soit un total de 74 sorties à Sidi Moussa et 31 sorties à Rouiba.

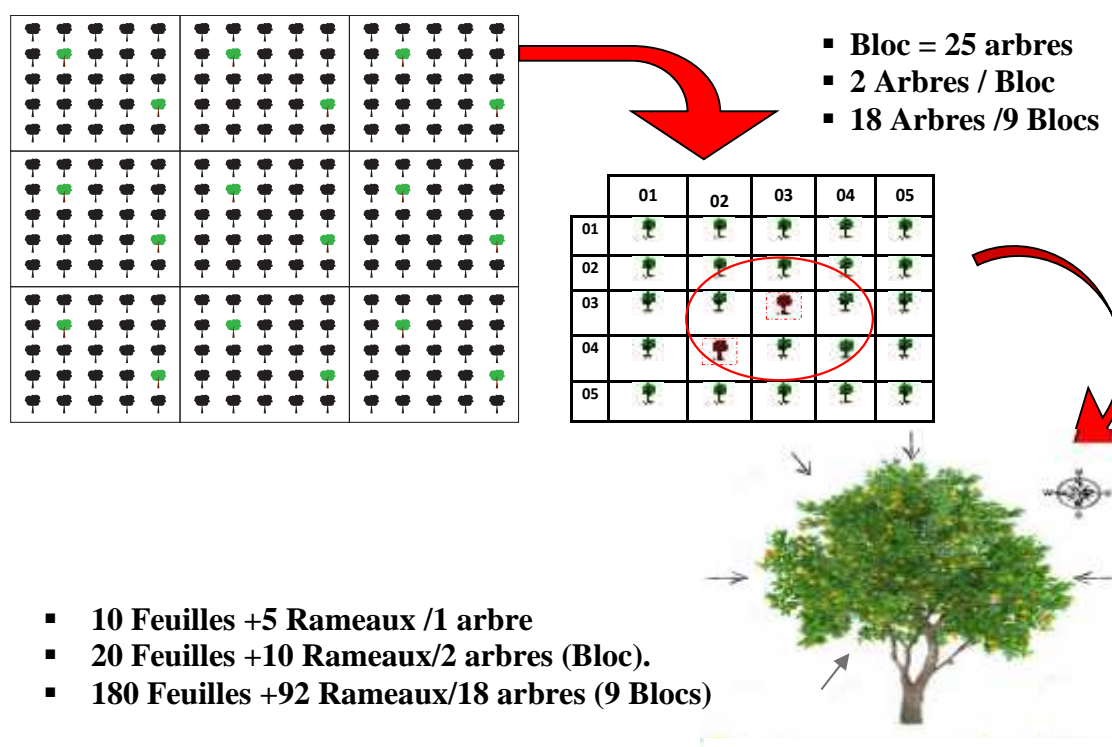


Figure 31: Schéma de dispositif expérimental.

Soit un total de :**5 580 Feuilles +2 790 Rameaux / 31 Sorties (Rouiba).****13 320 Feuilles +6 660 Rameaux / 74 Sorties (Sidi Moussa).****1.2.2 – En laboratoire**

En laboratoire, les échantillons sont examinés soigneusement sous la loupe binoculaire. Pour *L.beckii*, les résultats des dénombrements concernent les individus vivants, morts et parasités 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. 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. Pour *L.purchasi*, on dénombre également sur les deux faces des feuilles ainsi que sur le rameau pour chaque direction cardinale, le nombre individus vivants, morts de chaque stade, et le nombre d'œufs pondus par femelle ainsi que les individus prédatés. Nous mentionnons également le nombre de larves et d'œuf de *Novius cardinalis*.

1.2.2.1 - Technique d'identification des parasites recensés

L'identification des Aphelinidae est basée sur l'étude de leurs caractères morphologiques (Ferrière, 1965). La technique consiste à effectuer un montage des parasites récoltés sous une loupe binoculaire entre lames et lamelles. Ces derniers sont fixés par le liquide de Faure. Lors de notre étude, on a identifié 4 espèces de parasites sur la population de *L.beckii*. Il s'agit d'*Aphytis lepidosaphes*, *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis proclia*, qui sont des ectoparasites et *Aspidiotiphagus citrinus* qui est un endoparasite. L'identification a été effectuée par le Professeur Biche M. du département de Zoologie d'El Harrach.

1.2.2.1.1. - Description morphologique des espèces de parasite trouvées

1.2.2.1.1.1. Le genre *Encarsia*

a- *Aspidiotiphagus citrinus*

Ce parasite possède des antennes de 8 articles de forme 1133 (Fig. 33). Les trois articles du funicule sont subégaux entre eux et un peu plus longs que large. La massue est plus longue que le funicule. La tête est très transverse ayant des yeux arrondis légèrement ciliés et les mandibules tridentées. Le thorax court qui porte des ailes antérieures étroites, amygdaliformes, les cils marginaux plus longs que la largeur maximum de l'aile. Une zone arrondie sans cils se trouve toujours au-dessous de la nervure submarginale, nervure stigmale un peu courbée, rétrécie vers l'apex. Les ailes postérieures sont grandes triangulaires, avec de longs cils marginaux. L'abdomen est de forme ovale avec une tarière cachée (Fig.32).

Aspidiotiphagus citrinus est une espèce endoparasite cosmopolite qui s'étend sur toute l'Europe, la région méditerranéenne, l'Amérique du nord et du sud, l'Afrique, l'Inde, le Ceylan et le Japon. Il possède plusieurs hôtes notamment les genres *Diaspidiotus*, *Aulacaspis*, *Chionaspis*, *Unaspis*, *Chrysomphalus*, *Lepidosaphes* et *Parlatoria* (Ferrière, 1965). Il vit sur *Lepidosaphes beckii* (Rosen, 1965) et sur *O. nerii* (Tremblay, 1988). Il a été observé pour la première fois en Algérie dans la région de Boufarik par Laporte en 1950 en cité par Balachowsky (1953) l'a trouvé sur *Parlatoria ziziphi* et *Fiorinia fiorinae* au jardin d'essai de Hamma (Alger). Au Maroc, il vit au dépens de *Parlatoria pergandei* (Abbassi, 1975 ; Gerson, 1967). *A. citrinus* détruit parfois les populations du Pou noir de l'oranger et sur *A. aurantii* parfois de plus de 35% (Ouzzani, 1984, Kihel, 1992 et Merahi, 2002).

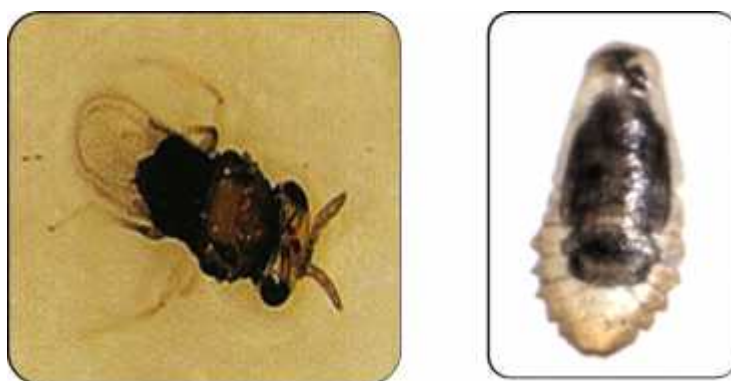


Figure 32: Femelle adulte et Nympe d'*Aspidiotiphagus citrinus* (originale).

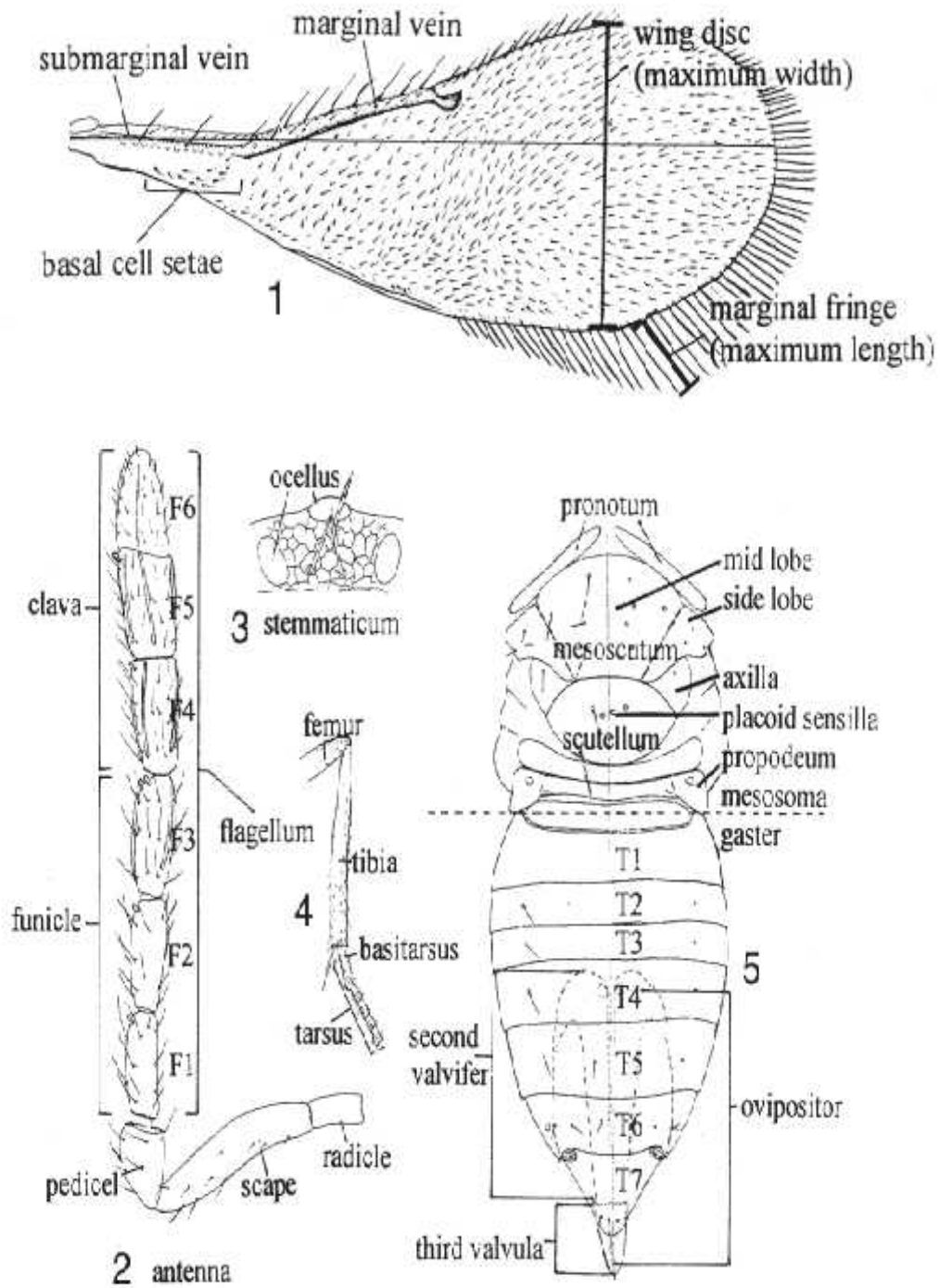


Figure 33 : Schéma de *Aspidiotiphagus citrinus*

1 – Forme générale, 2 – détails de l'aile antérieure, 3 – détails des yeux, 4 – détails de la patte

1.2.2.1.1.2. Le genre *Aphytis*

Les espèces du genre *Aphytis* sont généralement jaunes et sont parasites de cochenilles. Ils possèdent des antennes de six articles (1131) ou rarement de cinq articles (1121). Les ailes sont hyalines ou enfumées seulement à la base ou au milieu. La ciliation des ailes normales, avec le speculum oblique. Le corps du parasite est sans taches ou avec des lignes ou des bandes obscures. Il est court et possède des ailes larges. La tarière pas ou peu proéminente. Les deux premiers articles du funicule nettement plus courts que le troisième. Le dernier sternite se terminant au milieu de l'abdomen, la tarière découverte et droite. La plaque sensorielle sur l'avant-dernier segment visible de l'abdomen.

a - *Aphytis chrysomphali*

Les deux premiers articles du funicule sont de longueur subégale chez les deux sexes et le corps tout jaune, sans traits ni taches noires, sauf parfois sur le bord postérieur du scutellum. La base des ailes avec relativement peu de cils avant la bande oblique glabre, environ 3 à 7 lignes irrégulières, rarement plus, antennes et pattes toutes jaunes, massue généralement plus de trois fois plus longue que large et que l'article précédent. Les cils du thorax sont pâles. Le scutellum est entièrement jaune avec le propodéum sans lamelles dépassant le bord postérieur sur les côtés.

C'est une espèce cosmopolite, redécrite par De Santis (1948) d'Amérique du sud et par Compère (1955) aux États-Unis (Fig. 34). Elle a été introduite en Afrique orientale avec l'avènement des agrumes, en Californie et au Maroc comme parasite d'*Aonidiella aurantii* (Panis, 1977). Répandue en régions méditerranéennes, où elle a été observée sur *Chrysomphalus dictyospermi* et sur *Hemiberlesia lataniae* (Ferrière, 1965). Suite à l'introduction de deux espèces *Aphytis lignanensis* et *A. melinus* au Maroc *Aonidiella aurantii* a subi une forte régression. Il parasite de surcroît, *Aspidiotus citrina*, *A. nerii* et *C. ficus*, (Benassy et Euverte, 1976). Elle est polyphage et préfère les femelles du deuxième stade larvaire alors qu'elle parasite le deuxième stade larvaire et le stade nymphal chez le male.

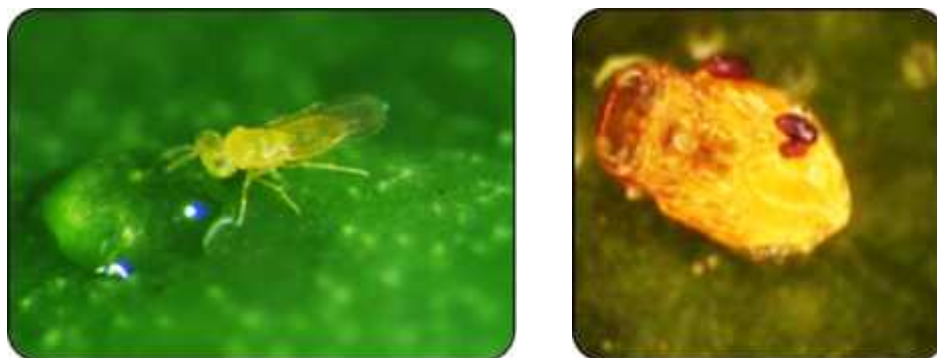


Figure 34 : Adulte et nymphe d'*Aphytis chrysomphali* (Dao et al., 2015)

b - *Aphytis proclia* :

Ce parasite possède les deux premiers articles du funicule de longueur subégale chez les deux sexes, corps jaune avec des traits noirs sur la tête et sur les sutures du thorax et des taches noires sur les côtés de l'abdomen. Les ailes avec un nuage plus ou moins net sous la nervure stigmale et avec 9 à 10 lignes de cils avant la bande oblique glabre. Les cils marginaux plus courts, aussi longs environ que le 1/5 ou le 1/6 de la largeur du disque, flagelle foncé, la massue plus ou moins foncée à l'apex. Les antennes relativement courtes, la massue à peine trois fois plus longue que large.

Est une espèce cosmopolite, répondue en Europe et en Afrique du Nord. Il a été observé pour la première fois sur *A.aurantii* (Rosen et De Bach, 1978).



Figure 35: Femelle d'*Aphytis proclia*

c - *Aphytis lepidosaphes*

C'est un micro hyménoptère à corps allongé, de couleur jaune d'or (Fig.35), la femelle mesurant environ 1,20 mm de long et 0,90 mm de large. Le mâle à une taille plus faible que celle de la femelle, il mesure entre 0,5 à 1,10mm. La tête est plus large que longue portant des antennes entièrement claires à 6 articles. Le dos du thorax porte des cils fins, jaunâtre ou pales. Les ailes sont membraneuses plus courtes que le corps. Les trois paires de pattes sont de couleur jaunâtre. Quant à l'abdomen il est court et uniformément pigmenté de couleur claire, portant à son bord postérieure des cerques avec trois soies deux longues et une courte (Fig.37).

A.lepidosaphes est un ectoparasitoïde, biparental, grégaire spécifique aux cochenilles du genre *Lepidosaphes*, préfère les femelles adultes comme hôtes mais nymphes et les pronymphes mâles peuvent être également attaquées. De 1 à 8 individus du parasitoïde peuvent se développer dans une seule cochenille parasitée. Le nombre des femelles dépasse généralement celui des mâles et se nourrissent du liquide qui sort de la plaie causée par la pique du parasite (Waterhouse et Sands, 2001). Selon Ferrière (1965), de nombreux coups de tarière semblent parfois être donné pour obtenir la nourriture sans qu'aucun œuf ne soit déposé.

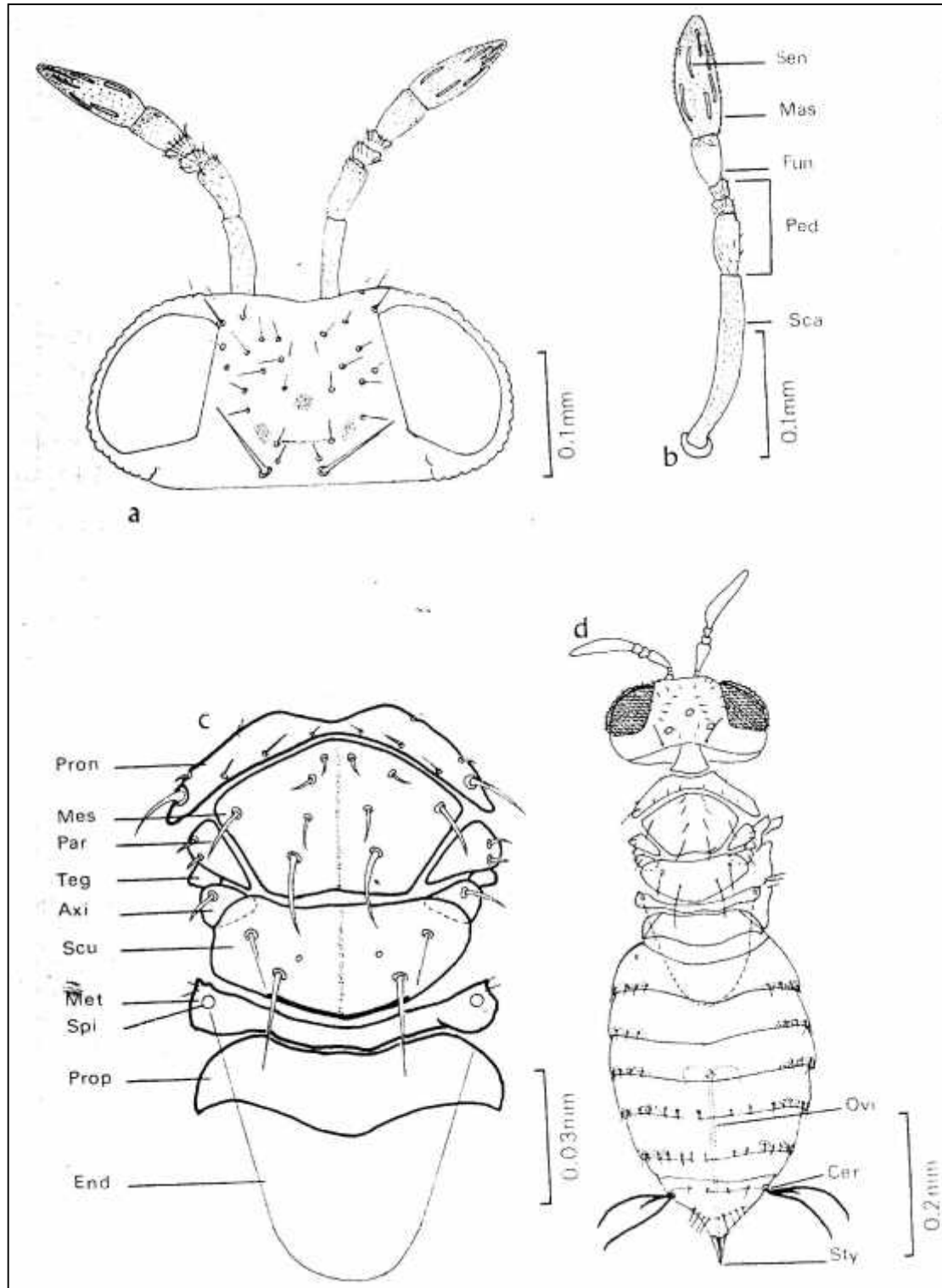


Figure 36 : Schéma de *Aphytis lepidosaphes* (Biche, 1987)

a -Tête ;

b-Antennes : Sen : sensille ; Mas : massue ; Fun : funicule ; Ped : pédicelle ; Sca : scape.

c – Thorax : Pron : pronotum ; Mes : mesoscutum ; Par : parapsis ; Teg : tegulae ; Axi : axille ; Met :metanotum ; Spi :spiracle ; Prop : propodeum ; End : endophragma.

d - Femelle d'*A.Lepidosaphes* : Ovi : ovipositeur ; Cer : cercus ; Sty : stylus

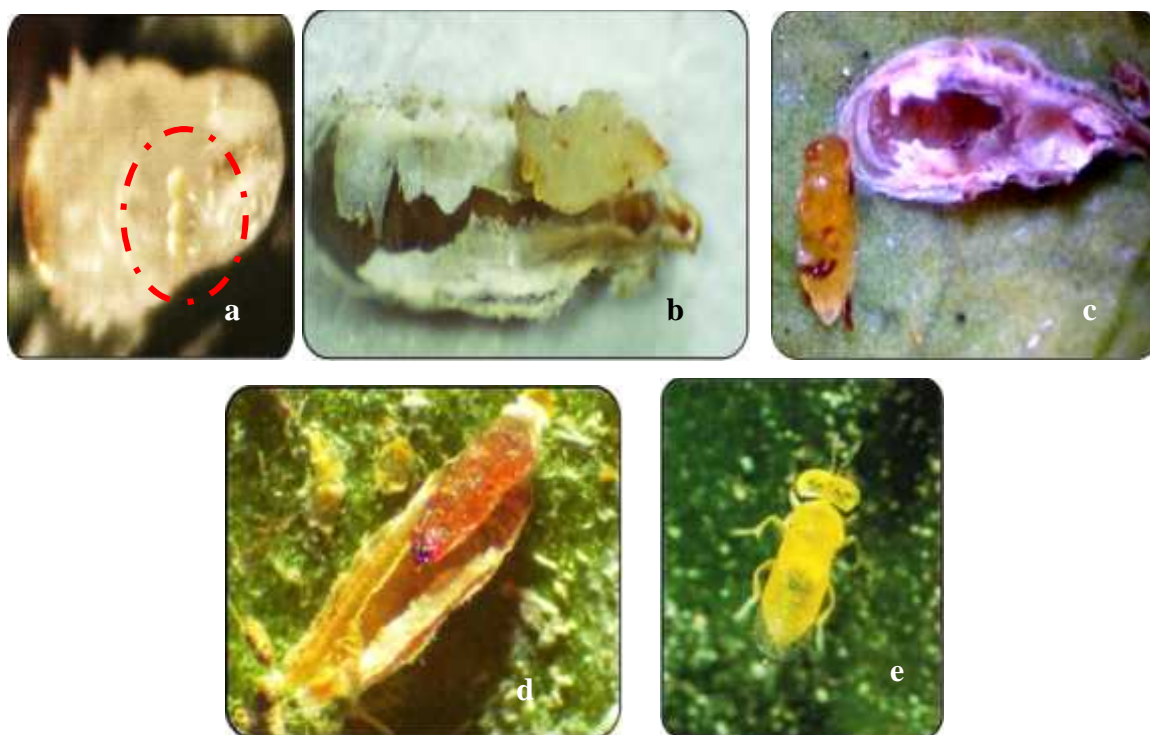


Figure 37 : *Aphytis lepidosaphes* (originale).
(a: Œuf ; b : Larve agée ; C : Pronymphe ; d : Nymphe ; e :Adulte)

1.2.3 - Analyse statistique

Les effectifs de *L.beckii* et d'*I.purchasi* correspondent à l'abondance des formes biologiques larvaire et adulte estimés pour chaque échantillonnage. Les courbes de la dynamique des populations sont présentées à l'aide de l'Excel 2010. Les analyses de variance ont été réalisées sur des moyennes homogènes en rapport avec un coefficient de variance (C.V. < 20%). La comparaison multiple a été appliquée entre les moyennes des abondances globales ainsi que pour les formes biologiques par le recours au test Post Hoc de Tukey. Les différences ont été considérées comme significatives à $p < 0,05$. L'analyse a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA version 8.0.5. Le barycentre temporel se déduit de la formule suivante : $B = (RG_i \times AB_i) / \sum AB_i$, avec RG_i = rang du mois de janvier à décembre), AB_i = abondance au mois i .

CHAPITRE III :

RESULTATS & DISCUSSIONS

Partie I :

**Ecologie de *Lepidosaphes beckii*
sur oranger dans la région
de Rouïba.**

Cette partie portera sur l'étude de la dynamique, la mortalité des populations de *L.beckii*, et l'incidence parasitaire chez cette espèce sur les oranger de la région de la Mitidja (Rouiba). L'objectif est d'essayer de comprendre l'activité de la cochenille vis-à-vis des différents facteurs écologiques et spatio-temporels (période, Stade, saisons, feuille, rameau). 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 *L.beckii*.

1 – Biologie de *L.beckii*

1.1 - Variation des abondances et niveau d'infestation

1.1.1 - Abondance globale des populations larvaires et adultes

Les résultats reportés dans la figure ci-dessous montrent que les populations des adultes sont plus ou moins prépondérantes, avec un pourcentage de **51,58%**. Quant aux les populations des jeunes stades larvaires, elles demeurent presque au même niveau par rapport aux larves au cours de la période d'étude où elles sont présentes avec un pourcentage de **48,42%** (Fig. 38).

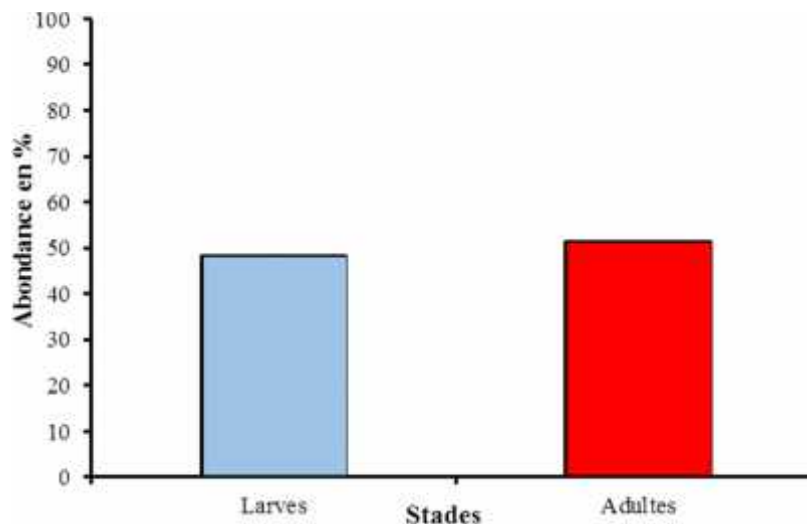


Figure 38 : Abondance globale de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

1.1.2 – Niveau d’infestation comparatif des populations larvaires et adultes

La représentation globale de niveau d’infestation des différents stades de *L.beckii* au cours de la période d’étude est montrée au niveau de la figure n°37 où on constate que l’abondance des femelles est le plus important (47,66%), suivi par celui des larves de 2^{ième} stade avec un pourcentage de 28,32%. Les larves de 1^{ier} stade et les nymphes sont abondants avec des pourcentages très proches 11,43% et 11,83% respectivement. Le plus faible taux d’abondance est enregistré chez les mâles avec 0,77% (Fig. 39).

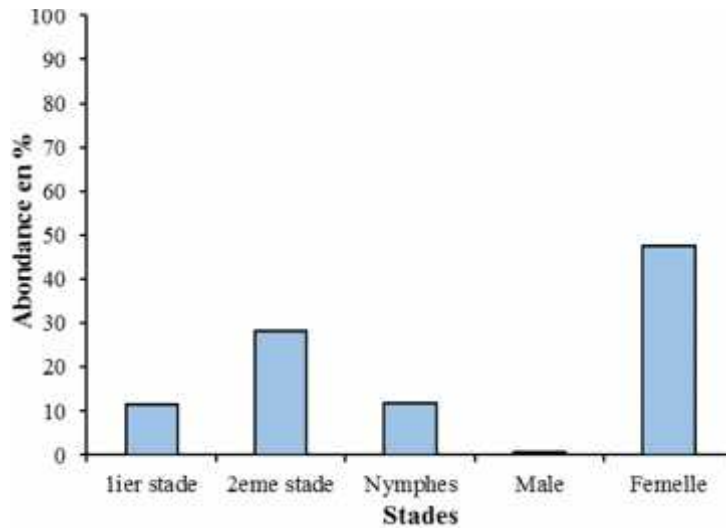


Figure 39 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d’*L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

1.1.3 – Abondance saisonnière globale et comparatif des populations larvaires et adultes

Les résultats reportés dans la figure 38, montrent que le plus fort taux d’abondance est enregistré durant la saison hivernale avec un pourcentage de 51,11% suivi par celui noté au cours de la saison automnale avec 20,10%. Enfin, on constate que la population de cette cochenille est moins abondante en été avec (10,51%) (Fig.40).

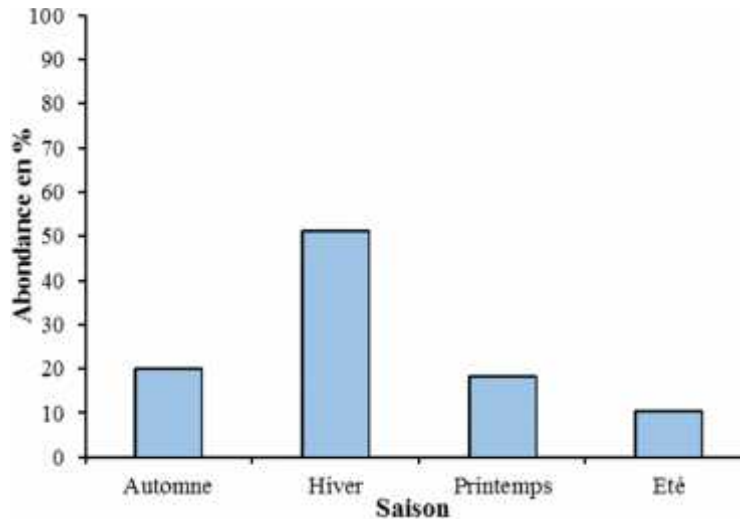


Figure 40 : Abondance saisonnière globale de la population de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

L'abondance des populations larvaires est plus remarquée durant la saison estivale (69,43%), les taux enregistrés durant les saisons automnale et hivernale sont d'ordre 52,49% et 56,72% respectivement (Fig. 39). Les adultes quant à eux se trouvent pendant la saison printanière avec le taux le plus important (70,65%) et 47,51% et 43,28% pendant la saison automnale et hivernale respectivement (Fig. 41).

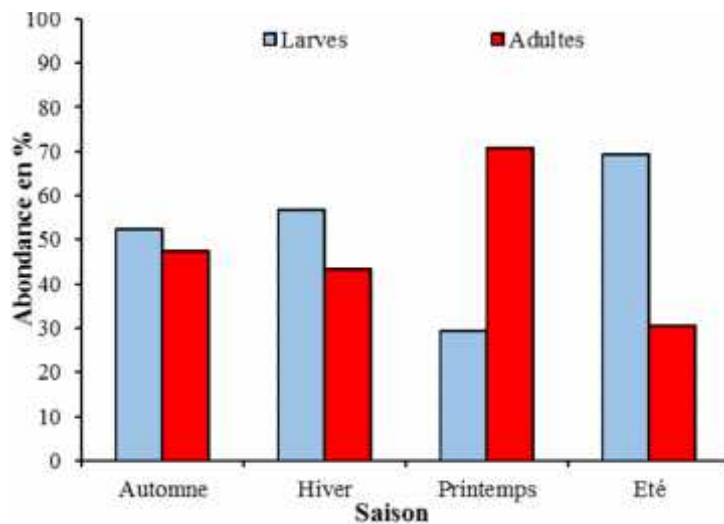


Figure 41 : Abondance saisonnière comparative des larves et des adultes sur oranger dans la région de Rouiba

1.1.4 – Abondance cardinale globale et comparatif des populations larvaires et adultes

Les résultats reportés dans la figure ci-dessus montrent que l'orientation Centre est la plus affectée par cette cochenille aussi bien pour les larves que pour les adultes avec un pourcentage global de 38,09 % (Fig.42, 43). Cet endroit semble être un endroit préférentiel pour cette cochenille. L'Est de l'arbre vient en seconde position en hébergeant 22,12% de la population globale de la cochenille. L'intensité des attaques est élevée là où les conditions de pullulations des cochenilles sont favorables, tel que le microclimat à savoir le couple température-humidité relative.

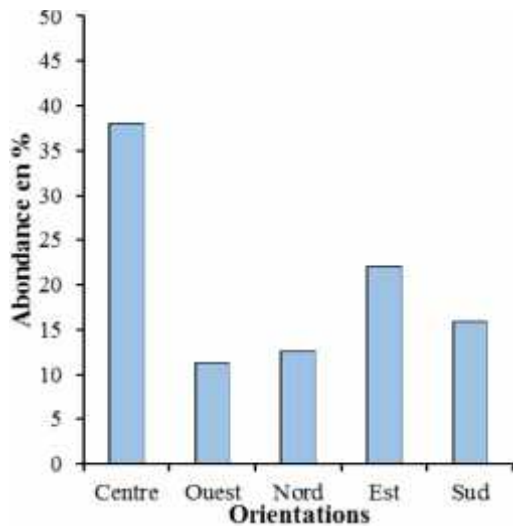


Figure 42 : Abondance cardinale de la population globale de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

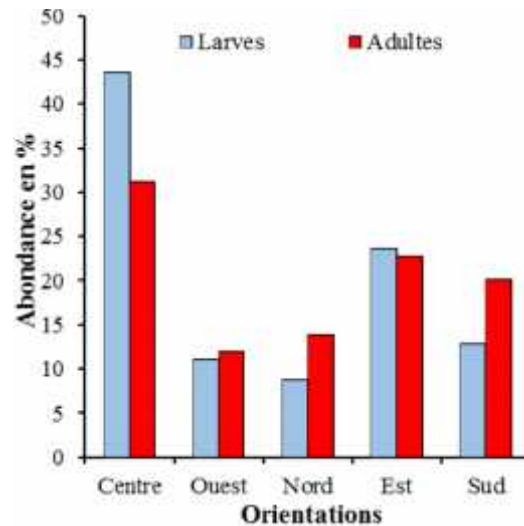


Figure 43: Abondance cardinale comparative des larves et adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

1.1.5 – Abondance stationnaire globale et comparatif des populations larvaires et adultes

A la lumière des résultats reportés dans la figure n°42, nous constatons que la cochenille préfère se fixer sur les feuilles que sur les rameaux et précisément sur la face inférieure (56,31%), sur la face supérieure (35,59%) et 8,10% sur les rameaux (Fig.44). Cependant, on a enregistré 66,29% chez les larves et 45,59% chez les adultes sur la face supérieure et 31,11% chez les larves et 40,40% chez les adultes sur la face inférieure. Par contre sur les rameaux nous avons noté seulement 2,59% chez les larves et 14,01% chez les adultes (Fig.45).

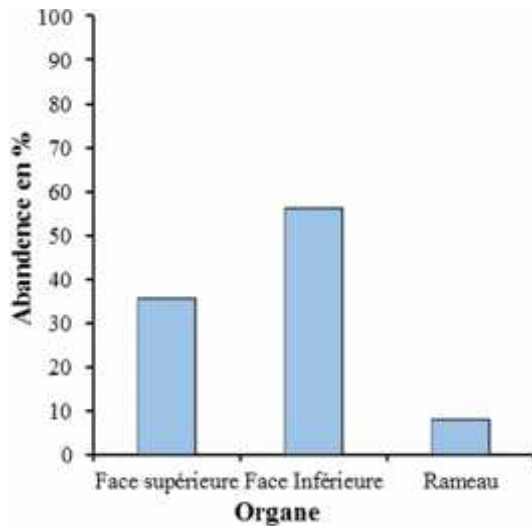


Figure 44 : Abondance Stationnaire globale de la population de *L.beckii* dans la région de Rouiba

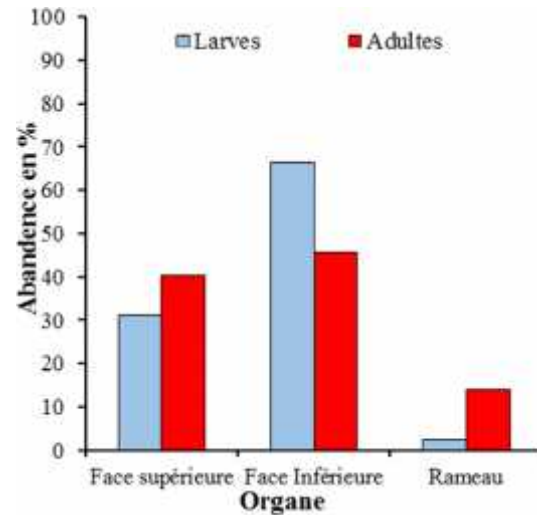


Figure 45: Abondance stationnaire comparative des larves et adultes de *L.beckii* dans la région de Rouiba.

1.2 – Evolution de *L.beckii*

1.2.1 – Fluctuation des populations larvaire et adulte

L'analyse des résultats reportés dans la figure ci-dessus, fait ressortir une alternance entre la présence des adultes et des larves durant toute la période de notre étude. Au début les pourcentages de populations larvaire et adulte étaient presque égaux jusque le mois de décembre où les larves présentent avec (31,63%) de nombre total des individus et les adultes compte à eux affichent un pourcentage de (68,37%). Ces femelles sont vraisemblablement à l'origine de l'émission des larves observées au courant des mois précédents (Fig. 46.). Ce n'est que vers la mi-février que les larves atteignent leur plus fort taux qui avoisine à cette date 76,30%. Celles-ci proviennent vraisemblablement des femelles adultes de la saison hivernale. Par la suite, les populations larvaires vont subir une régression graduelle et atteignent leur plus faible taux vers la première décade du mois d'avril avec un pourcentage de 24,94% et cette date correspond a le second sommet enregistré pour les adultes avec 75,33%. Une nouvelle augmentation des effectifs larvaires est notée ensuite au courant de ce même mois pour afficher un taux de 80 % le 16 juin là où les adultes sont présents avec le taux le plus faible au cours de la période d'étude avec un pourcentage de 20%.

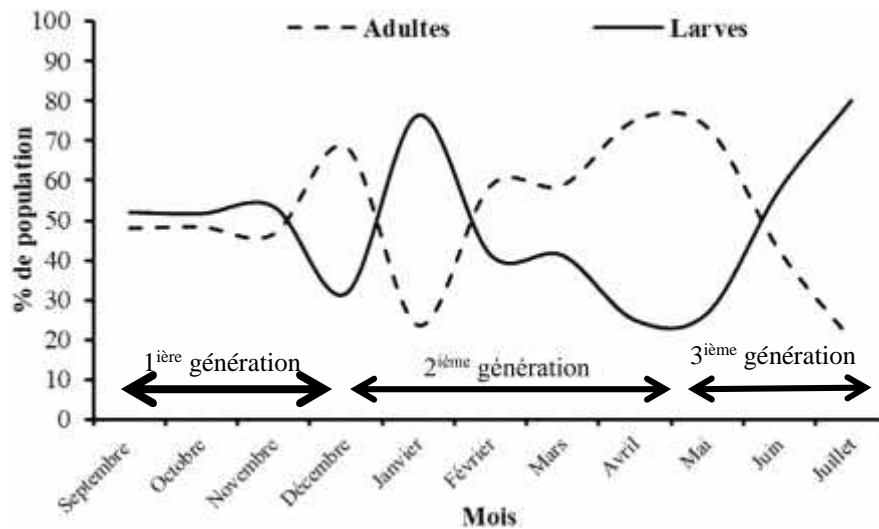


Figure 46 : Fluctuation des populations larvaires et adultes de *L.beckii* sur l’oranger dans la région de Rouiba

1.2.2 – Fluctuation des vols des mâles

Les fluctuations des vols des mâles enregistrent des nombres plus ou moins importants durant toute la période d’étude. Le 1^{er} pic est noté à la fin de septembre avec 983 pupariums vides qui sont issus vraisemblablement de l’évolution des mâles de la période estivale. De cette date, le nombre de pupariums vides progressivement pour atteindre 136 pupariums vides au début du mois de décembre. Au fur et à mesure de l’échantillonnage, on assiste à un nouveau regain des pupariums vides à partir de la deuxième décennie du mois d’avril pour atteindre un maximum au cours du mois de mai avec 885 pupariums vides. Cette évolution est en étroite corrélation avec l’abondance des femelles adultes, période d’accouplement printanier où la majorité des femelles sont fécondées. Par la suite, le nombre de pupariums vides régressent considérablement pour afficher 141 pupariums vides le mois de juillet (Fig. 47).

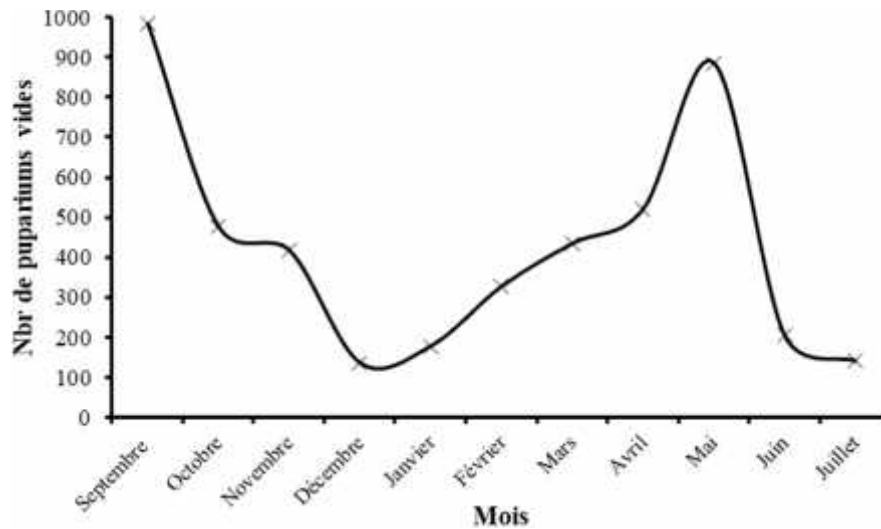


Figure 47 : Fluctuation du vol des males de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

1.3 - Analyse en Composantes Principales (ACP)

Afin de mieux définir statistiquement les relations entre les caractéristiques des saisons et le développement des populations de *L.beckii*, nous avons utilisé l'analyse en composantes principales (ACP) avec le programme Statistica ver 5.1. Pour la réalisation de cette ACP, nous avons considéré 7 variables (Tmax, Tmin, etc...) et 31 observations durant 10 mois. Le principe de l'analyse repose sur la recherche des meilleures représentations, sur un plan, d'un nuage de points à n dimensions. Cette opération s'appuie sur l'analyse d'une matrice de corrélations, dans le cas présent, entre les variables décrivant les fluctuations des populations de la cochenille aux différentes saisons. La deuxième étape consiste en la détermination d'un axe, combinaison linéaire des variables initiales, passant par le centre de gravité du nuage de points (observations) et orienté suivant son étirement maximal, puis par la recherche d'axes perpendiculaires au premier et aux éventuels précédents, chacun de ces axes représentant une part de moins en moins grande de la variabilité totale des données. Ces axes sont nommés des axes factoriels (Gonzales, 1984).

L'analyse en composantes principales (ACP) (fig.48) a été réalisée sur des données centrées et réduites et regroupe les 7 variables les plus explicatives (sur les 9 au total) disponibles conjointement sur les 31 observations.

Tableau 13 : Part de la variabilité totale des données expliquée par les 3 premiers facteurs

Facteur	Valeurs de l'inertie (%)	Valeurs propres
1	51,96	3,63
2	21,97	1,53
3	17,2	1,19

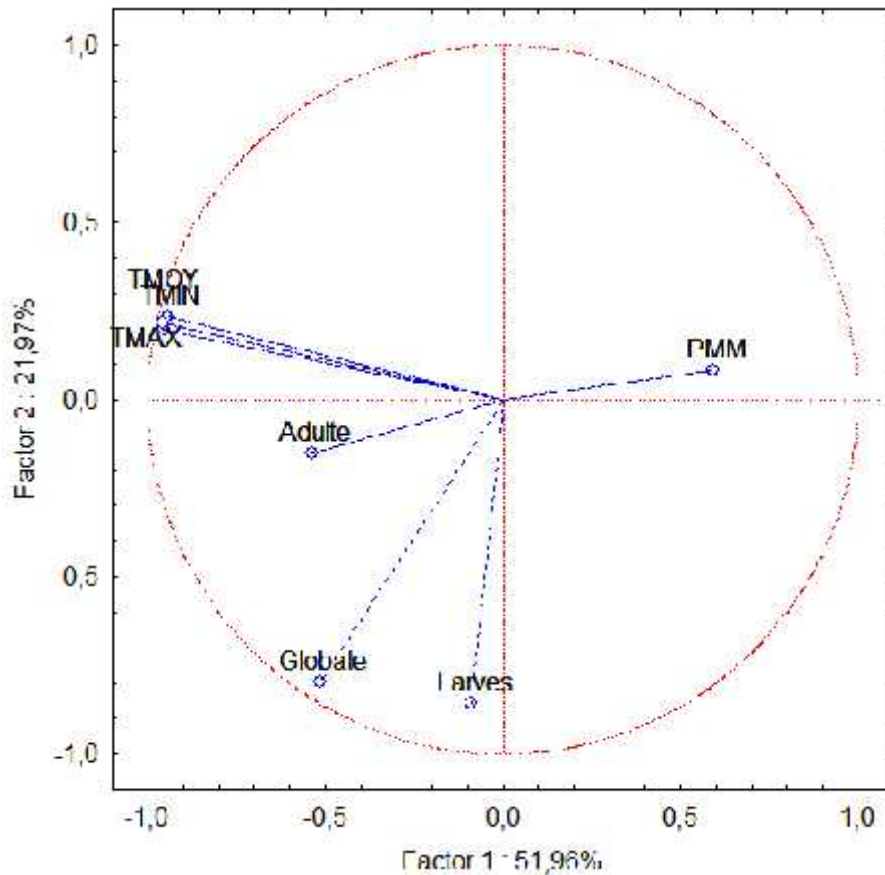


Figure 48 : Cercle de corrélation

Tableau 14 : Matrice de corrélation

Paramètres	Tmax	Tmin	TMOY	PMM	Larves	Adulte	Globale
Tmax	1,000000	0,974915***	0,994046***	-0,510814*	0,003419	0,354727	0,298794
Tmin		1,000000	0,993363***	-0,454419*	-0,041746	0,374828	0,280059
Tmoy			1,000000	-0,486438*	-0,018670	0,366811	0,291513
Pmm				1,000000	-0,189527	-0,092018	-0,225846
Larves					1,000000	-0,240051	0,585965**
Adulte						1,000000	0,645980**
Globale							1,000000

Plus de 82 % de la variabilité du nuage sont expliqués par les 3 premiers facteurs (**tab.13**). Nous avons recherché la signification des deux premiers axes factoriels car ils expliquent plus de la moitié de la variabilité du nuage. Le facteur 1 absorbe 51,96% de la variabilité totale. Les variables Tmoy, Tmin, Tmax sont très corrélées à l'axe 1 avec des coefficients de détermination r^2 respectifs de 0,974***, 0,993** et 0,994** (fig.46). Le facteur 2 absorbe 21,97% d'information. Il est expliqué essentiellement par la variable Pmm ($r^2 = 0,50$) (fig. 46). Le facteur 3 absorbe quant à lui 17,2% où le coefficient de détermination est égal à 0,645*** pour les adultes et 0,585** pour les larves.

L'examen de la figure 46 et le tableau 14 de corrélation montre nettement que les températures jouent un rôle très important dans la distribution et le développement de la cochenille sur l'arbre notamment sur les jeunes larves. Ce sont cette proportion de population qui détermine réellement les préférences de la distribution des cochenilles sur l'arbre. En effet, c'est le seul stade mobile de la cochenille. Par conséquent, au moment de l'éclosion des œufs, que ces larves vont décider du lieu de fixation, qui sera en fonction des conditions climatiques de la période. Il est probable que le microclimat créé au sein de l'arbre peut avoir une influence certaine sur le comportement des populations de la cochenille sur l'arbre.

2 - Etude de la fécondité

Afin de mieux comprendre la biologie de *L.beckii*, nous avons jugé utile d'étudier sa fécondité tout au long de notre travail. La fécondité est exprimée par le nombre moyen d'œufs pondus par femelle.

2.1 – Fécondité globale

Les résultats de l'étude de la fécondité de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba montrent que les œufs de la cochenille sont observés durant tout le long de la période d'étude. Au début de notre étude, en septembre, la ponte moyenne avoisinait 29,60 œufs par femelle. Les œufs vont disparaître graduellement pour atteindre leur plus bas niveau au cours du mois de novembre (8,44 œuf/femelle) pour s'annuler pratiquement durant le mois de décembre et janvier. Avec le réveil végétatif de la plante et l'adoucissement des températures, à partir de la fin février (Tmoy 14°C), la fécondité reprend et on note une fécondité moyenne de 5,40 œufs. Au fur et à mesure de l'élévation de la température, la ponte va avoir une allure

exponentielle pour atteindre son maximum vers la fin du mois d'avril avec 65,81 œufs/femelle. De cette date on assiste à une régression de la ponte dans les populations de la cochenille pour atteindre son minimum (5,85 œuf) au cours du mois de juin. Une nouvelle augmentation de fécondité est observée à partir du mois de juillet (41,42 œufs) qui va encore probablement augmenter au cours des mois suivant (fig.49).

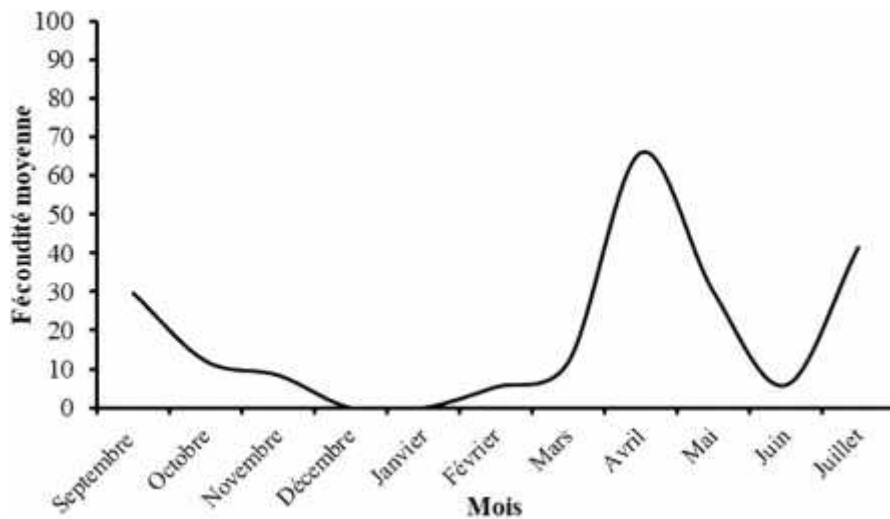


Figure 49 : Fécondité moyenne de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

2.2 - Effet de l'exposition cardinale sur la fécondité moyenne

Les résultats illustrés dans la figure ci-dessous, montrent que la fécondité moyenne la plus élevée est enregistrée chez les femelles fixées au centre de l'arbre avec 43,66 œufs par femelle. Cet endroit semble jouer un rôle important dans le processus de l'ovogenèse où les conditions microclimatiques créées au sein de l'arbre. Par contre, au tour de la frondaison, la fécondation moyenne avoisine les 11 œufs/femelles dans les orientations est et ouest et 14 œufs/femelles dans le nord et le sud (Fig.50).

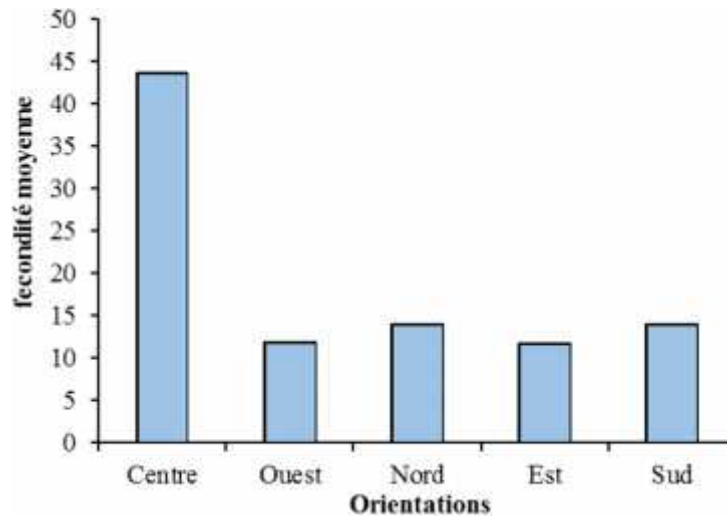


Figure 50 : Fécondité moyenne de *L.beckii* en fonction des orientations cardinales sur oranger dans la région de Rouiba.

2.3 – Effet du positionnement sur les organes végétaux sur la fécondité moyenne

D’après les résultats consignés dans la figure 49, nous constatons que la fécondité moyenne est élevée sur les feuilles que les rameaux et plus particulièrement sur la face supérieure de la feuille où elle avoisine 27,40 œufs/femelle. Sur la face inférieure nous avons enregistré une moyenne de 13,88 œuf/ femelle et 8,56 sur les rameaux. (Fig.51). Les feuilles semblent offrir à la cochenille des conditions nutritionnelles meilleures que sur les rameaux. De plus, les femelles fixées sur la face supérieure sont plus exposées aux températures qui agissent directement sur la multiplication des ovocytes et l’accélération du processus de l’ovogénèse.

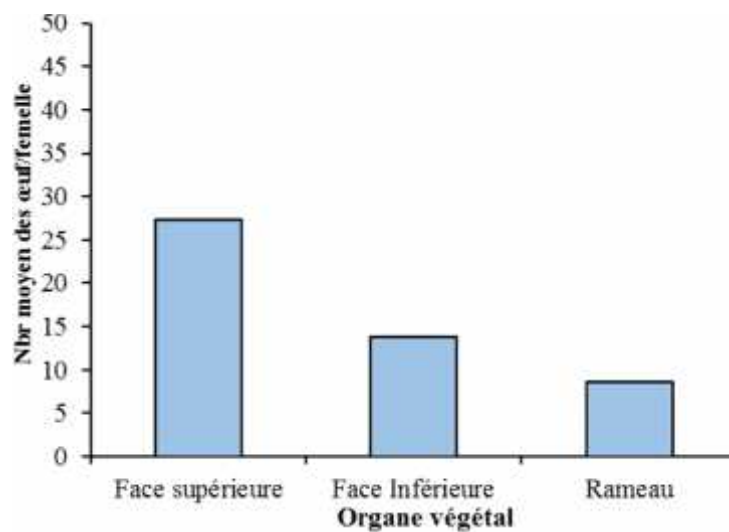


Figure 51: Fécondité moyenne de *L.beckii* en fonction des organes végétaux sur l’oranger dans la région de Rouiba.

3 - Etude de la mortalité

L'étude de la mortalité des populations de *L.beckii* sur oranger est étudiée d'une manière globale, suivant les orientations et enfin en fonction de l'organe végétal.

3.1 - Niveau de mortalité comparatif des populations larvaires et adultes

La mortalité globale d'*L.beckii* avoisine les 75% de population vivantes durant la période d'étude où nous avons noté un pourcentage de 43,87% des populations larvaires et 30,86% des populations des adultes (fig.52). En outre, on remarque que le taux de mortalité le plus important est noté chez les femelles avec 30,10%, suivi par ceux des larves de 2^{ème} et de 1^{er} stades avec 24,98% et 17,10% respectivement. Par contre, la mortalité des nymphes et des mâles affichent les taux les plus faibles avec 1,79% et 0,76%, respectivement (Fig.53).

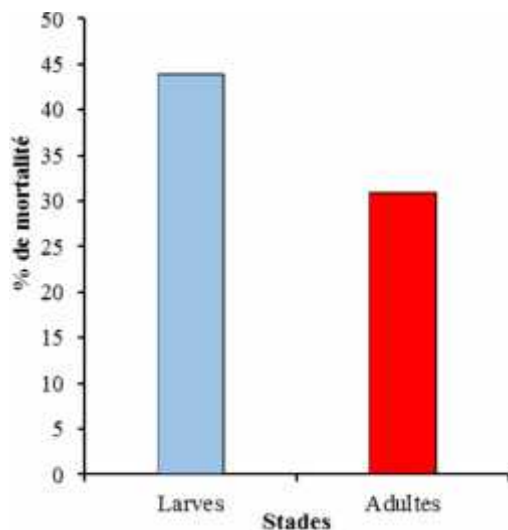


Figure 52 : La mortalité globale des populations larvaires et adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

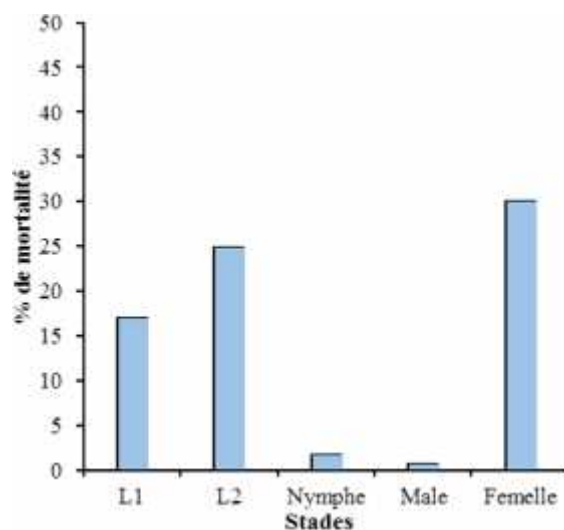


Figure 53: La mortalité comparative des stades de de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

3.2 – Mortalité globale et comparative des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal

L'analyse des résultats reportés dans la figure n°54 montre que la mortalité est la élevée sur les feuilles (52,72%) que sur les rameaux (22%) Ce résultat est probablement lié à l'exposition des feuilles aux différents aléas climatiques durant la période hivernale ou estivale, à savoir les fortes températures, les vents, la grêle. Par ailleurs, il faut remarquer que

la mortalité est plus ou moins importance sur la face supérieure (27,67%) que sur la face inférieure (25,06%) (Fig.54).

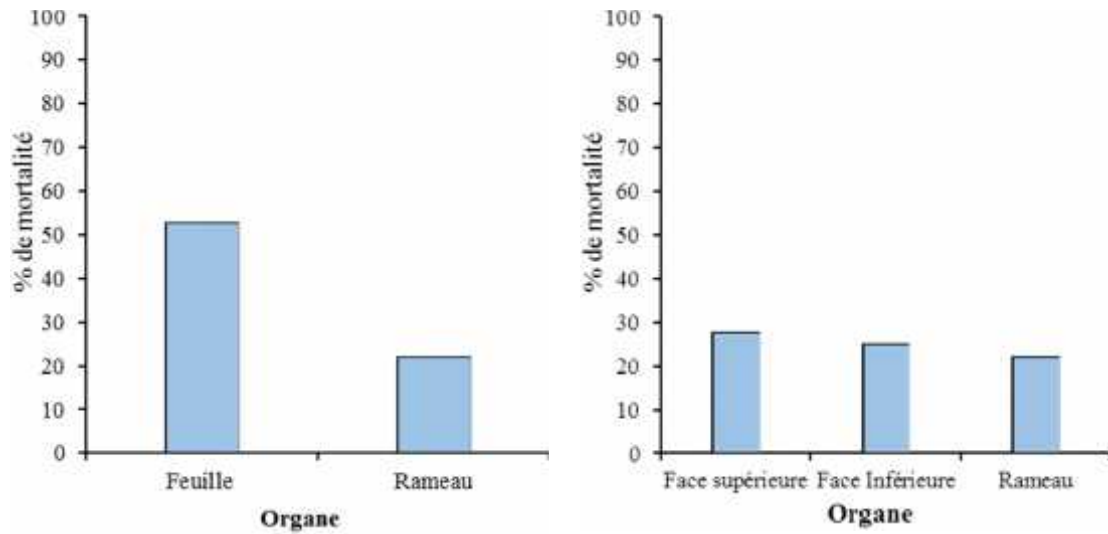


Figure 54 : La mortalité globale de *L. beckii* selon l'organe végétale d'oranger dans la région de Rouiba.

L'analyse des mortalités larvaire et des adultes sur les différents organes montre que ces dernières sont plus importantes sur les feuilles (59,66% et 43,55%, respectivement) que sur les rameaux (17,36% et 28,14%) et plus précisément, sur les faces supérieures des feuilles (31,93% des larves et 22,03% des adultes) (Fig.55).

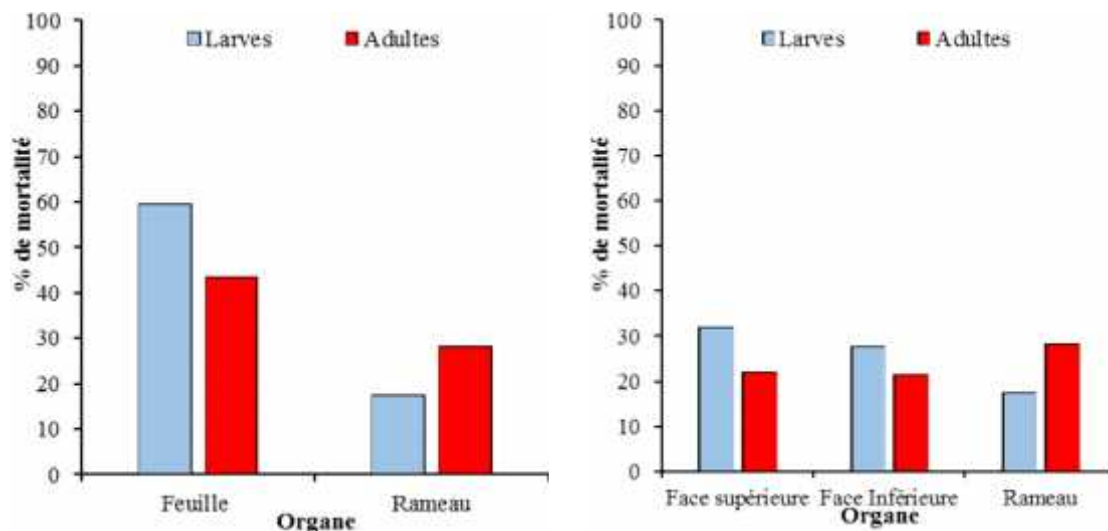


Figure 55 : La mortalité des stades larvaires et adultes de *L. beckii* selon l'organe végétale d'oranger dans la région de Rouiba

3.3 – Mortalité saisonnière globale et comparative des populations larvaire et adulte

Les résultats reportés dans la figure 56, montrent que les plus forts taux sont enregistrés durant la saison printanière et estivale avec 85,91% et 82,03% respectivement. Cette mortalité semble être liée vraisemblablement aux conditions environnementales, particulièrement les fortes températures. Ces taux sont suivis par ceux enregistrés en hiver et en automne avec 68,93% et 58,08% respectivement.

Les résultats consignés dans la figure 57 les figures ci-dessous montrent que la mortalité des stades larvaire est très importante durant la saison hivernale suivie par la saison estivale, printanière et automnale avec 48,26%, 46,66%, 44,07% et 25,85%, respectivement. Contrairement aux adultes où le taux le plus élevé est enregistré durant la saison printanière (41,83%) suivi par 35,37% en été, 32,23% en automne et 20,67% en hiver.

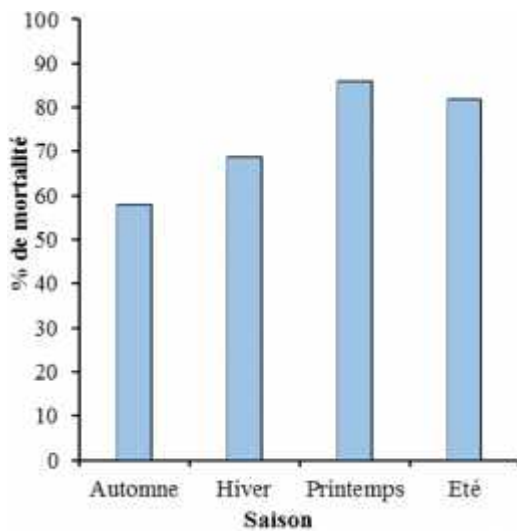


Figure 56 : La mortalité saisonnière globale de la population de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

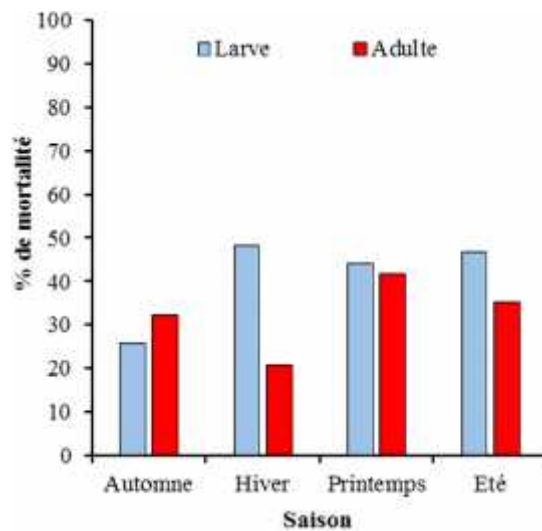


Figure 57: La mortalité saisonnière comparatif des larves et adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

3.4 – Mortalité cardinale globale et comparative des populations larvaire et adulte

Comme précédemment et à la lumière des résultats reportés dans l'histogramme ci-dessus, on remarque, que les taux de mortalité varient entre 9,42% à l'ouest et 19,78% au centre de l'arbre (Fig.58). En outre, La mortalité est plus élevée au centre et au sud de l'arbre aussi bien dans les populations larvaires que dans les populations des adultes (Fig.59).

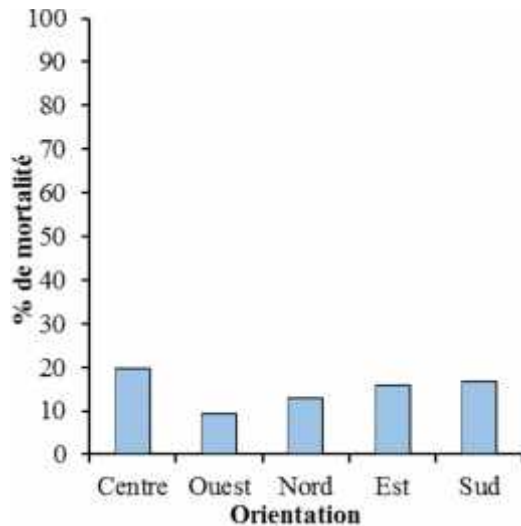


Figure 58 : La mortalité cardinale globale de la population de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

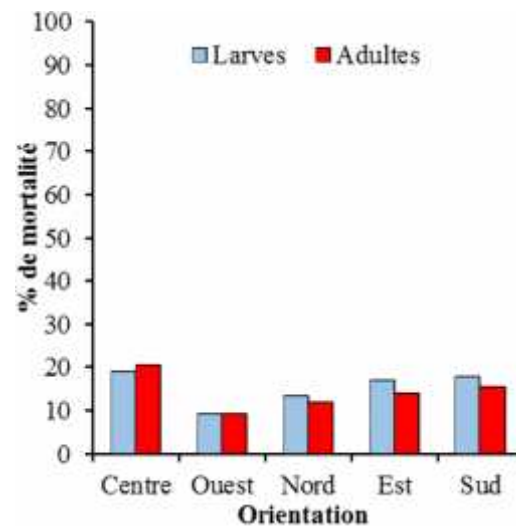


Figure 59 : La mortalité cardinale des populations larvaires et des adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

3.5 – Fluctuation de la mortalité globale

Au vu des résultats reportés dans la figure ci-dessous, nous remarquons que la mortalité globale chez *L.beckii* dépassant les 45% de tous les stades confondus durant toute la période de notre investigation. Toutefois, on constate que la mortalité fluctue en 4 périodes : automnale, hivernale, printanière et estivale. En effet, l'analyse de la figure fait sortir que le premier pic est noté en mois d'octobre avec 69,37%, suivi par le deuxième au cours du mois de décembre avec 61,39%. Le troisième qui est le plus important est observé durant le mois de mars avec 90,89%; et le dernier pic noté en mois de juin avec 88,28% (Fig.60)

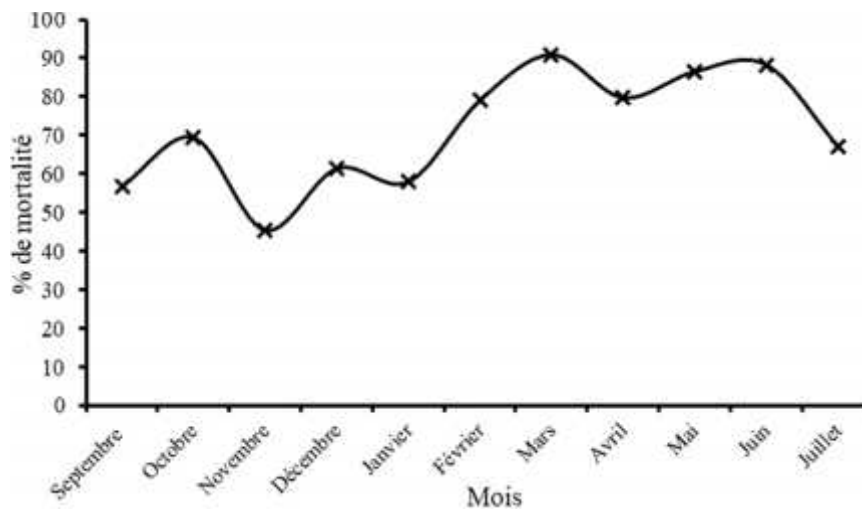


Figure 60 : Fluctuation de la mortalité globale des populations de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba .

3.6 – Fluctuation de la mortalité des populations larvaires et adultes

A la lumière des résultats, on constate que la mortalité moyenne est plus ou moins identique aussi bien dans les populations larvaires (38,11%) que dans les populations des adultes (36,18 %).

Chez les larves, la mortalité avoisinait 14,97% au cours du mois de septembre. Le premier pic est enregistré au cours de mois d'octobre avec 35,46%. Par la suite, le deuxième est le troisième sont notés en mois de décembre et février avec respectivement, 43,85 % et 54,07%. Cette mortalité est vraisemblablement liée à la structure du bouclier des larves et aux conditions climatiques qui ont sévit durant la saison hivernale où les températures minimales et les pluviométries abondantes ont affichées respectivement : (15°, 63,3mm) en octobre ; (7°C, 95.2 mm) en décembre et (2,3°C et 77.4 mm) en mois de février. Par la suite, la mortalité affiche un quatrième pic avec 51,83% au cours de mois de juin (Fig.61).

Les adultes affichent trois périodes de mortalité. L'une au début de notre échantillonnage avec 41,84% au cours du mois de septembre. Le second sommet est noté vers la fin du mois de mars avec 43,96% (Fig.61). Le dernier sommet de mortalité (42,41%) est enregistré au cours du mois de mai. Cette mortalité est surtout d'ordre physiologique que naturelle. En effet, les femelles en parturition meurent justes après avoir expulsées leurs œufs.

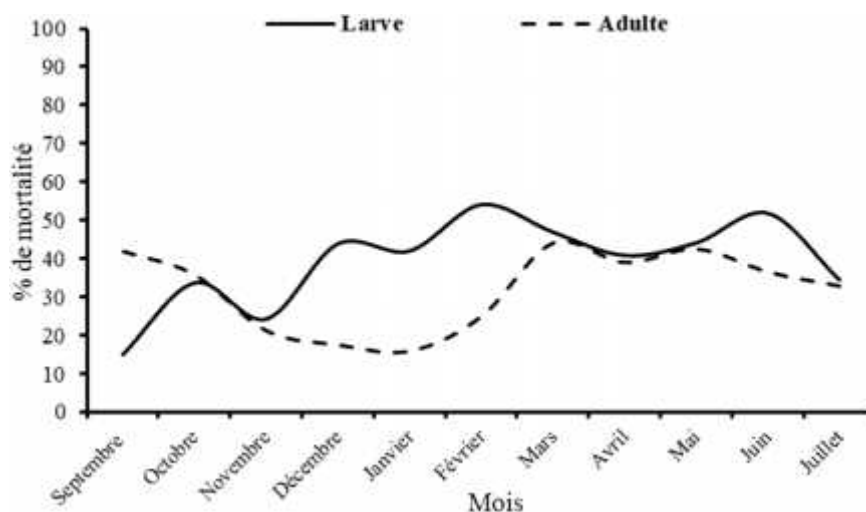


Figure 61 : Fluctuation de la mortalité des populations larvaires et des adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

Discussion et conclusion

Les résultats obtenus au cours de ce présent travail dans le suivi des fluctuations des populations de *L.beckii* à mis en évidence la présence de trois périodes d'activité intense sur l'oranger à Rouiba durant notre période d'étude : une printanière, une estivale et une troisième automnale. Nos résultats se concorde avec ceux obtenue par (Khalil *et al.*, 2011) en Egypte sur oranger, (Stathas *et al.*, 2015) en Grèce sur agrumes et Aly (2011), a montré que *L.beckii* développe trois générations par an sur des arbres fruitiers de mangue. Hervas *et al.* (2006) en Espagne, ont enregistré trois périodes de migration intense des larves ont été détectées chaque année pour *L.beckii*. L'abondance des larves a augmenté tout au long de l'année et ils se sont déplacés vers l'extérieur dans la canopée des arbres. Dans le même sens, Belguendouz (2014) souligne également que la poussée de sève printanière permet aux populations des cochenilles d'atteindre un pic très élevé au printemps. Le même nombre de génération est rapporté par Mouas (1987) sur le citronnier à Annaba et Khoudour (1988) sur clémentinier à Chebli (Blida).

Au Moyen Orient, notamment dans la plaine côtière de Palestine, Bodenheimer et Steinitz (1937) ont trouvé quatre générations par an. De même que dans le Cap oriental en Afrique du Sud, De Villiers (1998) rapporte de son côté quatre générations annuelles. Pour ces raisons, Benassy *et al.* (1975) signalent qu'il existe des échelles de reproduction chez *L.beckii*. En effet, l'espèce présente deux générations par an sur la Côte d'Azur en France, quatre à Naples en Italie, quatre en Egypte et trois en Tunisie. De son côté Smirnoff (1960) a observé quatre générations par an au Maroc. Habib *et al.* (1971) et El-Amir *et al.* (2012) mentionnent que *Lepidosaphes beckii* a quatre générations annuelles. En Amérique du sud, notamment au Chili par exemple, Zuniga (1971) a signalé également trois générations annuelles dans la région du Nord contre deux à trois générations dans la région centrale, et une génération annuelle dans la région sud. De son côté, Claps (1987) a signalé cinq générations en Argentine. En Amérique du Nord, notamment aux Etats Unis d'Amérique, Thompson et Griffiths (1949) rapportent que le cycle dure environ 3 mois durant la saison estivale en Floride de même que sous les conditions expérimentales. En Alabama, English et Turnipseed (1940) notent que le cycle de la cochenille varie entre un minimum de 42 jours à un maximum de 198 jours, respectivement, 77,3 jours en moyenne.

La majorité des auteurs s'accorde pour compter de 2 à 5 générations. Ce chiffre varie en fonction des conditions climatiques de la région choisie pour l'étude et le plus petit nombre de génération est observé dans les pays où la rigueur de l'hiver impose un arrêt de développement (Benassy, 1975).

Au vu des résultats enregistrés sur la répartition de cette cochenille en fonction de l'organe végétal, nous pouvons affirmer que cette espèce est active sur les feuilles particulièrement la face inférieure que sur les rameaux. La face inférieure de la feuille semble être un endroit idéal au bon développement des populations de la cochenille. Ceci est confirmé par Fabres (1979) qui note que les feuilles constituent pour *L.beckii* des organes de prédilection qui offre à la cochenille des conditions de fixations favorables. En effet, le limbe de la feuille est d'une texture très fine favorisant les piqures d'insectes opophages. Au niveau de la feuille elle-même, la face inférieure semble être la localisation préférentielle pour *L.beckii* sur oranger. Cela peut être expliqué par le fait que la structure interne des deux faces n'est pas la même. De son côté, Baker (1982) souligne que la composition chimique des deux faces chez la plupart des végétaux n'est pas toujours identique. Nos résultats concordent avec ceux rapportés par Aroua (2020) sur *P.ziziphi* sur oranger et clémentinier, Zaabta (2016), Sadallah (2015), Boukhobza et Zaabta (2013) et. Gherbi (2010) sur *L.beckii* sur oranger et clémentinier. Par contre Mouas (1987), Khoudour(1988), Adda (2006) et Adda (2010), notent que le taux le plus élevé de la population vivante de *L.beckii* se localise au niveau de la face supérieure des feuilles. Du même, Quilici (2003) souligne que la plupart des Cochenilles se fixent sur la face supérieure des feuilles, et la face inférieure n'étant colonisée que lors de l'ords des fortes infestations.

Nos résultats font ressortir l'existence d'une corrélation positive significative entre l'abondance des populations larvaires et la variation du facteur : température minimale, maximale et moyenne et une corrélation significative négative avec la variation de la pluviométrie. L'abondance de la population est meilleure en saisons sèche, chaude et moins humide. Cette dernière favorise le maintien des mâles en vie et de même une fécondation abondante aboutissant aux plus importantes abondances des générations sexées. S'ajoutant à cela l'espèce hôte qui a sa part d'influence, par voie nutritionnelle, sur l'acquisition des réserves énergétiques en quantité et en qualité. Nos résultats concordent avec ceux de Fabres, (1981), qui dit que la température de 30°C et la pluviométrie inférieure à 35,8 mm, accélèrent le développement de *L.beckii*. La raison pour laquelle ce ravageur se rencontre beaucoup plus

dans les régions méditerranéennes. Des corrélations positives ont été remarquées les moyennes minimales et quotidiennes de température et la densité totale de *L.beckii*, la population des adultes et la population des larves (Khalil *et al.*, 2011). Les travaux de (Belguendouz, 2014) démontrent l'existence d'une corrélation positive significative, entre l'abondance des populations du stade larvaire de *L.beckii* et la variation des températures et une corrélation négative significative avec la variation de la pluviométrie sur plantes hôtes. Aly (2011), a déclaré que les températures maximales et minimales étaient significatives sur la population de *L.beckii* et de son parasitoïde, *Aphytis lepidosaphes*, tandis que pour l'humidité relative, elle n'est pas significative.

Les femelles adultes sont le stade le plus résistant surtout aux basses températures et les fortes précipitations du fait de leur bouclier épais. Nos résultats rejoignent partiellement ceux de Benassy et Bianchi (1974) et Fadamiro *et al.*, (2008), qui ont trouvé que les stades hivernants de *L.beckii* regroupent : les 2^{èmes} stades larvaires et les femelles adultes. Martínez-Ferrer (2014) a trouvé, eux aussi que la cochenille hiverne sous forme de larves de 2^{ème} stade et de femelles adultes. Avec la hausse des températures printanières, avec la poussée de sève printanières (PS₁), 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 trouvés 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. En outre, (Khalil *et al.*, 2011) mentionnent que les densités les plus élevées en été en Egypte

Les résultats obtenus dans cette présente étude, montrent que *L.beckii* présente une préférence marquée pour le centre de l'arbre suivi par l'est et le sud 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. Nos résultats concordent avec ceux de Khalil *et al.*, (2011) sur oranger qui ont mentionné que la direction sud est la plus affectée par *L.beckii* en Egypte tandis que les effectifs les plus faibles a été compté dans la direction est de l'arbre. En outre, sur le

clémentinier, Mouas (1987) qui a travaillé à Annaba et Khoudour (1988) dans la région de Chebli, rapportent que *L.beckii* affectionne l'orientation Nord. El-Amir *et al.* (2012) en Egypte et Rodrigo et Garcia-Mari (1994) en Espagne ont mentionné que le nord et l'est ont abrité l'infestation la plus importante comparée à d'autres directions avec la préférence à la surface supérieure de feuille. *Hemiberlesia lataniae* (Signoret) (Homoptera: Diaspididae) à Ismailia sur les oliviers, préféraient les directions nord et ouest des arbres (Mohamed, 1999). *Parlatoria oleae* (Colvee), (Homoptera : Diaspididae) sur l'olive s'est trouvé pour être l'infestation la plus lourde à la direction est de l'arbre comparée à d'autres directions (El-Amir 2002). *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzeti) (Homoptera : Diaspididae) sur la pêche à Qalubya préféré la direction nord suivie par l'ouest (Moharum, 2006). Abdel-Ghaffar *et al.* (2008) ont indiqué que *Chrysomphalus aonidum* préférait la direction est au même endroit et au même endroit. Aroua (2020) ajoute que le centre de l'arbre est le plus affectée par *P.ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) aussi bien sur le clémentinier que sur l'oranger et l'abondance des populations sur l'orientation Sud et Nord est moins importante. En effet, 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 de *L. beckii* sur l'orientation Centre peut être liée éventuellement par l'influence de l'ombre.

La reproduction chez *L.beckii* passe principalement par 3 périodes de ponte : automnale, printanière et estivale coïncidant avec les trois générations de la cochenille. Toutefois, la fécondité moyenne est plus élevée au printemps que durant les autres saisons de l'année. Il semblerait que les endroits ombragés offrent à la cochenille un microclimat qui favorise la multiplication des ovocytes et le processus de l'ovogénèse. Ceci peut être expliqué par la combinaison des températures et la poussée de sève qui leur procurent les éléments nutritifs nécessaires à leur développement. Ces résultats restent très proches à ceux de Aroua, (2020) qui mentionne que la fécondité moyenne de *Parlatoria ziziphi* (Diaspididae) sur clémentinier passe par trois périodes de ponte où les moyennes de ponte les plus importantes sont enregistré durant la saison printanière et dure plus de cinq mois. Par contre, les résultats trouvés par Meghazi (2010) sur le même verger, Mouas (1987) à Annaba et Khoudour (1988) à Chebli la fécondité moyenne est élevée en hiver. Bourijate et Bonafonte (1982), estiment de leur côté qu'un accouplement différé provoque une baisse de fécondité dans certaines espèces (genre *Parlatoria*) et une diminution de la période d'oviposition avec une augmentation de la ponte initiale dans les espèces à fécondité inchangée telles que *A.aurantii* et *L.beckii*.

L'effet de l'orientation sur la fécondité de la cochenille semble être vraisemblablement en relation directe avec les conditions microclimatiques créés au sein de l'arbre, ainsi que les feuilles semblent offrir à la cochenille des conditions nutritionnelles meilleures que sur les rameaux. Selon Belguendouz *et al.*, (2008) les conditions climatiques saisonnières et la plante hôte constituent un facteur régulateur de l'évolution des cochenilles : le printemps est la saison la plus favorable à la pullulation. Les travaux de Maher (2002) expliquent que la sélection d'une plante par un insecte phytophage peut être expliquée en partie par les caractéristiques physiques du site de ponte comme le relief, la texture, la couleur, la forme de la plante ou l'organe sélectionné. En plus, le ravageur perçoit aussi des signaux chimiques émis par leur plante hôte, considérés comme l'information principale sur laquelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site (Stadler, 2002 in Maher, 2002).

Généralement, la femelle de *L.beckii* pond en moyenne entre 50 et 100 œufs (Johnson et Lyon, 1976) disposés en deux rangées sous son bouclier selon la plante hôte et les conditions climatiques (Benassy *et al*, 1975). Les résultats de cette présente étude ont montré que la fécondité moyenne de *L.beckii* sur oranger à Rouiba est 17,74 œufs/femelle. Nos résultats restent proches à ceux de Zaabta (2016), Mouas (1987) et Khoudour (1988) qui ont travaillé respectivement à Rouiba, Annaba et à Chebli. En Californie, la fécondité moyenne de la cochenille varie entre 40 et 48 œufs (Ebelling, 1959). Par contre, Villiers (1977) rapporte que la fécondité moyenne de *L.beckii* varie entre 50 et 100 œufs dans la province du Cap oriental en Afrique du Sud.

Les causes de mortalité chez *L.beckii* sont différentes selon le stade de la cochenille. Elles sont d'ordre climatique pour les stades larvaires du fait l'absence ou de la finesse de leurs boucliers protecteurs, et d'ordre physiologique pour les stades adultes. Une fois que les femelles expulsent leurs œufs, elles se dessèchent et meurent naturellement. Ces résultats confirment ceux de Mouas (1987), Meghazi (2010), Belguendouz (2014) et Zaabta (2016). Notons aussi que la mortalité globale touche les $\frac{3}{4}$ de la population de la cochenille.

On outre, il est important de signaler que la mortalité est nettement supérieure dans les populations larvaires que dans les populations des adultes. Nous ajoutons que, les larves sont très affectées par les pluviométries abondantes du mois d'octobre, décembre et mars. Cette sensibilité est due au poids léger de leur corps facile à emporter par les ruissellements sur les feuilles, et par l'absence ou la structure fine du revêtement de protection, qui est le bouclier.

Par contre, les adultes ne sont pas affectés par les facteurs climatiques, d'une part, grâce à leur protection par le bouclier bien développé, et d'autre part, grâce à la nature des feuilles de citrus qui sont riches en nutriments en quantité et en qualité.

Bien que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la distribution spatiale des cochenilles diaspines au niveau d'un arbre, il nous est donc impossible d'apprécier avec certitude l'effet de l'orientation sur la mortalité de la cochenille. Comme précédemment et à la lumière des résultats, on remarque également que la mortalité est moins élevée au centre de l'arbre. Les endroits les plus exposés aux aléas climatiques sont les plus néfastes au développement de la cochenille. En effet, les feuilles restent la partie la plus exposées à ces aléas, et il semblerait aussi que, l'épaisseur de l'écorce des rameaux et la rugosité des épidermes restent des endroits défavorables au développement de cette cochenille.

4 - Etude de parasitisme

Dans cette partie, nous allons d'abord dresser un tableau qui regroupe les parasites hyménoptères recensés sur oranger durant notre expérimentation et nous aborderons par la suite l'impact des parasites retrouvées sur *L.beckii*.

4.1 - Inventaire des parasitoïdes de cochenilles recensés à Rouiba

L'échantillonnage périodique et aléatoire des populations des parasites, reste un moyen efficace qui permet en plus de l'inventaire, d'éclaircir certain paramètres bioécologiques d'une part et d'autre part d'apprécier éventuellement le rôle entomologique de chaque espèce recensés en vue de leurs emplois en lutte biologique.

Les espèces observées et identifiées sous la loupe binoculaire sont reportées et classées dans le tableau n°15 :

Tableau n°15: Inventaire qualificatif des parasites de *Lepidosaphes.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	
Insecta	Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphytis lepidosaphes</i>	<i>Ectoparasites</i>
			<i>Aphytis chrysomphali</i>	
			<i>Aphytis proclia</i>	
			<i>Aspidiotiphagus citrinus</i>	<i>Endoparasite</i>

L'inventaire des parasites de *L.beckii* fait ressortir 4 espèces d'hyménoptère Aphelinidae représentés par : *Aphytis lepidosaphes* sur les femelles et les mâles adulte, *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis proclia* et *Aspidiotiphagus citrinus* sur les formes larvaires..

Notons que c'est la première fois en Algérie, que l'on observe la présence de ces parasitoïdes sur les formes larvaires de la cochenille. A savoir *A.chrysomphali* et *A.proclia* ont les recensée chez les larves de 2ème stade male et *A.citrinus* chez les larves de 2ème stade femelle de *L.beckii*

4.2 - Etude du parasitisme

4.2.1 - Incidence parasitaire globale et comparative des stades larvaire et les adultes

L'examen des résultats reportés dans l'histogramme ci-dessus, montre que le taux de parasitisme global est presque identique chez les populations larvaires et les populations des adultes. En effet, nous avons enregistré un taux de parasitisme de 22,34% chez les larves et 23,89% chez les adultes (Fig. 62).

L'incidence parasitaire comparative entre les différents stades montre que *Aspidiotiphagus citrinus* (endoparasite), se manifeste avec le taux le plus important sur les larves de 2^{ème} stade femelle avec 24,82 %. Ce taux de parasitisme est suivi par *Aphytis lepidosaphes* (ectoparasite) sur les femelles et les mâles avec respectivement 23,99% et 19,11%. Les plus faibles taux sont notés sur les larves de 2^{ème} stade mâle avec des taux de 7,42 % sur qui incluent l'activité de deux ectoparasites *A.chrysomphali*, et *A.proclia*.(Fig.63).

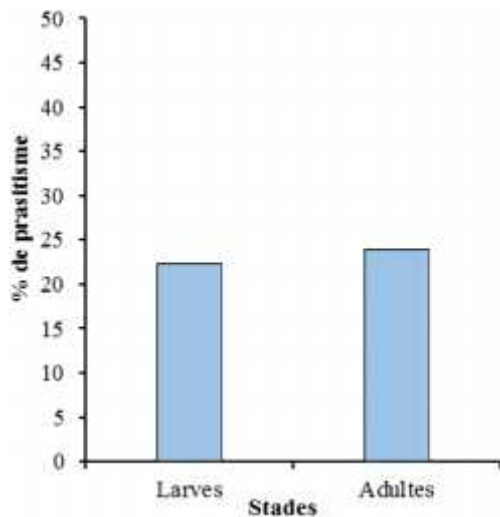


Figure 62 : Incidence parasitaire globale des populations de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

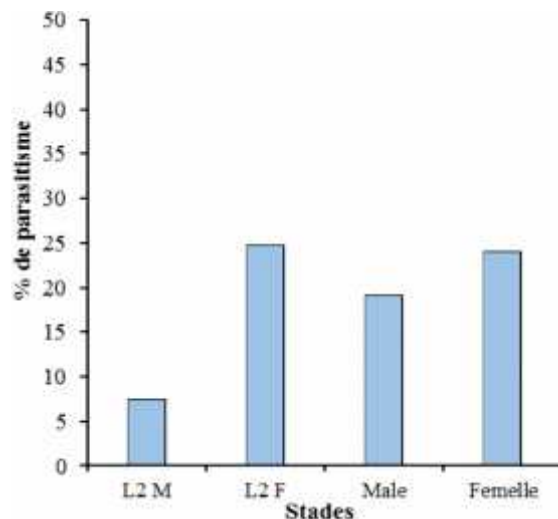


Figure 63 : Incidence parasitaire comparatif chez les stades de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

4.2.2 - Incidence parasitaire saisonnière globale et comparative des stades larvaire et les adultes

Compte tenu des résultats affichés dans la figure n°64, le taux global de parasitisme est relativement plus important en été et en automne avec 38,68% et 35,54%, respectivement. En printemps et en hiver, on a enregistré des taux relativement faibles, 19,37% et 17,06%, respectivement (Fig. 64). L'incidence parasitaire chez les populations larvaires est plus important durant les saisons automnale et estivale suivi par la saison printanière avec 46,91%, 25,14% et 22,21% respectivement, Comparativement, aux adultes l'incidence parasitaire qui le plus important est noté pendant les saisons estivale et automnale suivi par la saison hivernale où nous avons enregistré les taux suivent : 45,01%, 28,14% et 19,71%, respectivement (Fig. 65).

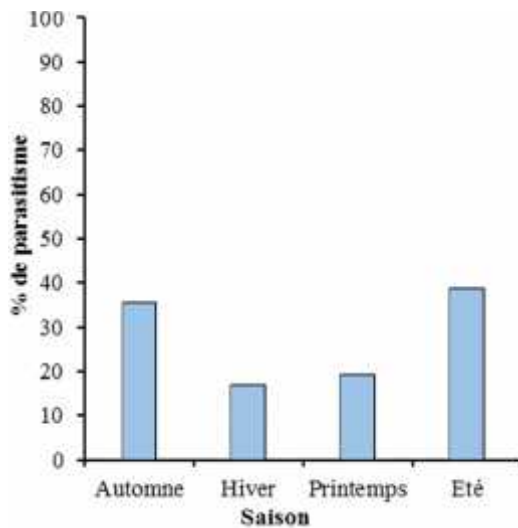


Figure 64 : Incidence parasitaire saisonnière globale des populations de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

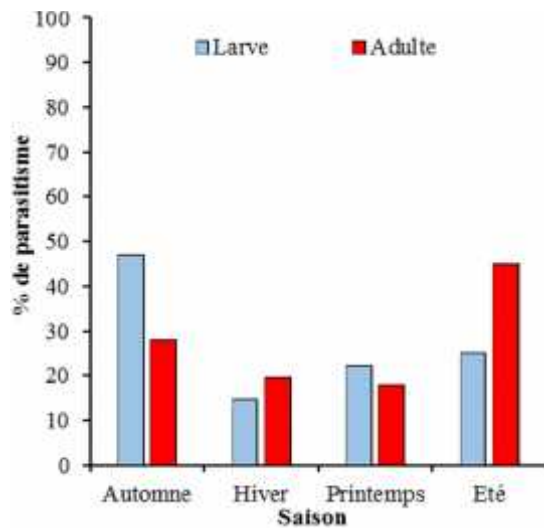


Figure 65 : Incidence parasitaire saisonnière comparative des larves et adultes de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

4.2.3 - Incidence parasitaire cardinale globale et comparative des stades larvaire et les adultes

D'après les résultats obtenus, il ressort que l'orientation n'a pas un effet notable sur la distribution du parasite sur l'arbre. Vraisemblablement, le parasite recherche les stades cibles là où ils sont fixés. Néanmoins, on remarque que le parasitisme le plus élevée est enregistré dans les orientations Est et Sud avec respectivement 28,86 % et 28,75% (Fig. 66). Il est à

noter également que le plus faible taux est enregistré dans les populations fixées au centre de l'arbre (18,52%).

Les taux de parasitisme des populations larvaires les plus importants sont notés dans le sud et le nord suivi par l'est d'arbre avec 42,97%, 25,41% et 19,58% respectivement ; Les adultes quant à eux ils affichent les taux de parasitisme les plus importants dans l'est, le centre et le nord avec 35,18%, 26,89% et 21,99%, respectivement (Fig.67).

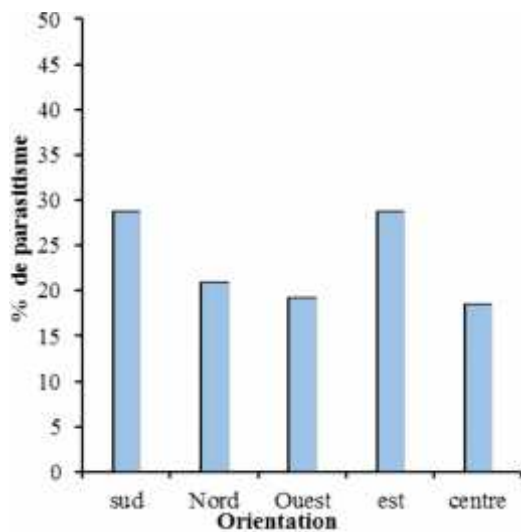


Figure 66 : Incidence parasitaire cardinale globale des populations de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

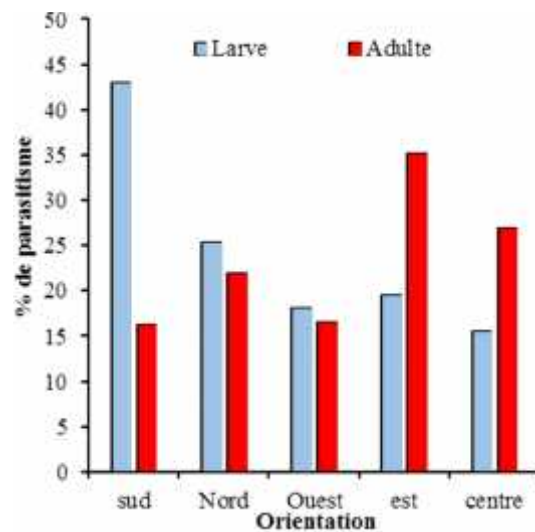


Figure 67 : Incidence parasitaire cardinale comparatif des larves et adultes de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

4.2.4 - Incidence parasitaire stationnaire globale et comparative des stades larvaire et les adultes

Les résultats reportés dans la figure n°68, montrent que le taux de parasitisme est plus élevé sur les feuilles que sur les rameaux aussi bien pour les larves que pour les adultes. Néanmoins, les parasites sont beaucoup actifs sur la face supérieure (27,16%) que sur la face inférieure des feuilles (21,47%). Ces endroits semblent s'expliquer par l'exigence des parasites en conditions micro climatiques à savoir les endroits où l'ensoleillement est meilleur.

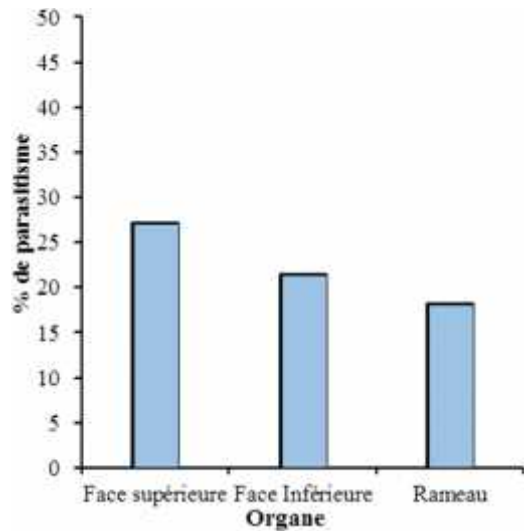


Figure 68 : Incidence parasitaire stationnaire globale des populations de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

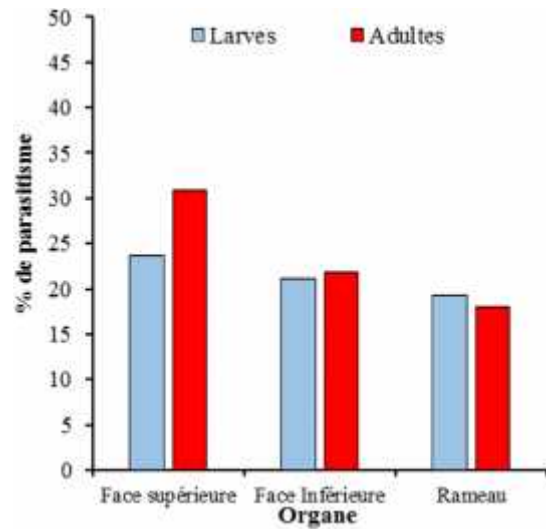


Figure 69: Incidence parasitaire stationnaire comparatif des larves et adultes de *L. beckii* sur oranger dans la région de Rouiba

4.2.5 – Fluctuation de l’incidence parasitaire globale

Les résultats consignés dans le graphe ci-dessous montrent que le taux de parasitisme global tous stades confondus chez *L. beckii* fluctue tout au long de la période d’étude. Cette fluctuation passe d’abord par un premier sommet durant le mois de novembre avec un taux de 38,93% et le deuxième sommet au cours du mois d’avril avec un taux de 22,14 % et atteint le plus fort taux de parasitisme durant le mois de juillet avec 60,26% (Fig.70).

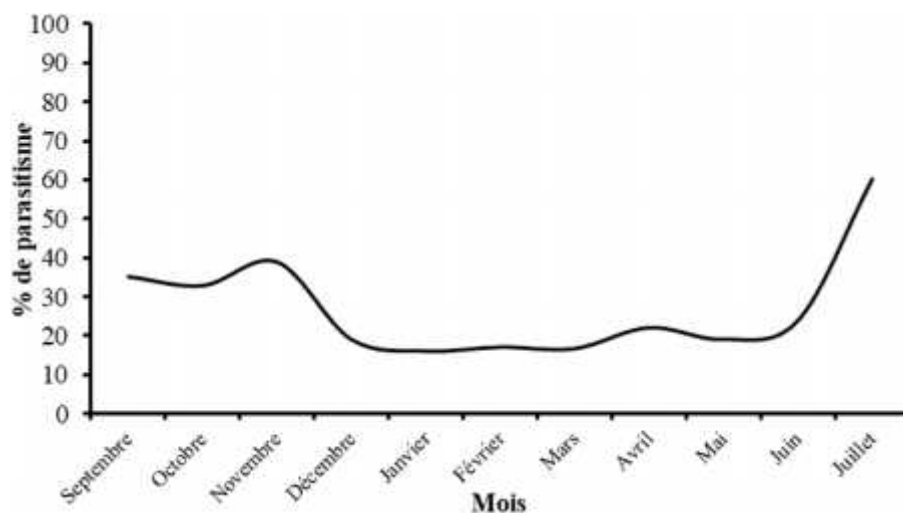


Figure 70 : Fluctuation de l’incidence parasitaire globale de populations de *L. beckii* l’oranger dans la région de Rouiba.

4.2.6 - Le nombre des pupariums et boucliers troués

Pour mieux élucider les résultats du parasitisme, nous avons décomptés les boucliers et pupariums troués de la cochenille tout au long de la période d'étude qui correspondent à la sortie des adultes et présence du parasitoïde.

Pendant la période d'étude, nous avons constaté la présence d'un très grand nombre de boucliers et pupariums troués. Cependant, nous avons relevés trois sommets, dont 217 boucliers et pupariums troués au mois de octobre, ensuite 501 au mois de mars et en fin le dernier au mois de juin avec 436 boucliers et pupariums troués (Fig.71).

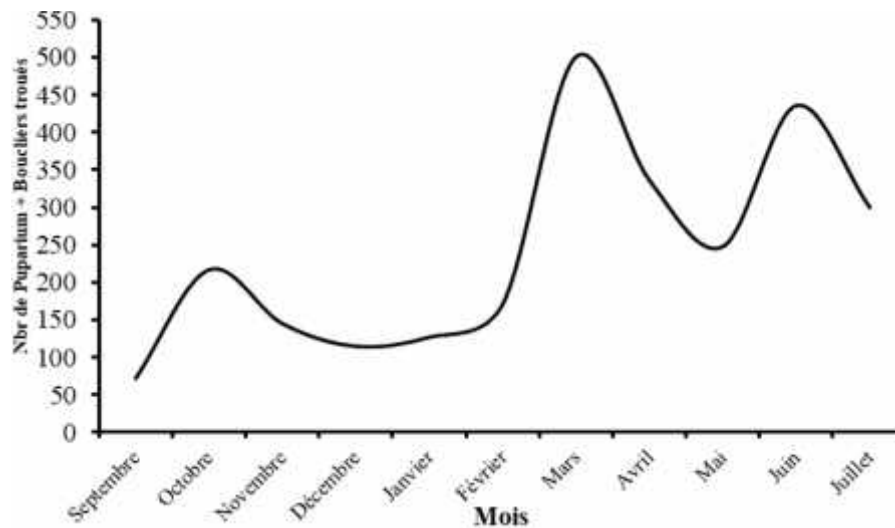


Figure 71: Nombre des pupariums et des boucliers troués de *L.beckii*

4.2.7 – Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les larves

Pour mieux comprendre l'incidence du parasitisme dans les populations de la cochenille, nous avons tenté de calculer comparativement le taux de parasitisme entre les larves et les adultes.

Chez ces larves, la fluctuation du parasitisme passer par deux principales périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Durant la première période les taux varient entre 53,81% (septembre) et 25,58% (décembre). Cette activité est due principalement à la disponibilité des larves-hôtes pour les parasites adultes durant cette période. Par la suite, le parasitisme subit une diminution considérable pour afficher 13,78% en janvier et 11,03% en

février. Ce n'est qu'à partir de la fin mars qu'on assiste à nouvelle activité parasitaire dans les populations larvaires. En effet, le taux de parasitisme durant cette deuxième période varie entre 24,94% (avril) et 28,65% (juillet) (Fig.72).

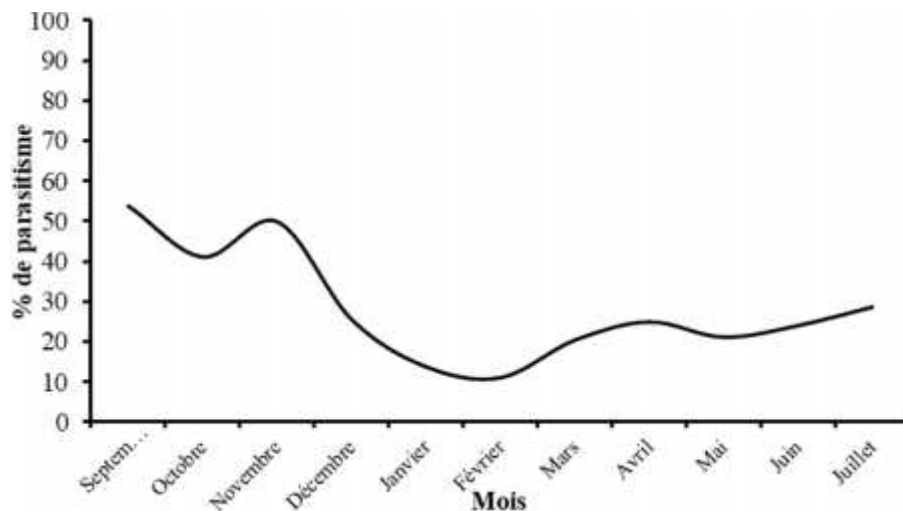


Figure 72 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de populations larvaires de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

4.2.7.1 – Fluctuation de l'incidence parasitaire d'*Aphytis chrysomphali* et *A. proclia* sur les larves de 2^{ème} stades des mâles

Le taux de parasitisme sur les larves du 2^{ème} stade mâle reste faible avec 7,42%. Vraisemblablement, ces larves n'offrent pas les conditions nutritionnelles optimales pour un meilleur développement des parasitoïdes.

Au début de notre échantillonnage, le taux de parasitisme était nul. A partir de cette date, la fluctuation du parasitisme va se faire remarquer dans les populations larvaires de la cochenille et passer par deux principales périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Durant la première période les taux varient entre 43,18% (Octobre) et 7,14% (Décembre). Par la suite, le parasitisme va subir une diminution considérable pour varier entre 3,25% (Janvier) et 2,19% (Février). Avec l'adoucissement des conditions climatiques, on assiste à une activité parasitaire dans les populations larvaires à partir de la fin mars. En effet, durant cette deuxième période nous avons enregistré deux pics : le premier durant le mois de mars avec 18,42% (Mars) et le deuxième en mois de juin avec 8,33%. Par la suite, le parasitisme va subir une régression brusque pour s'annuler au courant du mois de juillet (Fig.73).

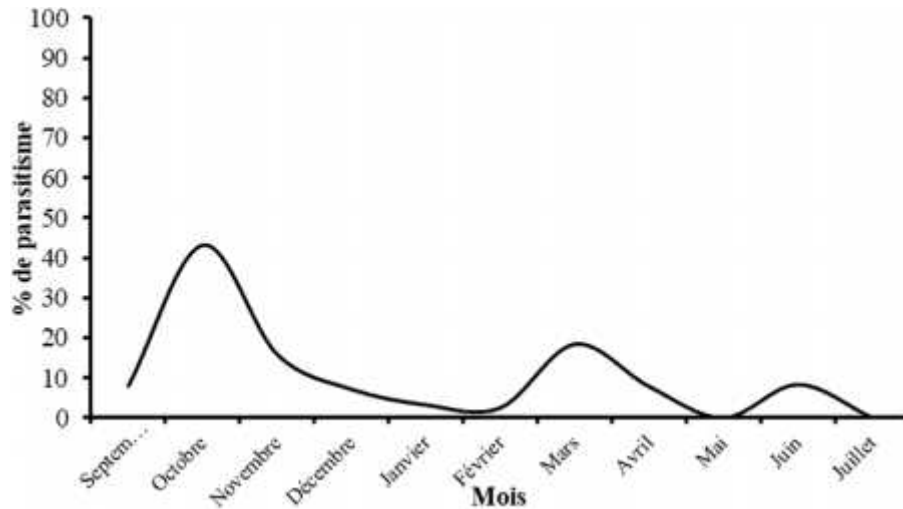


Figure 73 : Fluctuation de l'incidence parasitaire d'*A.chrysomphali*, et *A.proclia* sur les larves du 2^{ème} stade mâle de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

4.2.7.2 – Fluctuation de l'incidence parasitaire d'*Aspidiotiphagus citrinus* sur les larves du 2^{ème} femelles

D'après les résultats consignés dans le graphe ci-dessous, il ressort que la parasitoïde attaque beaucoup plus les stades larvaires femelles de la cochenille où l'on note 24,82% de larves parasités. Compte tenu de la disponibilité de ces larves tout le long de nos échantillonnages, offre au parasitoïde les conditions nutritionnelles pour un meilleur développement. Nous remarquons également que le parasitisme chez ces larves passe par trois sommets : le premier durant le mois de septembre (59,60%), le deuxième durant le mois de novembre avec (61,32%) où on a enregistré le taux le plus élevé et le troisième durant le mois juillet avec (32,82%) (Fig.74).

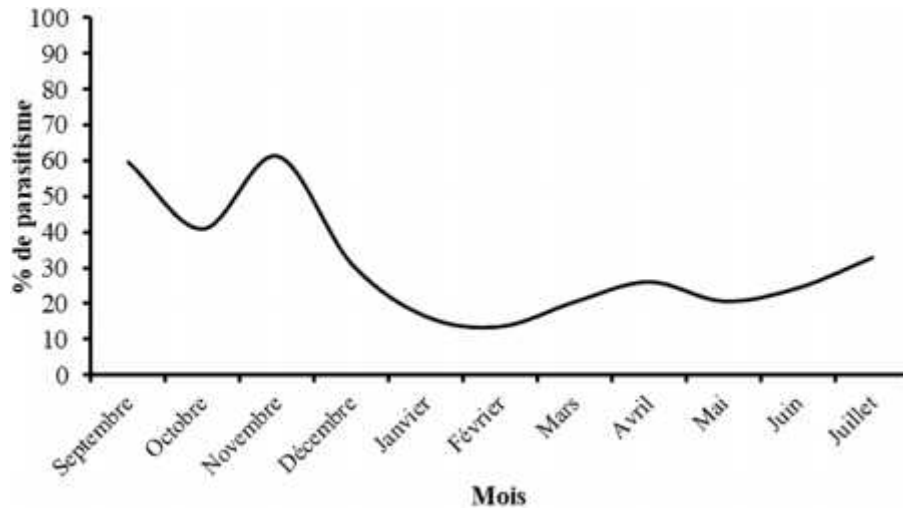


Figure 74 : Fluctuation de l'incidence parasitaire d'*Aspidiotiphagus citrinus* sur les larves du 2^{ème} stade femelle de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

4.2.8 – Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les adultes

Compte tenu de la disponibilité des stades adultes de la cochenille et contrairement aux populations larvaires, l'incidence parasitaire chez les adultes est notée durant 3 périodes : automno-hivernale, printanière et estivale. Le premier sommet de l'incidence parasitaire est enregistré au mois de novembre avec 30,49%, le second au mois d'avril avec 20,64% et le troisième au mois de juillet avec 67,62% (Fig.75).

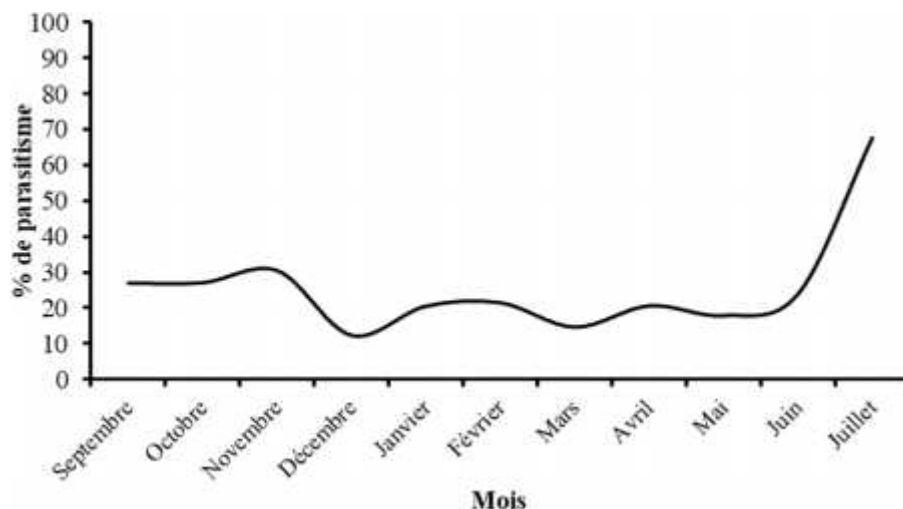


Figure 75: Fluctuation de l'incidence parasitaire de populations des adultes de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

4.2.8.1 - Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les femelles

D'après les résultats consignés dans le graphe ci-dessus, il ressort que le parasitoïde attaque beaucoup plus les stades femelles de la cochenille où l'on note (23,89%) d'adulte parasités. Ces dernière contrairement aux males, s'alimentent pendant tout leur cycle biologique ce qui offre au parasitoïde les conditions nutritionnelles pour un meilleur développement. Nous remarquons également que le parasitisme reste constant dans les populations des femelles durant toute la période d'étude avec des fluctuations qui passent par trois périodes ; la première entre le mois de septembre à le mois de décembre, la deuxième qui s'étale de mois de janvier jusqu'à le mois de mars et la dernière qui est la plus importante à partir de mois de juin pour enregistré le taux le plus important en mois juillet avec (67,90%) (Fig.76).

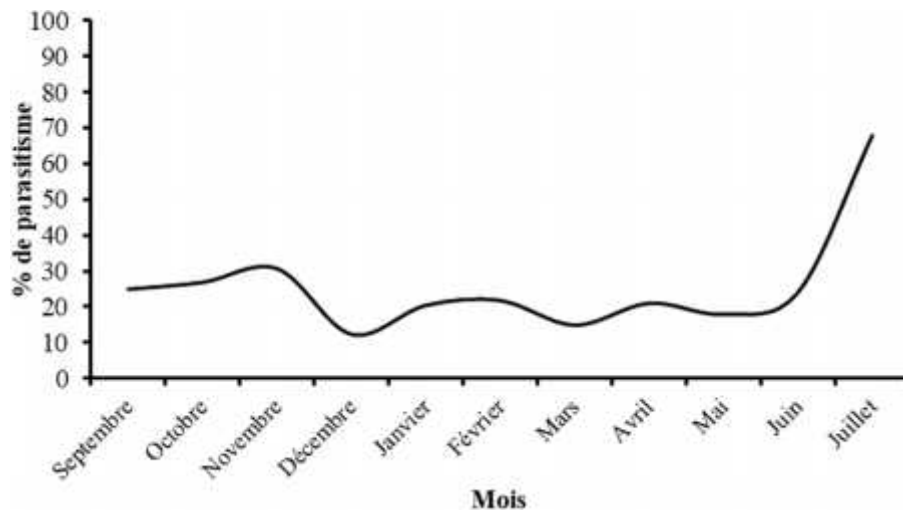


Figure 76 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de *A.lepidosaphes* sur les femelles de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

4.2.8.2 - Fluctuation de l'incidence parasitaire chez les mâles

Le taux de parasitisme dans la lignée mâle reste faible par rapport à celui des femelles avec 19,11%. Vraisemblablement, les stades males n'offrent pas les conditions nutritionnelles optimales pour un meilleur développement du parasitoïde. Ceci est expliqué par le fait que ces mâles ne s'alimentent plus lors de la nymphose pour devenir adultes. Toutefois, nous avons enregistré le plus fort taux durant le mois de septembre avec 69,57% et le second

durant le mois de janvier avec 23,33%. A partir de cette date on assiste une régression notable du parasitisme pour s'annuler par la suite jusqu'à la fin de notre étude (Fig.77).

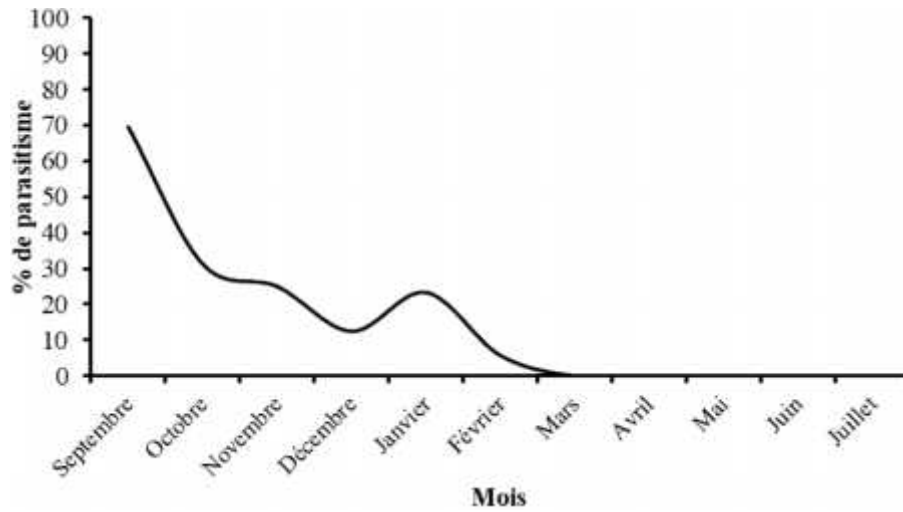


Figure 77 : Fluctuation de l'incidence parasitaire de *A.lepidosaphes* sur les mâles de *L.beckii* sur oranger dans la région de Rouiba.

❖ Discussion et Conclusion

L'inventaire des parasites de *L.beckii* fait ressortir 4 espèces d'hyménoptère Aphelinidae représentés par : *Aphytis lepidosaphes*, *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis proclia* et *Aspidiotiphagus citrinus*. En Alexandria, Egypte, Hafez *et al*, (1987) ont trouvé 6 espèces hyménoptères qui parasitent *L.beckii* : *Aphytis lepidosaphes*, *A.hispanicus*, *A.lignanensis* *Encarsia (Prospaltella) sp*, *Aspidiotiphagus citrinus* et *Marietta javensis*. Une autre espèce est également signalée sur cette cochenille. Il s'agit d'*A.cochereaui* (DeBach et Rosen, 1976) qui participe à la régulation des populations de *L. beckii*.

Les résultats de la présente étude laissent entendre que, la moyenne générale des taux de parasitisme tout au long de la période d'étude était 23,24 %. L'activité des parasites de la cochenille passe par deux périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Belguendouz (2014) indique que le parasite manifeste trois générations en Algérie. Le parasite est actif sur tous les organes et a une préférence marquée pour les jeunes femelles, et les milieux les moins ensoleillés. Les travaux menés par Zaabta *et al*. (2020) montre que le taux de parasitisme d'*A.lepidosaphes* global avoisine les 22,54%. Le parasitoïde recherche beaucoup les femelles et les larves du 2ème stade et il est relativement plus important en printemps et en été. En revanche, l'abondance de parasitoïdes et de prédateurs d'insecte est une

conséquence directe de l'abondance d'insectes phytophages (Lasnami., 1992). Selon Takarli (2012), l'abondance de parasitoïdes et de prédateurs d'insecte peut ne pas influencer sur l'abondance de certaines espèces d'insectes, c'est pour cela qu'il est très utile de suivre l'étude du parasitisme sur une population de cochenilles, par la détermination de l'incidence parasitaire sur cette population.

Des travaux similaires en Espagne, sur l'incidence des parasites externes de *L. beckii*, ont montré que les taux de parasitisme sont entre 26,99 et 28,17 % (Adnan, 2020). En Egypte, Hafez *et al.*, (1987) ont noté des taux de parasitisme entre 29,7% et 40,2% en Octobre-Décembre, 21,6% en janvier, 16,1% en mai et 15,4% en juin. Alors qu'en Açores, *A. lepidosaphes* atteint au maximum 30% de parasitisme dans les populations de la cochenille (Soares *et al.*, 1997) où les plus fort taux sont atteints durant le printemps (13,5%) et l'automne (12%).(El-Amir *et al.*, 2012) ajoutent que le taux le plus élevé de parasitisme a été enregistré au mois d'octobre, Moraes et Silva (1987) ont mentionné que parasitisme de *L. beckii* s'est révélé le plus élevé d'août à novembre et le taux a été non affectés par des facteurs climatiques. Le parasitoïde dominant était *A. lepidosaphes*. Zaabta, (2016) signale que le taux de parasitisme d'*Aspidiotiphagus citrinus* sur *P. ziziphi* était 19,82% sur oranger avec prédilection des stades femelles adultes (17,53%). Par conséquence, ceci nous conduit à confirmer que l'augmentation de l'abondance des cochenilles hôtes, provoque une élévation synchrone du niveau numérique des populations du parasitoïde (Fabres, 1979).

Les principaux parasitoïde enregistré à partir de *L. beckii* sur l'orange étaient *Aspidiotiphagus citrinus* (endoparasite), se manifeste avec le taux le plus important sur les larves de 2^{ème} stade femelle (24,82 %) suivi par *Aphytis lepidosaphes* (ectoparasite) sur les femelles et les mâles avec respectivement (23,89%) et (19,11%). Hafez et al. (1987) ont déclaré que, le principal parasitoïde de *L. beckii* est *A. lepidosaphes*. Le stade femelle reste l'hôte préférentiel pour le parasite, qui lui confère les conditions de développement favorables. Par contre, en absence de ces individus de la cochenille, les femelles du parasite recherchent des stades intermédiaires pour assurer le renouvellement de leur population (Haddoum 2007). Abbas (1992) a signalé que *L. beckii* a été attaqué par les parasitoïdes *A. lepidosaphes* qui peut jouer un rôle considérable dans la régulation de sa population. En outre, Soares, et al. (1997) a révélé qu'*Encarsia citrina* (Crawford) (Hyménoptères, Aphelinidae) a contribué considérablement à la lutte biologique de *L. beckii*, en été et au printemps. Les enquêtes menés sur le rôle des parasitoïdes dans la régulation de la cochenille

L.beckii en Egypte par Abdel-Fattah et El-Saadany (2009) ont été constaté que tous les stades larvaires et adultes de *L.beckii* étaient parasités par *A.lepidosaphes*. Cependant, le pourcentage de parasitisation était plus élevé chez les mâles adultes et les femelles. En Floride, le parasitoïde contrôle efficacement les populations cochenilles à un taux de parasitisme de 50 % (Stathas *et al.* 2015).

Les parasitoïdes semblent éviter les endroits ombragés de l'arbre et préfèrent rechercher les cochenilles fixées dans les endroits les plus ensoleillés. En effet, les taux les plus importants de parasitisme sont enregistrés dans les orientations est et sud de l'arbre avec une préférence de la face supérieure de la feuille. Nos résultats se concorde de ceux rapportés par Adnan (2020) qui indique que les taux de parasitisme atteignent le maximum en été et ceux de (Zaabta *et al.*, 2020) qui mentionnent que l'activité de parasite est plus importante sur la face inférieure par rapport à la face supérieure des feuilles. Adda (2006) et Meghazi (2010) dont l'orientation nord est la plus préférée par le parasitisme. En général, les résultats sur les moyens de parasitisme révèlent que les conditions environnementales qui prévalent tout au long de l'été sont les plus favorables au développement des parasites et à l'augmentation de sa population.

Sur les larves de 2^{ème} stade mâle on a recensé deux ectoparasites *A.proclia*, *A.chrysomphali* qui participent avec un taux de parasitisme de 7,01% et sur les larves 2^{ème} stade femelle un seul endoparasite *A.citrinus* qui se développe sur ces derniers avec un taux global de 24,82%. L'incidence globale parasitisme chez les larves du 2^{ème} stade passe par deux périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Ces deux périodes semblent être favorables au développement du parasite. La disponibilité du stade hôte semble réguler et conditionner l'action des parasites dans les populations larvaires de la cochenille.

Partie II :

**Ecologie de *Icerya purchasi* sur
clémentinier dans la région
de Sidi Moussa**

I – Biologie d'*Icerya Purchasi* sur clémentinier

Cette partie portera sur l'étude de la dynamique des populations d'*I.purchasi* sur les feuilles et les rameaux de clémentinier dans la région de la Mitidja (Sidi Moussa). Elle se basera principalement sur la collecte des informations qui peuvent agir sur son comportement durant l'année.

1.1 - Variation des abondances globales et niveau d'infestation

1.1.1 - Abondance globale des populations larvaires et adultes

La population d'*I.purchasi* est représentée avec un total de 21 219 individus durant l'année 2017 et 25 683 individus au cours de l'année 2018. On remarque en outre que, les populations des jeunes stades larvaires sont les plus prépondérantes, pendant les deux ans avec 62,79 % et 54,39 % en 2017 et 2018 respectivement. Quant aux populations des adultes, elles demeurent relativement faibles par rapport à celles des larves au cours de toute la période d'étude où elles sont présentes avec un pourcentage de 37,21 % en 2017 et 45,61 % en 2018 (Fig.78).

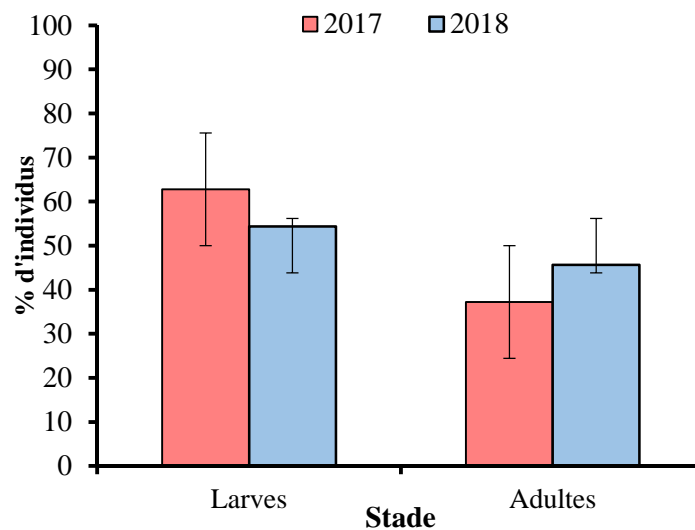


Figure 78 : Abondance globale d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

1.1.2 – Niveau d’infestation comparatif des populations larvaires et adultes

Les abondances des populations des différents stades larvaires d’*I.purchasi* pour l’année 2017 et 2018 montrent que les larves du 3ième stade sont les plus abondantes avec respectivement 34,22% et 28,61 %. Elles sont suivies par les larves du 2ième stade qui affiche 18,62% en 2017 et 21,18 %. Par contre, les taux les plus bas sont notés chez les larves du 1ier stade, avec 9,94% et 11,61 respectivement. Les adultes sont représentés par les femelles adultes et les femelles pondeuses où Elles sont manifestées avec 37,21% et 45,61 % en 2017 et 2018 respectivement. (Fig.79).

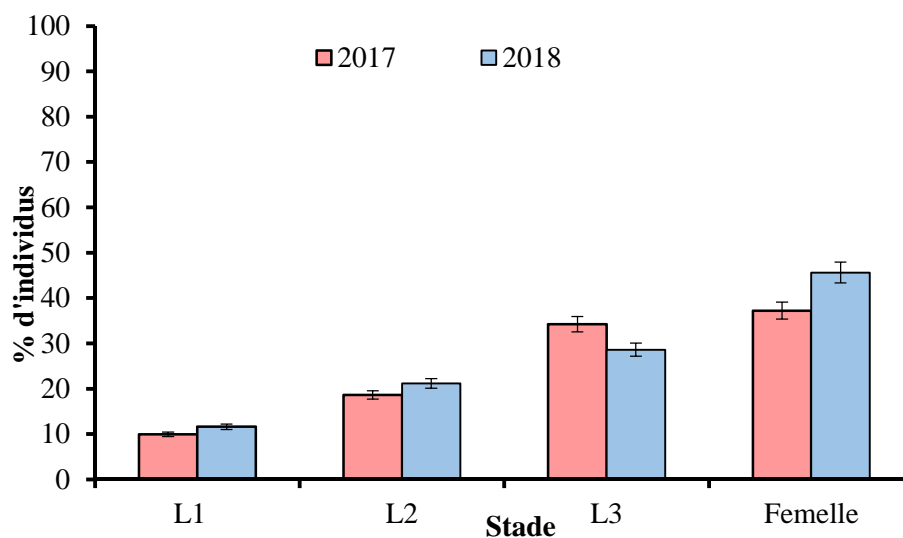


Figure 79 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

L’analyse de la variance des abondances annuelles globaux révèle une différence très hautement significative ($P < 0,05$). Toutefois, le test de comparaison par paire de Tukey qui est un test statistique permettant d’effectuer une comparaison multiple en une seule étape, présente des probabilités très fortes. Sur le plan campagne, celle de 2018, s’avère la plus importante du point de vue effectif global (ANOVA $p < 0,001$ Test de Tukey $p < 0,001$).

En outre, la même analyse révèle que les abondances larvaires diffèrent au sein d’une même année ($P = 0,001$ facteur année), entre les années ($p < 0,001$, facteur stade larvaire) et interaction année/larvaire ($p < 0,001$) (Tab.1.2. annexe). Par ailleurs, L’analyse montre que les abondances des adultes ne présentent pas une différence significative entre les années et

l'effectif globale. Par contre, l'interaction année/adulte est hautement significative ($p < 0,001$) (Tab.3.4.annexe).

Une comparaison par niveau (mois /mois) a été réalisée à travers le test de Wilcoxon et confirmé par le Test de Monte Carlo. Par référence aux probabilités associées, l'abondance larvaire présente une différence significative entre les deux campagnes.

Les mêmes tests sont reconduits pour les femelles adultes et pondueuses. Les résultats montrent que les populations de la campagne 2018 sont significativement importantes en termes d'abondance par rapport à la campagne 2017.

1.1.3 – Abondance saisonnière globale et comparatif des populations larvaires et adultes

L'analyse de la variation d'abondance saisonnière montre que la cochenille est abondante durant toutes les saisons de l'année avec des taux très proches qui varie de 21 à 28% durant les deux années d'étude. Néanmoins, on constate que les plus forts taux sont enregistrés durant la saison estivale avec environs de 27% suivi par la saison automnale par environs de 26% durant les deux ans (Fig.80).

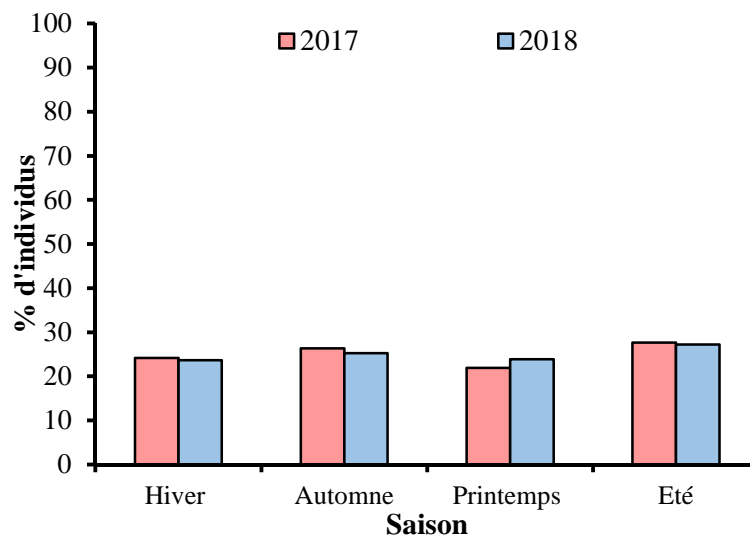


Figure 80 : Abondance saisonnière globale d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

Comparativement, les populations larvaires sont plus abondantes durant la saison printanière suivie par la saison automnale où les taux sont de 77,23%, et 63,79% en (2017) et 72,70% et 69,61% en (2018) respectivement. Les taux enregistrés pendant la saison hivernale étaient d'ordre 54,13% en 2017 et 58,54% en 2018 (Fig.81). Quant à l'abondance de la population des adultes d'*I.purchasi*, on constate qu'elles sont plus abondantes durant la saison hivernale où les taux atteignent 45,87% et 41,46% en 2017 et 2018 respectivement suivi par la saison estivale où les populations affichent des pourcentages de 43,36% en 2017 et 35,53% en 2018. L'abondance la plus faible est notée durant la saison printanière avec 22,77% en 2017 et 27,30% en 2018 (Fig.81).

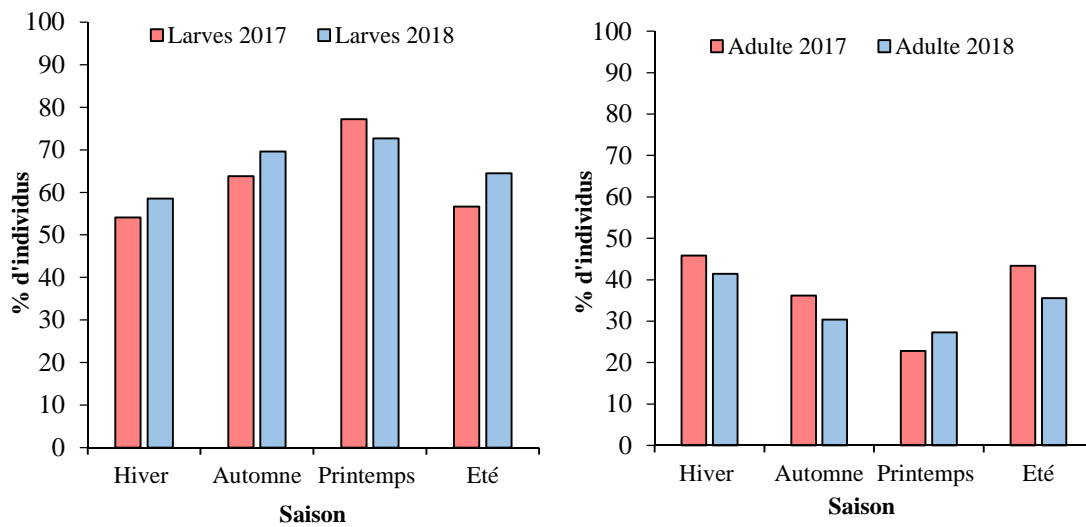


Figure 81 : Abondance saisonnière comparative des stades larvaires et des adultes d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

1.1.4 – Abondance globale et comparatif des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal

A la lumière des résultats reportés dans la figure 82, nous constatons que la cochenille préfère se fixer sur les rameaux (74,13% et 76,68%) que les feuilles (25,87% et 23,32%) en 2017 et 2018 respectivement. Au vu des résultats enregistrés sur la répartition de cette cochenille en fonction de l'organe végétal, nous pouvons affirmer que cette espèce est active sur les rameaux que sur les feuilles de clémentinier avec plus de 70%.

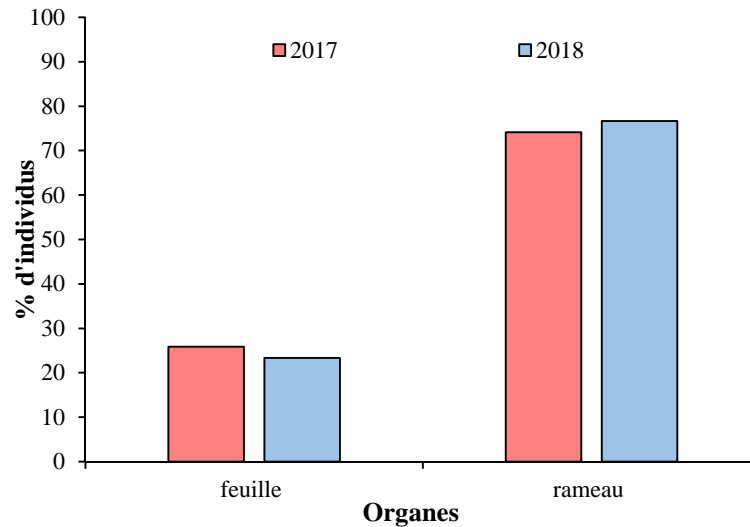


Figure 82 : Abondance globale d'*I.purchasi* selon l'organe végétal sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

Le niveau d'infestation noté sur les feuilles est représenté par l'abondance des larves avec un pourcentage de 40,52 % et 37,74% en 2017 et 2018 respectivement alors que les adultes se manifestent sur ces feuilles avec des pourcentages de 1,14% et 1,68% en 2017 et 2018 respectivement. En effet, On remarque l'affinité de ces stades aux rameaux de clémentinier où ils se manifestent avec plus de 98% sur ces organes. Les larves quant à elles, elles sont présentes sur les rameaux avec des pourcentages de 59,48% et 62,26% en 2017 et 2018 respectivement (Fig.83).

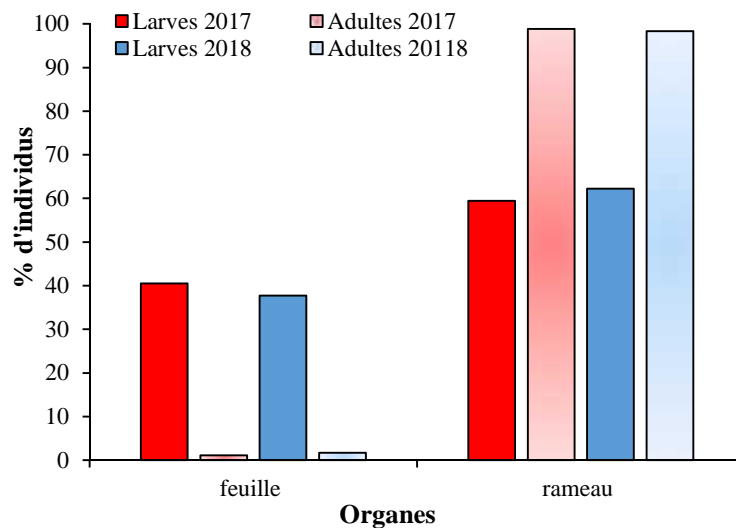


Figure 83 : Abondance comparative des stades larvaires et les adultes d'*I.purchasi* selon l'organe végétal sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

1.2 – Evolution d’*I.purchasi*.

1.2.1 – Fluctuation globale de la cochenille

Le niveau d’infestation d’*I.purchasi* est très important durant toute la période d’étude où le seuil minimal dépasse les 400 individus durant les deux années. L’analyse des fluctuations des populations de cette cochenille montre 3 périodes intenses des infestations : printanière, estivale et automnale. En 2017, le premier pic est enregistré durant la première décade du mois d’avril avec 700 individus alors qu’en 2018 il est enregistré durant dans la troisième décade du mois de mars avec 1070 individus soit un décalage de 20 jrs. Pour le 2^{ème} sommet, il est observé vers la dernière décade du mois de Juin que ce soit en 2017 (850 individus) ou 2018 (920 individus). Par contre, le 3^{ème} sommet il est observé le 19 septembre (820 individus) pour 2017 et le 5 septembre (985 individus) pour 2018 soit un décalage d’environ 15 jrs (Fig.84).

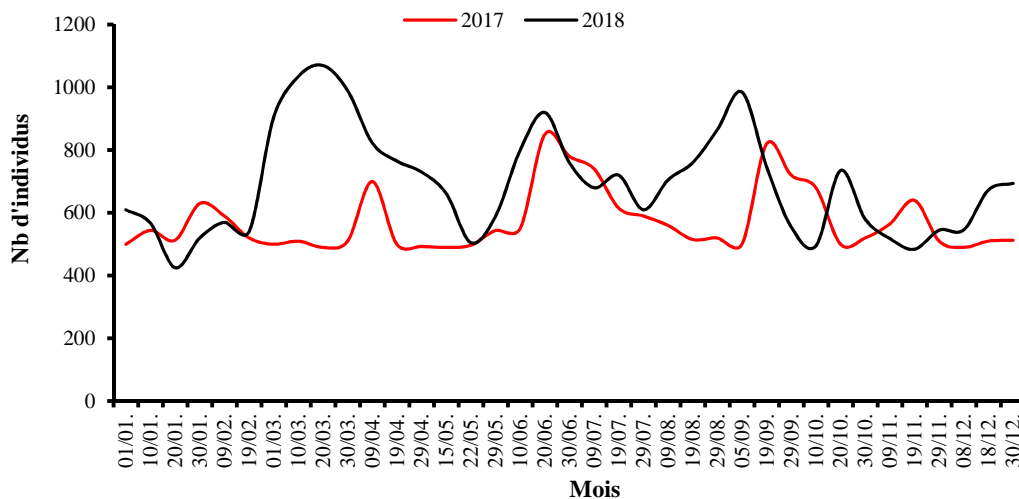


Figure 84 : Variation temporelle globale de la population d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

Le traitement des données par le logiciel GLM, montre que le profil temporel présente un effectif stable même si certains mois présentent des pic numériques importants (sur la plan statistique il n’y a pas de différence).

1.2.2 – Fluctuation des populations larvaires

Le profil des courbes relatives aux fluctuations des populations adultes et des larves, montre une alternance des fluctuations où nous pouvons observer 3 périodes de développement intense : une printanière, estivale et automnale (Fig.85 et 86).

L’analyse des résultats reportés dans la figure 85, montre que les variations des effectifs des larves sont très importantes. En effet, on a enregistré un premier pic de 398 individus le 15 mai, le deuxième de 460 individus le 9 aout et 520 individus le 11 novembre pour l’année 2017. Au cours de la deuxième année d’étude, on relève un premier sommet de 420 individus le 29 avril soit un décalage d’environ 15 jrs par rapport à 2017. Le deuxième sommet est noté le 19 juillet avec 522 individus soit un décalage d’environ 3 semaines. Enfin, le troisième sommet est noté le 20 octobre (568 individus) soit un décalage d’environ 4 semaines par rapport à 2017.

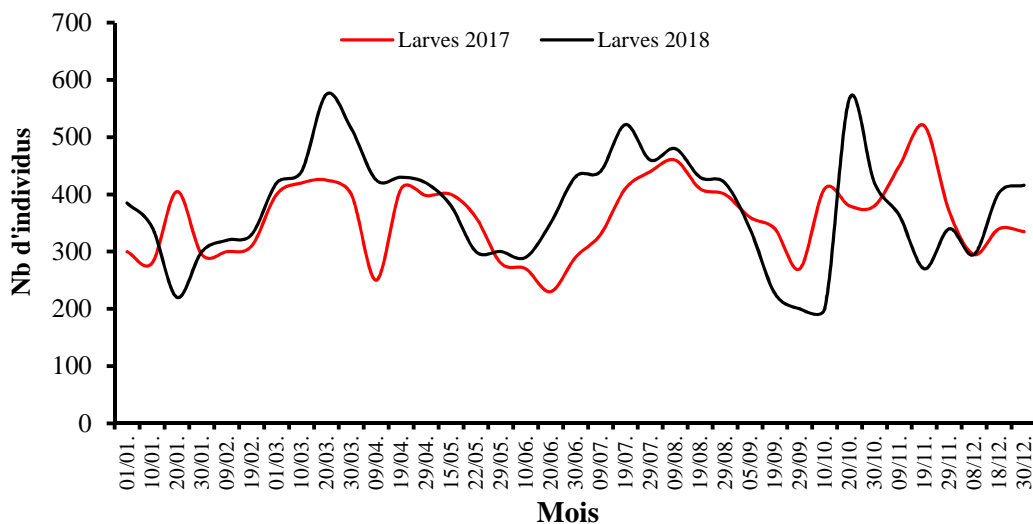


Figure 85 : Variation spatiotemporelle des stades larvaires d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

1.2.2.1 – Fluctuation des larves du 1^{er} stade

La fluctuation des larves du 1er stade suivent presque la même allure que celles de la population globale. En effet, le premier sommet des populations des larves est enregistré au cours du mois de février avec 82 et 95 larves ; le deuxième qui est le plus important est noté en mois de juin avec 161 et 214 larves et le dernier est observé pendant le mois d’octobre avec 110 et 115 larves en 2017 et 18 respectivement. Sauf qu’en 2018 on assiste l’apparition de deux

autre pics enregistrés durant les mois de mars et septembre avec respectivement 104 et 153 individus (Fig.86).

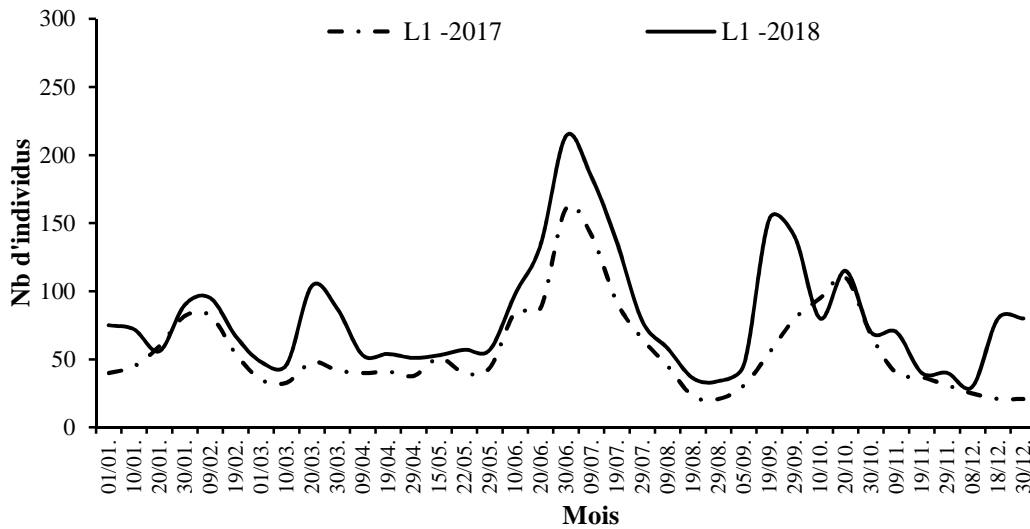


Figure 86 : Fluctuation des larves du 1^{ier} stade de *I.purchasi* sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

1.2.2.2 – Fluctuations des larves du 2^{eme} stade

Les variations temporelles du second stade larvaire présentent, de la même manière, trois périodes d’activité (Fig.87). Le premier pic est obtenu au début le 1^{ier} mars avec un effectif de 157 individus en 2017 et 20 jours plus tard en 2018 avec 216 individus. Alors que le deuxième pic était enregistré durant la même date pendant les 2 ans (09 août) avec 161 et 194 individus en 2017 et 2018 respectivement. Après un déclin de degré différent pendant les deux ans d’étude, les larves de ce stade progressent pour atteindre le troisième sommet avec 156 individus en 20 octobre 2017 et 200 individus 29 septembre 2018 soit une avance de 20 jours, un 4^{ème} pic est enregistré durant les deux ans avec 131 individus en 2017 vers le mi de décembre et 180 individus en 2018 durant la fin de novembre

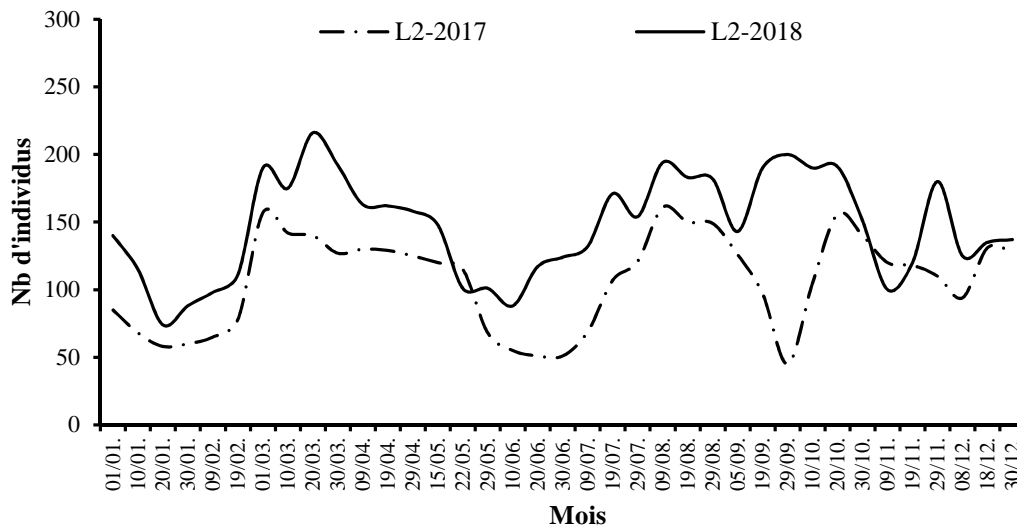


Figure 87 : Fluctuation des larves du 2^{ième} stade d'*I.purchasi* sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

1.2.2.3 – Fluctuations des larves du 3^{ème} stade

L'analyse des fluctuations des larves de 3^{ième} stades illustrée sur la figure 88 montre que ces stades sont actifs sur trois périodes. La première s'étale de la fin de mois janvier jusqu'à le mois de mai avec un maximum de 245 individus enregistré le 10 mars en 2017 et 255 individus 10 jours plus tard en 2018 ; suivie par la deuxième période qui s'étale de moi de juin jusqu'à début de septembre avec un maximum de 254 et 228 individus observé à la fin de mois de juillet et le premier décade de mois d'aout pendant les deux années d'étude. La dernière période de fluctuation était noté de fin de septembre jusqu'à le mois de décembre, et elle était marquée par un décalage de 10 jours entre les sommets de 2017 (le 20 octobre avec 254 individus) et celui de 2018 (le 10 octobre avec 230 individus).

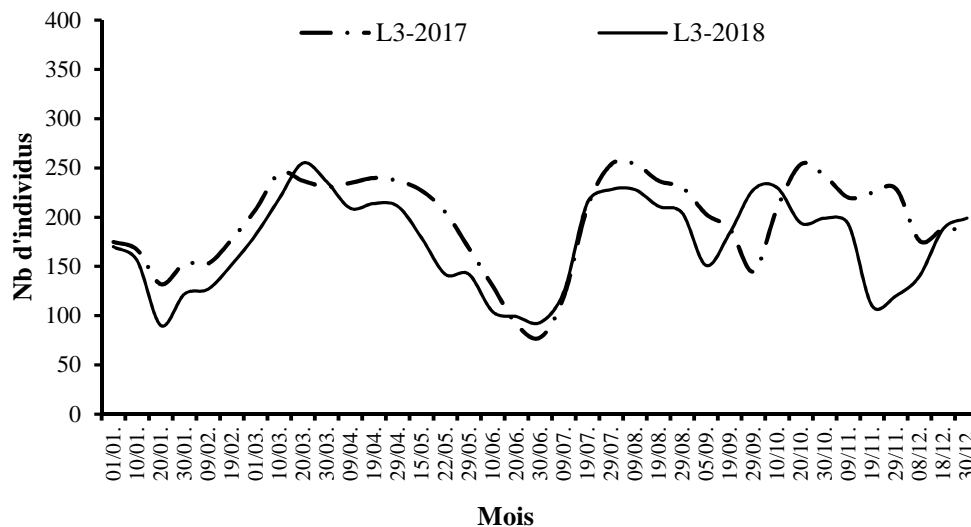


Figure 88 : Fluctuation des larves du 3^{ème} stade de *I.purchasi* sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

1.2.3 – Fluctuation des populations adultes.

La variation temporelle du stade adulte (femelles adulte et femelle pondreuse), est représentée dans la figure 89. Les résultats des fluctuations temporelles montrent que les femelles adultes, suivent la même allure des larves.

Cependant, Les résultats des fluctuations temporelles des adultes sont marqués par le premier sommet enregistré au cours le mois d’avril avec 450 femelles en 2017 et au cours le mois de mars avec 595 femelles en 2018. Par la suite, on assiste l’apparition de deux autre pics enregistrés durant les mois de juin et septembre avec respectivement 620 et 480 femelles respectivement en 2017 et 570 et 645 adultes respectivement en 2018 (Fig.89)

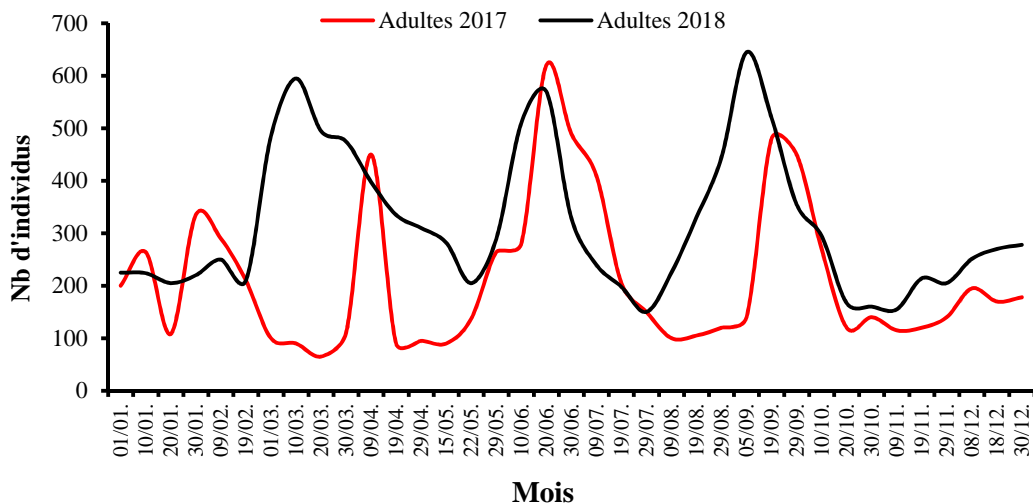


Figure 89 : Variation spatiotemporelle des stades adultes *d’I.purchasi* sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

Concernant l’abondance globale, le Test Cross-corrélation montre la présence d’un décalage temporel ($p=0,0371$, $p < 0,005$). Nous avons calculé le barycentre de l’abondance globale afin d’estimer le décalage temporel entre les deux campagnes. Les valeurs sont de 6,44 et 6,25 respectivement pour les campagnes 2017 et 2018. Ainsi, l’abondance globale maximale a été signalée vers la mi-juillet pour les deux campagnes (Tab.16).

Tableau 16 : Décalage temporel des différentes générations d'*I.purchasi* sur le clémentinier à Sidi Moussa.

		Jan			Fev		Mars				Avr			Mai			Jun			Jt			Aou			Sept			Oct			Nov			Dec					
		1	10	20	#	9	19	1	10	20	30	9	19	29	15	22	29	10	20	30	9	19	29	9	19	29	5	19	29	10	20	30	9	19	29	8	18	#		
2017	1er Gén						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
	2e Gén													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3e Gén																										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2018	1er Gén					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																							
	2e Gén													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3e Gén																												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Les cercles de corrélation et les coefficients r de pearson expliquent les corrélations entre les températures minimales, maximales et les effectifs des stades biologiques d'*I.purchasi* en 2017 et 2018.

En 2017, les résultats montre des corrélations positives entre les effectifs des L1 et les températures minimales et maximales avec respectivement ($r^2=0,46$ et $r^2=0,55$), ces larves sont corrélées négativement avec les larves de 2^{ème} et de 3^{ème} stade ($r^2= 0,51$; $r^2=0,54$) et positivement avec l’abondance des femelles pondueuses ($r^2=0,64$). En outre les L2 sont corrélés positivement avec les L3 ($r^2=0,89$) et négativement avec les femelles pondueuses ($r^2=0,79$). Quant à les L3 elles sont corrélées négativement avec les femelles et les femelles adultes ($r^2=0,52$; $r^2=0,81$) (Tab.5.annexe ; Fig.90). On peut dire aussi que les femelles adultes et les femelles pondueuses ne sont affectées ni par les températures maximales ni par les minimales.

En 2018 : Les analyse reportés dans le tableau 5 (annexe) révèlent une corrélation positive significative entre les températures minimales et maximales et les effectifs L1 ($r^2=0,53$; $r^2=0,49$) et L2 ($r^2=0,63$; $r^2=0,51$). Néanmoins, les L2 présente une corrélation positive très hautement significative avec les L3 ($r^2=0,77$) qui sont corrélée négativement avec les femelles pondueuses ($r^2=0,51$) (Fig.90).

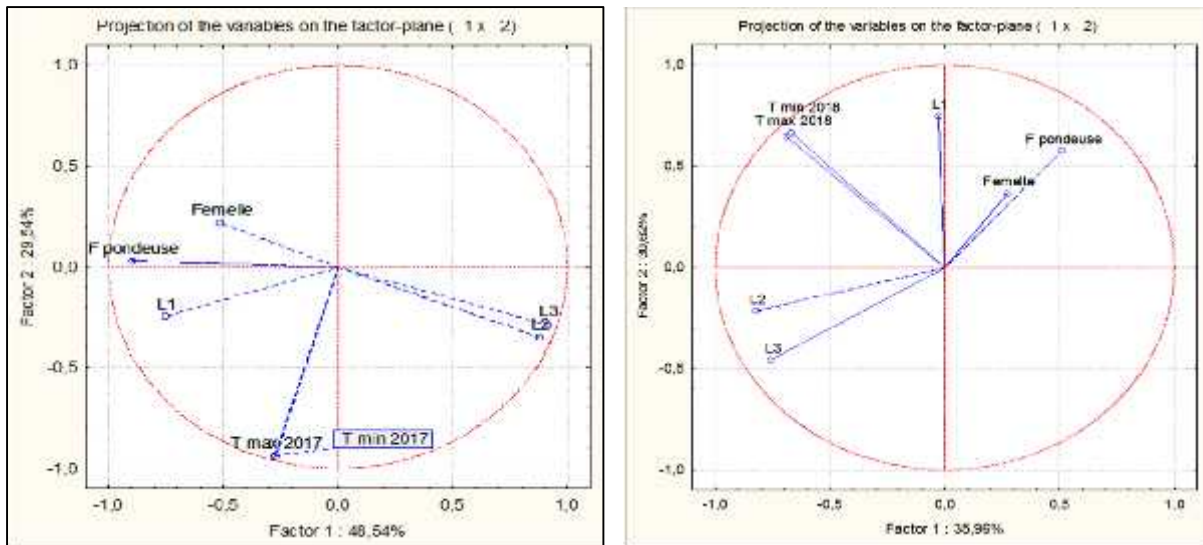


Figure 90 : Analyse des composantes ACP entre les facteurs climatiques et la variation des effectifs des différents stades d'*I.purchasi* en 2017 et 2018.

1.3 - Etude de la fécondité

1.3.1 – Etude de la fécondité moyenne

L'analyse des résultats fait ressortir que La reproduction chez *I.purchasi* passe principalement par 3 périodes de ponte : printanière, estivale et automnale, avec une fécondité moyenne qui varie de 612, 97 œufs / femelle en 2017) à 616,49 œufs/ femelle en 2018.

Cependant, les fortes moyennes de fécondité enregistrée durant les 2 années d'étude sont notées au cours les mois de d'avril avec 1425,72 et 1007,83 respectivement, les deuxièmes en mois de juin avec 647,58 et 811,30 œufs/femelles respectivement et les dernières sont signalées en mois de septembre avec 624,82 en 2017 et 971,45 œufs/femelles en 2018. Les résultats obtenus dans l'étude de la fécondité de la cochenille sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa montrent que la fécondité moyenne globale de la cochenille est de 612,97 œufs/femelle en 2017 et 616,49 œufs/femelle en 2018 (Fig.91).

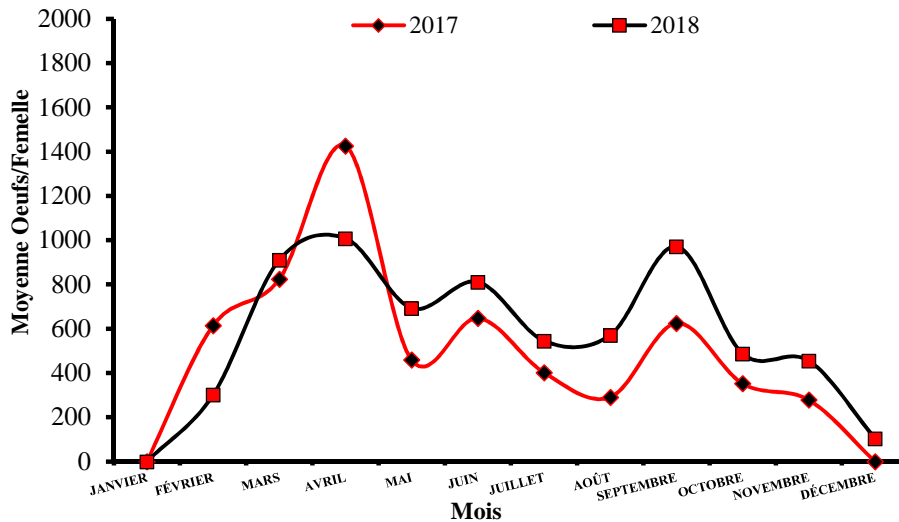


Figure 91: Analyse comparative des périodes de la fécondité moyenne d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

1.3.2 - Effet de la saison sur la reproduction

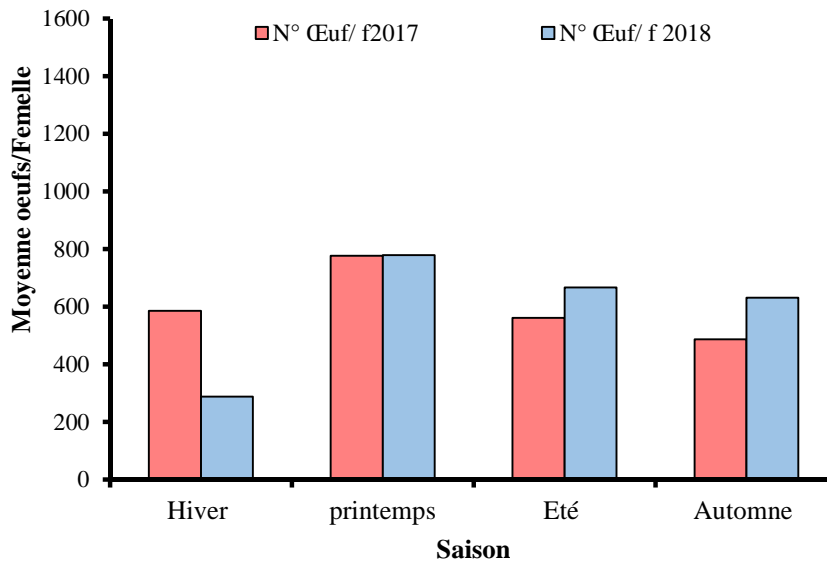


Figure 93: Analyse comparative de la fécondité moyenne saisonnière d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

Cependant, les tests statistiques montrent que les femelles présentent la même fécondité durant les deux campagnes (ANOVA, $p > 0,005$). Nous avons calculé le barycentre de la fécondité afin d’estimer le décalage temporel entre les deux campagnes. Les valeurs sont 5,56 et 6,56 respectivement pour la campagne 2017 et 2018. Ainsi, la fécondité maximale est signalée la mi-avril pour les deux campagnes. Le Test Cross-corrélation montre un décalage temporel très significatif d’un mois à un autre ($p=0,0064$, $p<0,001$).

En effet, les trois périodes d'activité et de ponte en 2017 débutent un peu tard par rapport à l'année 2018. 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 aux conditions environnementales de la région d'étude.

L'analyse mise en évidence par le test de corrélation linéaire à l'aide du logiciel Statistica (ver. 8.0.1), montre l'existence d'une très bonne corrélation entre le nombre d'œufs pondus et les températures maximales et minimales en 2017 ($p < 0,0000$). Alors que, la fécondité moyenne en 2018 ne présente aucune corrélation avec la variation de température (Fig.94).

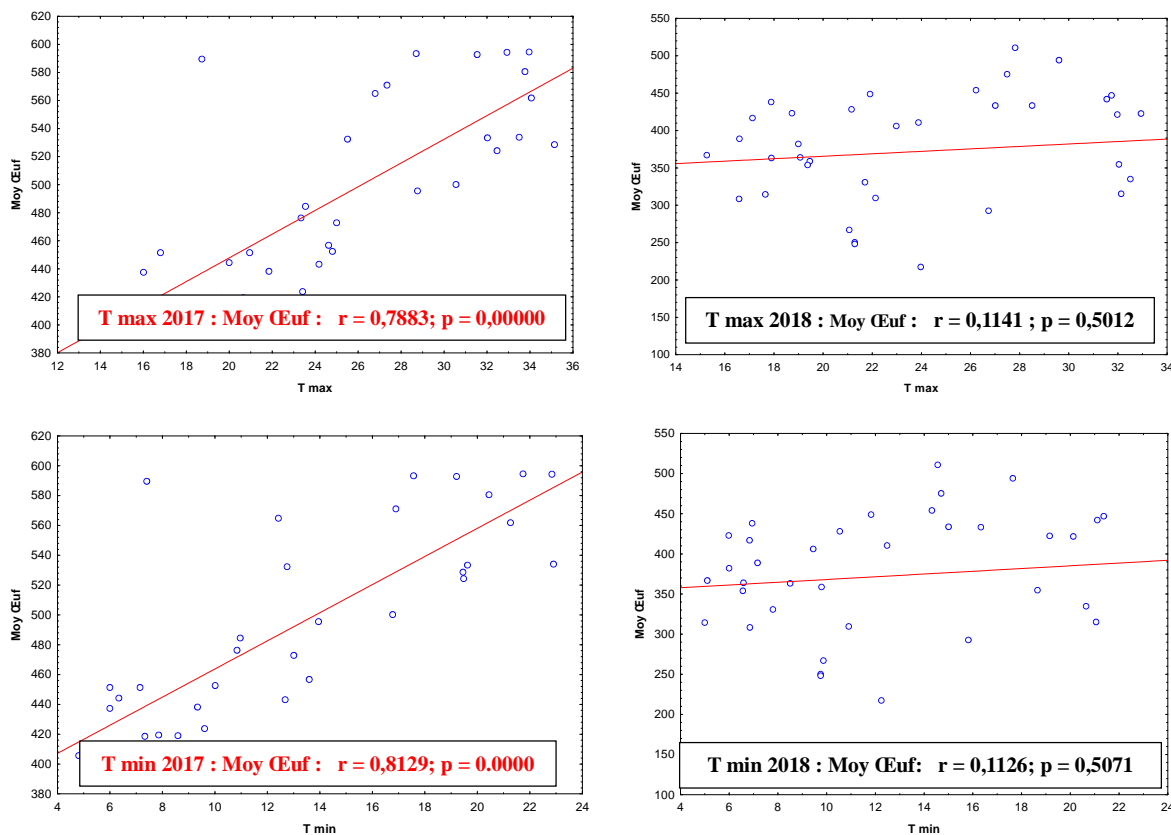


Figure 93 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la fécondité moyenne d'*I.purchasi* en 2017 et 2018, par le Test de corrélation linéaire.

1.3.3 - Détermination de la période de reproduction

L'analyse de la figures ci-dessus montre qu'en 2017 le premier pic est enregistré durant le dernier décade de mois d'avril (135154 œufs), le 2^{ème} et le 3^{ème} pics sont notés au cours de la 2^{ème} décade de mois de juin (273680) et septembre (94 204) respectivement. Par contre, en 2018 les pics sont noté durant les premières décades du mois d'avril, juin et septembre avec

148 800, 290 840 et 135 050 œufs respectivement ; soit un décalage de 20 jrs pour le premier pic et de 10 jours pour le 2^{ème} et le 3^{ème}. (Fig.94).

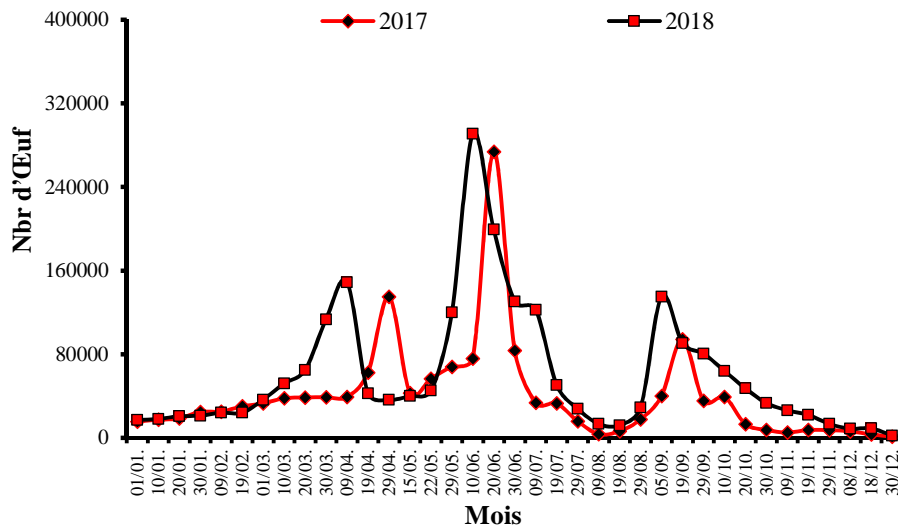


Figure 94 : Période de ponte d'*I.purchasi* sur clémentinier en Mitidja dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018

1.3.4 - Détermination du nombre de générations

Il est très difficile de distinguer entre les générations, à cause de leur chevauchement continu. Pour cela, il est judicieux de prendre en compte la période d'apparition des œufs, qui survient en fin du cycle évolutif après la période de fécondation des femelles d'*I.purchasi* et les larves de premier stade, le plus proche de ce stade initiale, pour déterminer le nombre de générations le plus précis.

Selon les fluctuations des larves de 1^{ier} stade et les œufs d'*I.purchasi* sous les conditions climatiques de la Mitidja, cette espèce semble présenter 3 générations par an sur clémentinier, repérées par les abondances maximales des larves et des œufs distribuées pendant la période d'étude durant les deux ans : une printanière, une estivale et une automnale (Fig. 95).

L'analyse des fluctuations des larves de 1^{ier} stade et les œufs d'*I.purchasi* montre 3 périodes intenses des infestations : printanière, estivale et automnale. En 2017, Le premier pic est enregistré durant mois d'avril avec 236789 individus alors qu'en 2018 il est enregistré durant dans le mois de mars avec 267005 individus soit un décalage d'un mois. Pour le 2^{ème} sommet, il est observé en mois de Juin pour l'année 2017 (433568 individus) et en mois de Mai en 2018

(720787 individus). Par contre, le 3^{ème} sommet il est observé le mois de septembre que ce soit en 2017 (170118 individus) ou 2018 (160629 individus) (Fig.95).

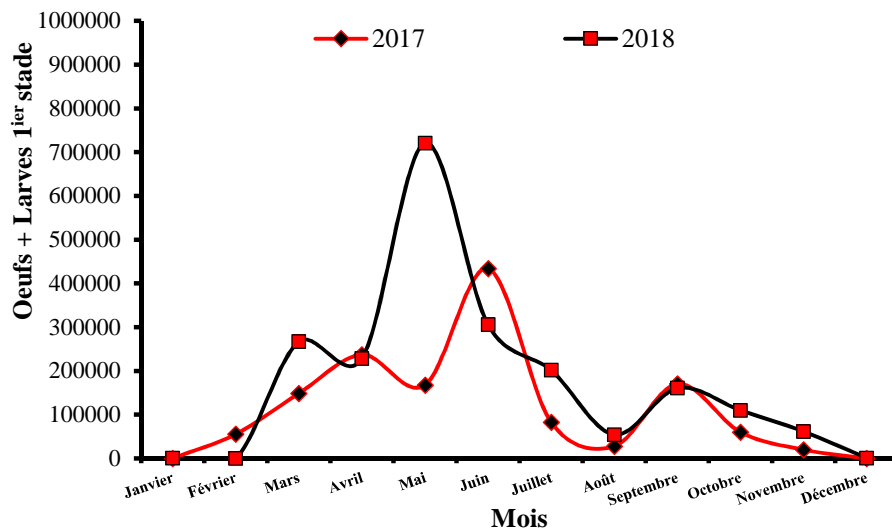


Figure 95: Nombre de génération d’*I.purchasi* sur le clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

2 – Etude de la mortalité d’*Icerya purchasi*

Cette partie portera sur l’étude de la mortalité des populations d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la ville de Sidi Moussa (Mitidja). Elle se basera principalement sur la collecte des informations (Organe, distribution, stade, température) qui peuvent agir sur son comportement durant l’année.

2.1 - Mortalité globale des populations larvaires et adultes

La figure 97 montre les variations des taux de mortalité globale (tout stades confondus), des populations des trois stades évolutifs larvaire (L₁, L₂ et L₃) et des adultes (femelles adultes et pondueuses).

L’analyse de la figure ci-dessus montre que la mortalité touche plus de 40% des individus de la cochenille australienne sur clémentinier. En effet, nous avons enregistré un pourcentage de 49,30% durant l’année 2017 et 51,60% au cours de l’année 2018 (Fig.96). Comparativement, on remarque qu’en 2017 la mortalité des adultes est plus importante (31,93%) que celle des jeunes stades larvaires (17,37%) ; Contrairement, la mortalité larvaire est la plus importante (36,46%) que celle des adultes en (14,60%) en 2018 (Fig.97). Cependant,

cette mortalité peut être expliquée par la sensibilité de ces individus vis-à-vis des aléas climatiques, notamment la température et la pluviométrie, qui jouent un rôle important dans la limitation des populations. Et Elle peut être aussi d'ordre physiologique, cas des jeunes femelles qui deviennent plus sensibles durant leur changement physiologique pour donner des femelles adultes

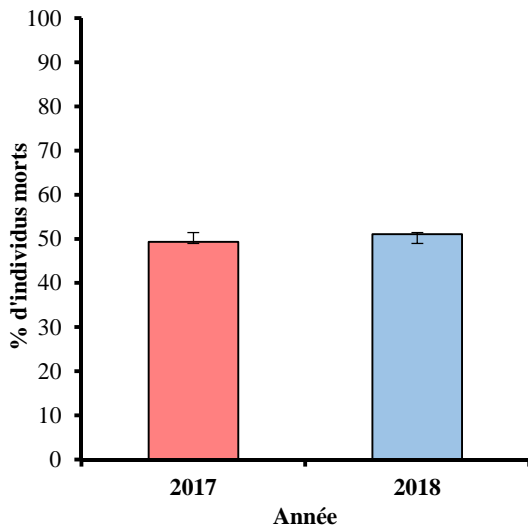


Figure 96 : La mortalité globale d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018

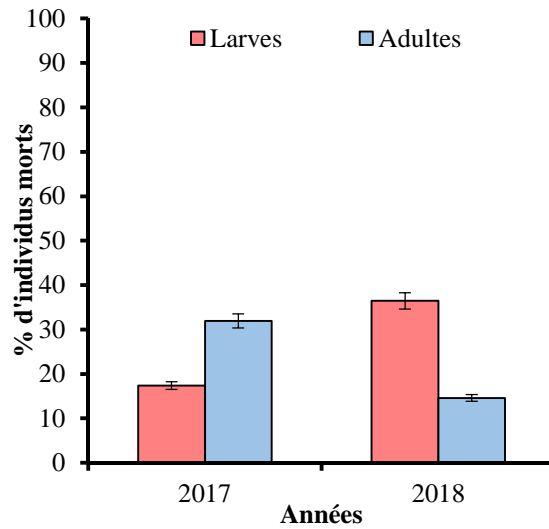


Figure 97 : la mortalité comparative des larves et adulte d'*I.purchasi* sur clémentinier dans de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

2.2 – Niveau de mortalité comparatif des populations larvaires et adultes

La représentation globale de la mortalité des différents stades d'*I.purchasi* au cours de deux ans révèle que le taux des femelles mortes annuellement est le plus important (31,93%) en 2017, Les taux de mortalité des larves de 1ier de 2ième et 3ième stade sont relativement faible où nous avons noté 6,39%. 5,44% et 5,54% respectivement. Par contre durant l'année 2018, on remarque que la mortalité des larves de 2ième stade est la plus importante (17,84%) suivi par celle des femelle adulte (14,60%), et la mortalité des larves de 1ier et de 3ième stade, affichent des taux de 9,73% et 8,89%, respectivement (Fig.98).

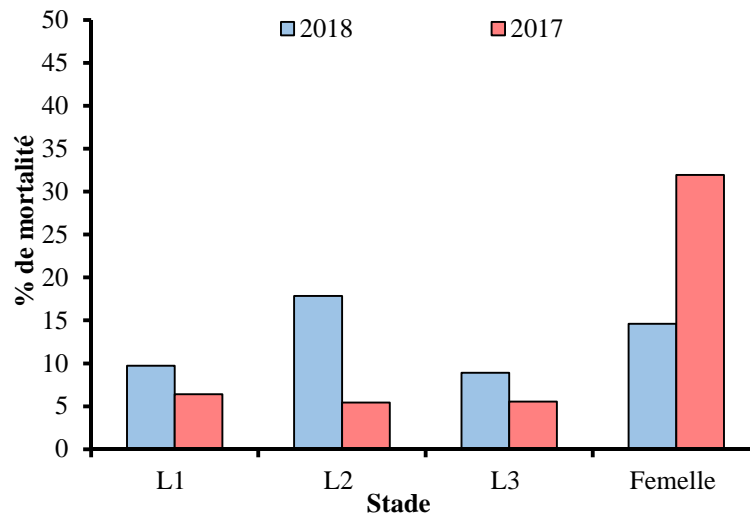


Figure 98 : Mortalité comparative des stades larvaires et les adultes d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 e 2018.

2.3 – Mortalité saisonnière globale et comparative des populations larvaires et adultes

Les résultats reportés dans la figure 100, montrent que les taux de mortalité selon les saisons varient de 11,01 à 14,29% au cours les deux années d'études. Au cours de l'année 2017, les taux les plus élevés ont enregistrés pendant la saison printanière et estivale avec 14,29 % et 12,75% respectivement ; Contrairement qu'en 2018, les pourcentages les plus élevés sont notés durant la saison hivernale suivie par la saison printanière avec 14,24% et 13,83% respectivement (Fig.99).

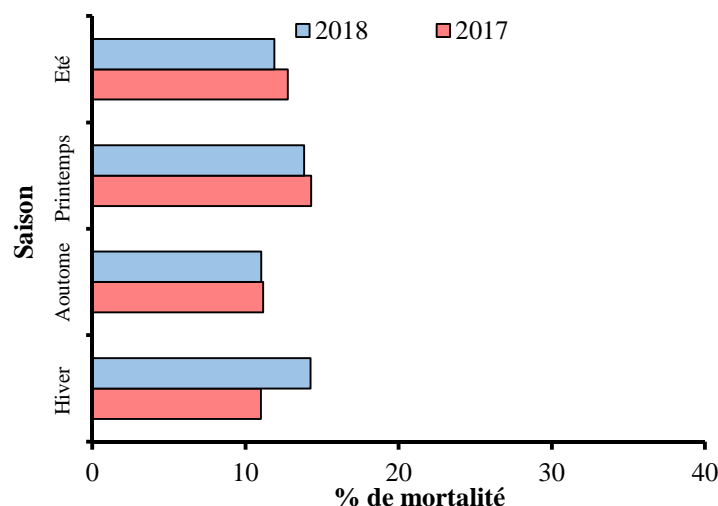


Figure 99 : Variation saisonnière de la mortalité globale d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

figure ci-dessous, on remarque que l'effet saison ne ressort pas. En effet, nous avons noté des taux proches où les taux de mortalité pour la population larvaire varient de 31,47%

(Automne) à 37,77% (Hiver) en 2017 et de 32,15% (Automne) à 40,75% (Printemps) en 2018 (Fig.100). Pour ce qui est des adultes ; la mortalité varie de 12,37% (Printemps) à 18,06% (Hiver) en 2017 et de 28,89% (Hiver) à 34,33% (Printemps) en 2018 (Fig.101).

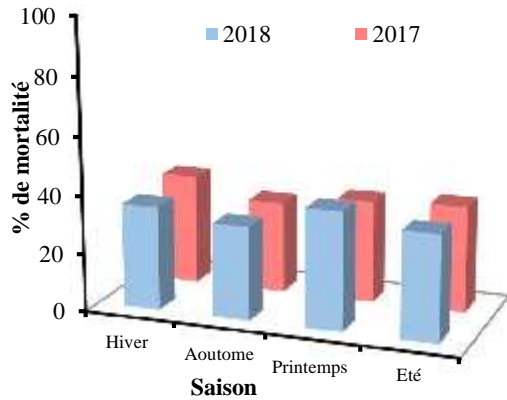


Figure 100 : Variation saisonnière de la mortalité des larves d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018

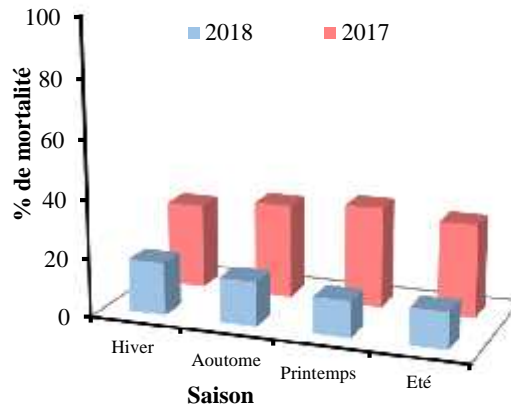


Figure 101 : Variation saisonnière de la mortalité des adultes d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

2.4 – Mortalité globale et comparative des populations larvaires et adultes selon l'organe végétal

L'analyse des résultats fait ressortir que les taux de mortalité de cette cochenille s'expriment avec des taux relativement proches sur tous les organes. En effet, les taux enregistrés sur les feuilles sont de l'ordre 26,28% et 30,08% en 2017 et 2018 respectivement. Sur les rameaux, ces taux avoisinent des pourcentages de 33,02% en 2017 et 36,29% en 2018 (Fig.102).

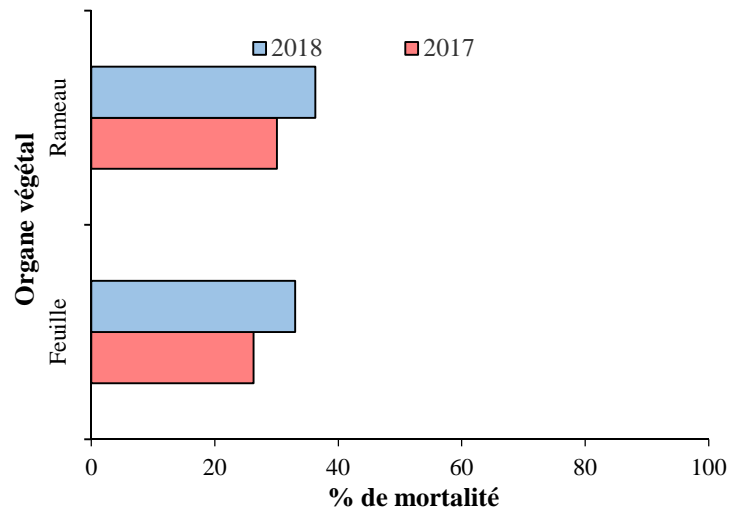


Figure 102 : Variation spatiotemporelle de la mortalité globale d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 e 2018.

L'analyse de la mortalité sur les différents organes de l'arbre montre que la mortalité larvaire est importante sur les rameaux avec 17,83% 38,04%, en 2017et 2018 respectivement. Que sur les feuilles, où nous avons noté 13,72% en 2017 et 24,38% en 2018 (Fig.103).

Chez les adultes, la mortalité en 2017, affiche des pourcentages proches sur les deux organes (47,60% sur feuilles et 50,87% sur rameau). Par contre en 2018, la mortalité était nettement importante sur les feuilles (66,13%) que sur rameau (29,61%) (fig.104).

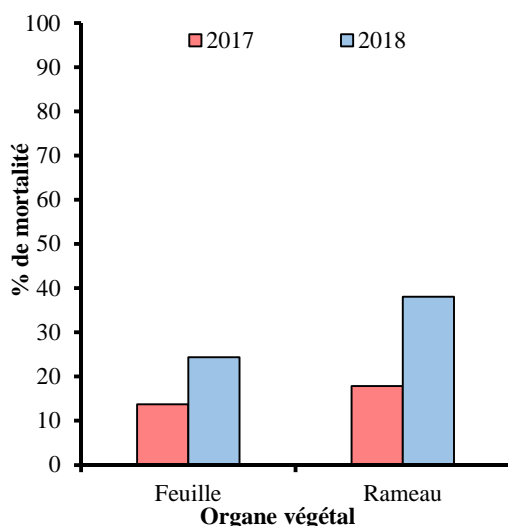


Figure 103 : Variation spatiotemporelle de la mortalité des larves d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018

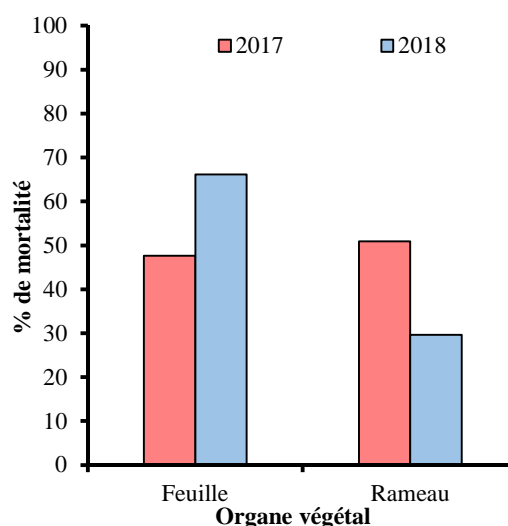


Figure 104 : Variation spatiotemporelle de la mortalité des adultes d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

2.5 – Fluctuation globale de la mortalité d’*I.purchasi*.

L’analyse des résultats repris dans la figure ci-dessous, montre que la mortalité suit une allure chronologique ordonnée en fonction des mois de l’année où la mortalité globale dépassant les 43% durant toute la période de notre investigation. Toutefois, on constate que la mortalité passe par en 4 périodes : hivernale, printanière, estivale et automnale. En effet, l’analyse de la figure fait sortir que le premier pic est noté au cours du mois de janvier avec 49,03% et 55,10 en 2017 et 2018 respectivement. Il est suivi par le deuxième en avril 2017 avec 55,14% et en mois de mai 2018 (soit un décalage d’un mois). Le troisième est observé durant le mois d’aout 2017 avec 52,23% et en mois de juillet 2018 avec 50,38% (soit un décalage d’un mois) ; et le dernier pic noté en mois de décembre avec 44,51% et 54,37% en 2017 et 2018 respectivement (Fig.105).

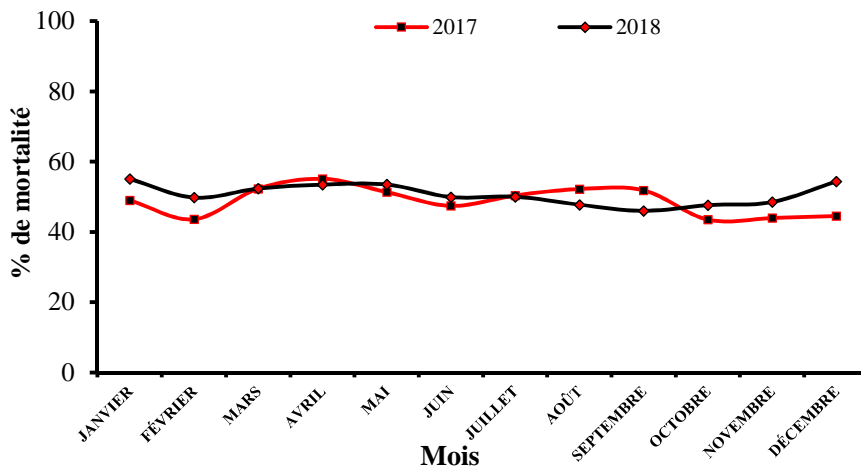


Figure 105 : Variation mensuelle globale de la mortalité des populations d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

2.6 - Fluctuation comparative de la mortalité des populations larvaires et adultes

A la lumière des résultats obtenus dans la mortalité comparative des larves et des adultes au cours de l’année 2017 et 2018, on constate que les fluctuations de la mortalité des larves et des adultes suivent la même allure au cours les deux années d’étude. Toutefois, on constate que la mortalité des populations larvaires dévoile des fréquences relativement basses au cours des toutes les saisons de l’année de 2017 (Fig.106).

Néanmoins, on a enregistré quatre pics de mortalité : le premier, au cours du mois de janvier avec 54,57% et 39,39% en 2017 et 2018 respectivement, le deuxième durant le mois d’avril 2017 avec un pourcentage de 41,60% et en 2018 et de 59,55% noté le mois de mai soit

un décalage d'un mois. Le troisième et le quatrième sont pointés au cours les mois d'aout et décembre avec respectivement 43,58% et 52,93 en 2017 et 2018 et 32,83% et 56,50% en 2017 et 2018 respectivement (Fig.106).

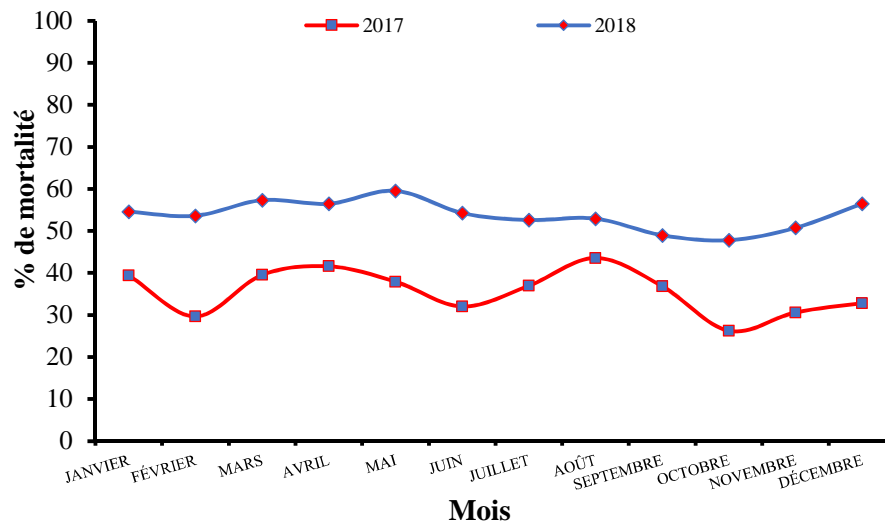


Figure 106 : Variation mensuelle de la mortalité larvaire d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

Les taux de mortalité enregistrés chez les femelles, ils dépassent les 35% en 2017 et les 55% en 2018 durant toute la période d’étude. En effet, le graphe suivant divulgue quatre cumuls en 2017 et 2018 respectivement : Le premier étant calculé pendant le mois de janvier, le deuxième, au cours du mois d’avril, le troisième en mois de juillet et le quatrième est noté en mois septembre 20017 et un mois plus tard (octobre) en 2018 respectivement, et le dernier est enregistré au cours du mois de décembre (Fig.107).

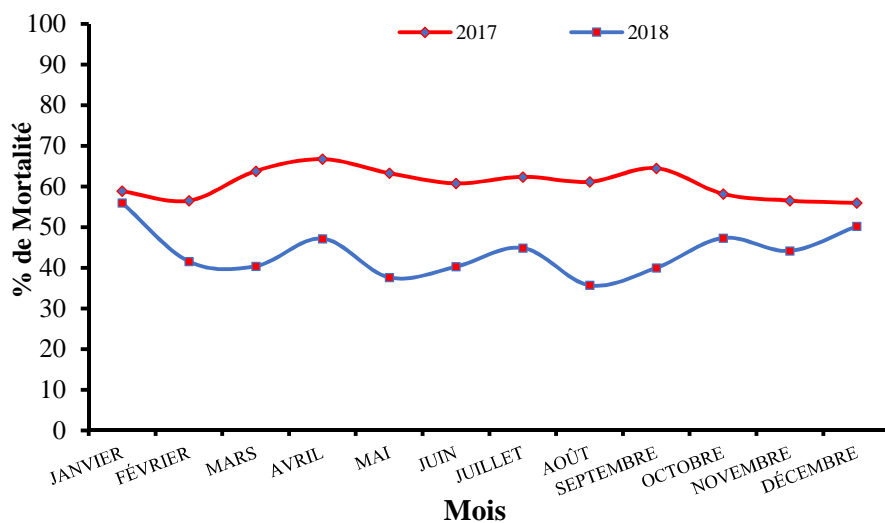


Figure 107 : Variation mensuelle de la mortalité des adultes d’*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

Les graphes ci-dessus montre qu'en 2017 la mortalité de *I.purchasi* n'était pas affecté par les variable de la température (T° Maxi : $r = 0,08$; $p = 0,45$; T° Mini : $r = 0,07$; $p=0,54$). Par contre, en 2018, les analyses révèlent une corrélation positive significative entre la mortalité globale d'*I.prchasi* et la variation du facteur : température minimale, et maximale ($r = -0,22$; $p = 0,05$; $r = 0,23$; $p = 0,04$) respectivement en 2018, et (Fig.108).

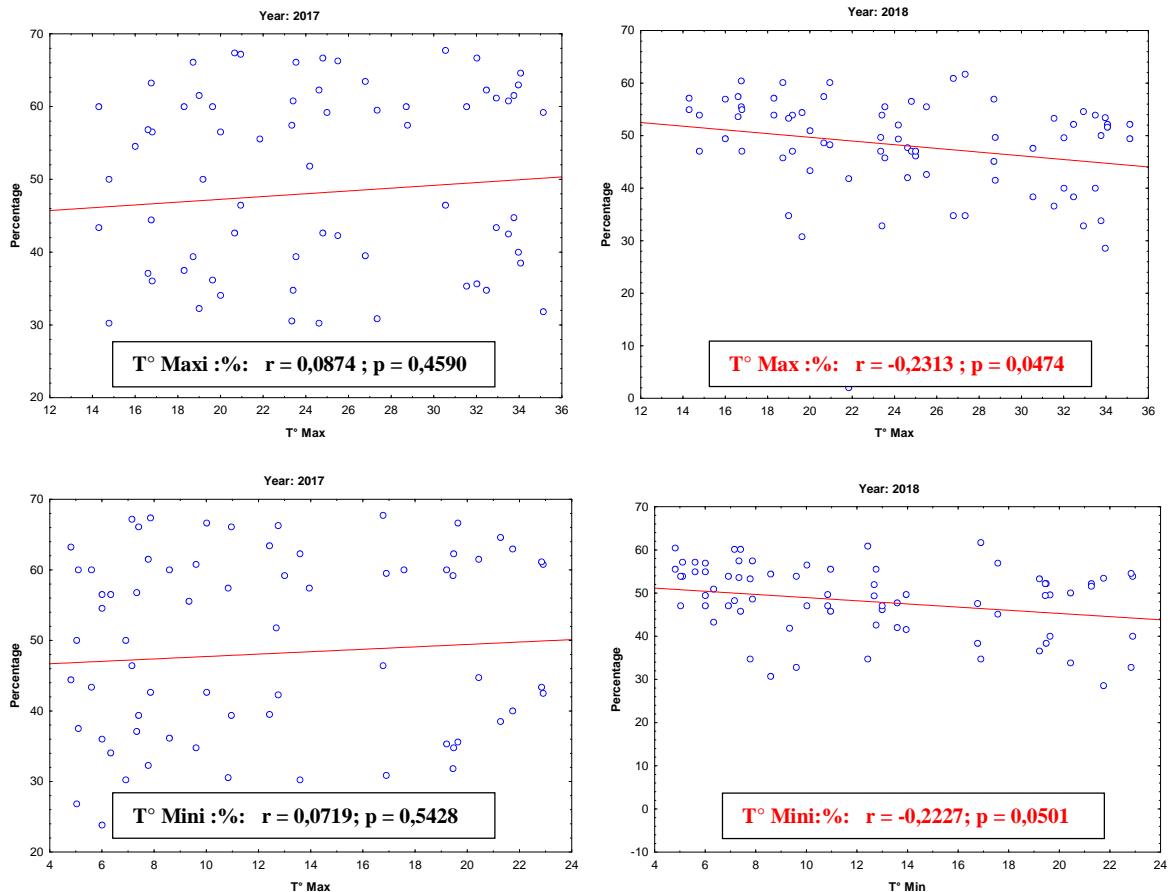


Figure 108 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation de la mortalité d'*I.purchasi* en 2017 et 2018, par le Test de corrélation linéaire.

❖ Discussion

Dans le cadre du présent travail, il est mentionné que le suivi des fluctuations des populations de la cochenille australienne a mis en évidence la présence de trois périodes d'activité intense sur le clémentinier à Sidi Moussa durant les deux années d'étude (2017et 2018) : 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 (PS₁), estivale (PS₂) et automnale (PS₃). Cet aspect biologique d'*I.purchasi* montre le rôle important que joue la plante hôte sur la densité des populations de

la cochenille. En outre, l'infestation d'*I.purchasi* dépasse largement les 40% durant les deux années d'étude où les larves étaient les plus abondantes. On peut dire que le développement de la cochenille s'explique par l'influence de la plante hôte et les conditions agro-environnementales de la région de Sidi Moussa d'une part et d'une autre part, par l'activité très importante des fourmis observée dans le terrain. En effet, les fourmis ont développé un lien de mutualisme avec les cochenilles qui sécrètent le miellat. Cette mutualisation permet aux fourmis de s'alimenter grâce aux cochenilles et les cochenilles sont protégées des prédateurs par les fourmis ce qui favorise leur développement et leur diffusion.

L'établissement relativement d'*I. purchasi* dans les îles Galapagos (Peck *et al.*, 1998) a suscité des inquiétudes parce que le ravageur a attaqué un large éventail de plantes, y compris une partie de la flore endémique, et pourrait mettre en danger la flore indigène et la faune qui en dépendent (Roque-Albelo, 2003). En Hongrie et en République tchèque *I. purchasi* est considéré comme un insecte ravageur des serres (Hlavjenkova et Šefrová (2007) ; Kozár *et al.*, 2013). En outre, Morales et Bain (1989) ; Soares *et al.* (1999) et Bodenheimer (1951) constatent, également, que *I.purchasi* a une affinité pour les agrumes. Hadad et Aggoun (2015) ajoutent que l'effectif moyen de la Cochenille australienne est plus élevé sur le citronnier par rapport à l'oranger.

En revanche, la biologie d'*I.purchasi* a été déjà étudiée par différents chercheurs où les chiffres annuels des générations sont entre 2 et 4, quand nous considérons régions avec des conditions abiotiques différentes. Dans Palestine 3,5 générations par an sont la règle. Dans des années exceptionnelles, 3 ou 4 générations peuvent se produire (Bodenheimer, 1951). Sur la «Plaine côtière», la cochenille est capable de produire 3-4 générations par an selon conditions météorologiques (Avidov et Harpaz, 1969). Dans le nord-ouest de l'Argentine, on a noté 3 (Nasça, *et al.*, 1981) et 2 à Valdivia (Chili) (Reboledo-Carrillo, 1988). Sur le continent européen, particulièrement au Portugal, il est possible de compter 4 générations annuelles, mais la règle générale est 3 avec une activité de reproduction en Février, juillet et septembre (Amaral, 1982 et Soares, 1980). Les mêmes résultats sont rapportés par Garrido et Busto (1987) et Climent (1990) qui signalent qu'en Italie, la cochenille peut développer 3 générations avec l'éclosion des larves en février, Juin et septembre mais seulement 2 générations à Antibes (Sud de la France). De même qu'en Espagne, ils ont noté 3 générations annuelles (Hoddle *et al.*, 2013). Les études menées par Ghanim, *et al.*, (2013) en Egypte montrent que *I. purchasi* développe 3

générations ; par contre (Awadalla., 2017) mentionne que cette cochenille n'a enregistré qu'un seul pic d'abondance sur Grenadier au début du mois de septembre.

L'étude de la variation saisonnière de la densité des populations d'*I.purchasi* montrent que l'incidence de cet insecte en général, s'est produite dans les saisons de l'année avec des taux proches. Considérant que, les pourcentages les plus élevés de la cochenille ont été observés dans les mois d'automne suivis des mois d'été ; nos résultats concordent avec ceux de Soares et al., (1999) qui ont travaillé sur la même espèce sur oranger en Island et ceux de Attia et Youssef, (2017) qui ont travaillé sur la densité de population de *Icerya seychellarum* (Westwood) sur les vergers de guava en Egypte ainsi que ceux de Awadalla, (2017) sur grenadier en Egypte. Par contre, Mesbah et al., (2011) mentionnent que la cochenille est plus abondante pendant les saisons automnale et hivernale sur *Acalypha wilkesiana* en Alexandrie (Egypte). Osman (2005) a ajouté que les moyennes quotidiennes des températures et l'humidité relative pourraient gouverner l'activité saisonnière de *I. seychellarum* sur les mûriers.

Selon Martin et al., (1984), l'attraction printanière et l'installation des insectes ravageurs sur les plantes hôtes dans les études de bio éco-éthologie sont associées aux constituants chimiques et biochimiques des plantes lesquels permettent à l'insecte de reconnaître les structures lui servant de nourriture. Les sucres de sève, dont les Homoptères, se localisent ainsi sur des parties tendres des jeunes pousses et jeunes feuilles de l'arbre qui sont riches notamment en sucres solubles (Dugravot et al., 2007). Chaque insecte recherche la plante hôte susceptible de lui procurer les substances nutritives indispensables à son évolution. Les opophages recherchent de ce fait une alimentation présentant des acides aminés. La teneur de ces derniers est élevée pendant la croissance de l'arbre, ce qui coïncide avec des densités élevées des ravageurs (Dixon et al., 1997).

L'influence de la plante hôte sur les populations des cochenilles se manifeste avant tout par le choix de l'organe végétal. Au vu des résultats enregistrés sur la répartition de cette cochenille en fonction de l'organe végétal, nous pouvons affirmer que cette espèce est active sur les rameaux que sur les feuilles de clémentinier. Après avoir quitté le sac d'œufs, les chenilles s'installent le long des nervures centrales et des nervures des feuilles. Les deux instars suivants migrent vers les rameaux et les branches les plus grands et finissent par muer dans la «femelle» adulte (Morales et Bain, 1989). En outre, Jacas et Urbaneja (2010) en Espagne et Nowrin et al., (2019) au Bangladesh ont observé l'abondance maximale d'*I.purchasi* était sur

les feuilles de manguier. Cet insecte attaque principalement branches, brindilles et feuilles des plantes hôtes. Les feuilles et les petites rameaux des plantes hôtes sont principalement endommagés par les stades immatures de la cochenille due à leur dépendance alimentaire (Nowrin, et *al.*, 2019). Les larves plus âgées sont surtout observées dans les brindilles tandis que les adultes migrent vers les branches et les tiges plus grandes (Hamon et Fasulo 2005). Les observations similaires ont également été rapportées par Esfandiari et Mossadegh, (2007) pour *I.purchasi* sur oranger en Iran. Selon Soares *et al.*, (1999), les stades de développement de *I.purchasi* migrent vers les organes de la plante. Les larves commencent leur migration à partir des branches vers les feuilles, après quoi ils feront une nouvelle migration vers les branches à partir de la nouvelle génération.

Les cochenilles diffèrent des autres taxons d'insectes parce que leur modèle de distribution dans les stades suivants est façonné par la mobilité de tous les stades. Les expériences menées par Bodenheimer (1951) ont montré que les femelles adultes se déplacent sur de très courtes distances. Le comportement thigmotactique typique du robot, en tant que facteur majeur, ainsi que d'autres comportements intrinsèques des cochenilles (par exemple, tendance à s'installer près de la femelle parente, phototaxie lors de la dispersion des chenilles) déterminent la distribution de la population de la cochenille

Le degré d'infestation différent entre les larves et les adultes est donc s'expliquer par le fait que les larves de courte distance ont tendance à s'éloigner de la cochenille mère ou de l'ovisac et par leur comportement thigmotactique caractéristique pour s'installer le long des côtes médianes des feuilles. Alors que les premiers stades ont tendance à se fixer sur la nervure centrale des feuilles, les femelles adultes migrent vers les branches et les rameaux (Bodenheimer, 1951).

Le climat joue un rôle déterminant sur la distribution géographique, sur le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles (Huffaker et *al.*, 1999). Les arthropodes sont des espèces poïkilothermes, dont la température corporelle varie en fonction de la température du milieu dans lequel ils vivent. Chez ces espèces, du printemps à l'automne, la température détermine l'initiation et le déroulement des processus vitaux tels que la croissance, l'alimentation, la mobilité, le développement et la reproduction (Roy et autres, 2002). Par ailleurs, les cochenilles ont

développé des mécanismes, tels la diapause ou la migration, qui leur permettent d'échapper aux conditions extrêmes de l'hiver (Dansk, 1991).

L'incidence des changements climatiques sur l'entomofaune est très complexe. Plusieurs travaux de recherche ont été réalisés sur ce sujet dans des systèmes expérimentaux contrôlés, où l'effet d'un seul paramètre a été étudié, ce dernier étant, dans la plupart des cas, l'effet de la température. Cependant, les changements qui nous affecteront résultent plutôt de modifications lentes et progressives du climat touchant plusieurs paramètres. On possède beaucoup moins d'information sur l'impact des changements climatiques sur la dynamique des interactions numériques entre les ravageurs et leurs ennemis naturels (Huffaker *et al.*, 1999), laquelle est également régie en grande partie par les conditions climatiques. Nul doute que de tels changements climatiques nécessiteront de nombreux ajustements au niveau de l'application de la lutte intégrée en agriculture

Cependant, Ghanim *et al.*, (2013) mentionnent que, le maximum et le minimum ainsi que la température moyenne ont montré un effet très positif significatif sur la densité de population de *I. purchasi*. D'autre part, l'humidité relative maximale, minimale et moyenne a montré des effets significatifs très négatifs ou des effets négatifs de la densité de population. Abbassi (1975) a rapporté que les facteurs climatiques contrôlent relativement les populations de Cochenilles. Le froid est considéré comme plus critique que la chaleur, jouant un rôle déterminant dans les distributions et l'abondance des Cochenilles.

L'une des difficultés rencontrées dans la détermination du cycle de vie, de l'oviposition et de la longévité d'*I. purchasi* est le modèle du processus de ponte, puisque les œufs sont continuellement pondus dans l'ovisac protecteur. Ce processus rend difficile à évaluer le moment exact de la ponte et, par conséquent, la durée de vie totale d'*I. purchasi*. De même, il est également difficile d'évaluer la fécondité totale depuis l'éclosion des œufs continuellement et les chenilles émergentes de l'ovisac sporadiquement. Cependant, il ressort de cette étude que la fécondité moyenne de la cochenille australienne sous les conditions algériennes varie de 612 à 618 œufs pondus par femelle et elle passe par trois périodes de ponte : automnale, printanière et estivale. Et la moyenne la plus élevée de la fécondité semble être favorisée au moins par la température ambiante mensuelles et les faibles précipitations. Kinuthia et Mwangi, (1988) indiquent que la fécondité élevée est probablement une réflexion sur le meilleur état de santé des individus, qui peuvent prévaloir dans les mois plus secs.

Le nombre des œufs produits dépend de la taille du corps, de la condition de l'hôte et des conditions climatiques (Morales et Bain, 1989). En effet, Balachowsky (1939), indique que, la ponte peut atteindre jusqu'à 2.000 œufs pour un individu hermaphrodite. En élevage Michel., (1973) n'a jamais observé de ponte aussi importante où le maximum était de 488 œufs. La ponte ne s'effectue jamais en une seule fois. Selon le même auteur, elle est toujours étalée dans le temps et peut durer jusqu'à 45 jours. Même lorsqu'elle est numériquement peu importante, l'émission des œufs est répartie sur plusieurs jours. Taylor (1984) soutient que la ponte est un indice de la distribution spatiale caractéristique de l'espèce, mais certaines études ont montré qu'elle n'est pas spécifique à l'espèce et varie selon les environnements et les stades de développement (Banerjee, 1976, Downnng, 1986).

Des mâles et des femelles d'*I. purchasi* ont été observés dans diverses parties tempérées du monde. Cependant, la présence des mâles était extrêmement rare (Bodenheimer, 1951 ; Hamon et Fasulo 2005 ; Kim *et al.*, 2011 ; Morales et Bain, 1989). *I.purchasi* est un hermaphrodite fonctionnel, c'est-à-dire qu'un adulte a, à la fois des organes reproducteurs mâles et femelles et, il est capable d'autofécondation, ce qui élimine le besoin de s'accoupler avec d'autres individus de la même espèce. Les cellules reproductrices de premier stade a des gonades appariées composées de parties femelles et mâles (Alvarez *et al.*, 2012). Chez la larve du deuxième stade larvaire, les cellules reproductrices sont divisées en deux groupes, de grandes cellules diploïdes qui se développent en gamètes femelles et des cellules haploïdes plus petites qui se transforment en gamètes mâles. Au troisième stade larvaire, la partie femelle de la gonade est composée de jeunes ovarioles et la partie mâle est constituée de spermatides (ces derniers se développant plus tard en spermatozoïdes) contenus dans un follicule testiculaire. Lorsque la larve du troisième stade mue au stade adulte, les ovarioles (tubes contenant des ovules) et les tubules testiculaires (contenant des spermatozoïdes) sont reliés à un conduit commun qui permet l'autofécondation des ovules. Dans ce système, les hermaphrodites ne produisent toujours que des hermaphrodites, et très rarement des mâles ailés sont produits (Alvarez *et al.*, 2012). Au cours de cette étude, les mâles n'ont pas été trouvés bien qu'une recherche persistante ait été faite. Par conséquent, la présente étude ne concerne que les hermaphrodites.

Sa capacité à s'autoféconder permet à un seul individu d'établir une nouvelle colonie par lui-même, tandis que la consanguinité occasionnelle peut maintenir la variation sur laquelle la sélection peut agir, lui permettant de s'adapter aux nouvelles conditions écologiques plus rapidement que la reproduction clonale ne le permettrait (Mongue *et al.*, 2020). Ce système, bien que physiologiquement distinct de celui des pucerons (autres hémiptères), présente une similitude écologique frappante avec leur parthénogenèse avec reproduction sexuée occasionnelle (Blackman, 1980). Dans chacun d'eux, un seul individu à la capacité de fonder une nouvelle population : soit en s'auto-affectant ou par la production parthénogénétique comme chez les pucerons. De même, les deux systèmes conservent une capacité de reproduction sexuée via l'accouplement avec des mâles rares. Les cochenilles et les pucerons partagent un mode de vie phytophage similaire, il vaut donc la peine de considérer que des pressions sélectives pour exploiter la gamme géographique et phylogénétique des plantes hôtes ont produit une dynamique de reproduction complémentaire chez ces herbivores. La compréhension de ces systèmes est donc importante non seulement pour la théorie de l'évolution, mais aussi pour le développement de stratégies de gestion de ces ravageurs des cultures (Mongue *et al.*, 2020).

En outre, les résultats de ce présent travail montrent que les trois périodes d'activité et de ponte en 2017 débutent un peu tard par rapport à l'année 2018. 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 aux conditions environnementales de la région d'étude. Les travaux mené par Benassy (1975) explique que l'influence climatique se traduit un décalage de la date d'apparition des diverses générations et l'échelonnement des périodes d'éclosion des cochenilles.

L'examen de la mortalité montre que celle-ci touche plus de 40% des individus de la cochenille australienne sur clémentinier. Cependant, cette mortalité peut être expliquée par la sensibilité de ces individus vis-à-vis des aléas climatiques, notamment la température et la pluviométrie, qui jouent un rôle important dans la limitation des populations. Et elle peut être aussi d'ordre physiologique, cas des jeunes femelles qui deviennent plus sensibles durant leur changement physiologique pour donner des femelles adultes. Selon Dajoz (1985), les facteurs écologiques agissent sur les êtres vivants en modifiant leurs taux de la mortalité, ainsi que sur les cycles de développement, et alors sur les densités des populations. La mortalité naturelle affecte tous les stades, mais à des degrés différents. Pour les jeunes stades, elle est due aux conditions climatiques et pour les femelles adultes est de nature physiologique.

3 - Ecologie de *Novius cardinalis*

Dans ce chapitre, nous allons d'abord dresser l'incidence de prédation chez les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier durant notre expérimentation et nous aborderons par la suite l'aspect écologique et biologique de son prédateur *Novius cardinalis*.

3.1 – Incidence globale

Les résultats reportés dans la figure n°1, montrent que l'incidence de *Novius cardinalis* est nettement éprouvée dans les populations d'*I.purchasi*. En effet, au cours de l'année 2018, l'incidence a atteint 51% alors qu'en 2017 on a enregistré que 37,18 %. Ce résultat est dû vraisemblablement et principalement aux applications phytosanitaires effectuées dans le verger d'étude (Fig.109).

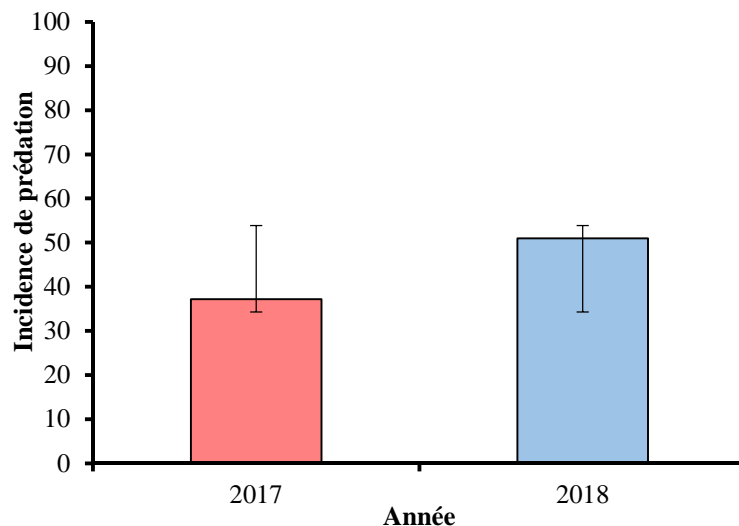


Figure 109 : Incidence de la prédation globale sur les populations *I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

3.2 - Incidence saisonnière

Compte tenu des résultats de l'incidence saisonnière, Durant les deux années on constate que le taux de prédation est nettement émérite en automne (42,62% et 54,74%) et en été (37,54% et 58,68 %) respectivement (fig.1). Les taux de prédation enregistrés durant la saison hivernale et printanière sont relativement proches durant les deux années d'étude où nous avons noté 34,01% et 34,40% respectivement en 2017 et 46,34% et 42,88% respectivement en 2018. (Fig.110).

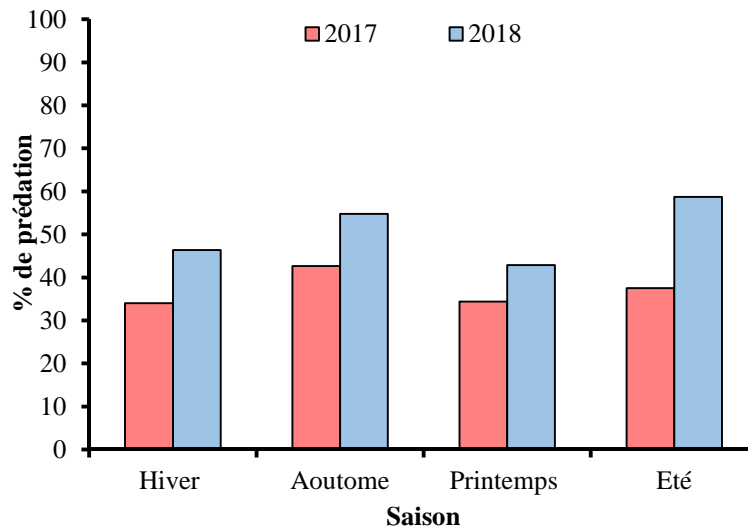


Figure 110 : Incidence saisonnière de la prédation dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

3.3 - Incidence selon l'organe végétal

Les résultats de l'incidence selon l'organe végétal reportés dans l'histogramme ci-dessous montrent clairement que l'activité de la coccinelle est nettement importante au cours les deuxième d'année d'étude sur les rameaux que sur les feuilles. En effet, sur les rameaux, on note des pourcentages 53,88% en 2017 et 72,86% en 2018. Alors que sur les feuilles, nous avons notés de très faibles taux qui avoisinaient 3,58% et 5,25% en 2017 et 2018 respectivement. Ceci est surtout lié à la densité de son hôte sur arbre où ils trouvent les meilleures conditions de son développement (Fig.111).

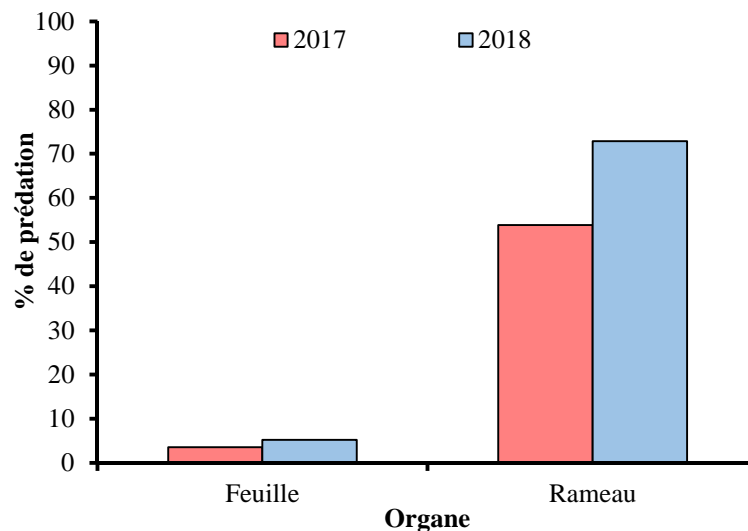


Figure 111 : Incidence de la prédation dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier selon l'organe végétal dans la région de Sidi Moussa durant l'année 2017 et 2018.

3.4 – Fluctuation de l’incidence mensuelle de la prédation

Les résultats consignés dans les graphes ci-dessous montrent que la prédation globale, tous stades confondus chez *I.purchasi*, fluctue tout au long de la période d’étude. Néanmoins, on remarque que l’activité prédatrice du prédateur passe par trois périodes : automnale, printanière et estivale. Ces taux sont notés en 2017 et 2018 respectivement : le premier durant le mois de mars avec 46,70% et 55,84%, le second au cours du mois d’aout avec 48,40% et en mois de juillet avec 65,31% et le dernier durant le mois de novembre avec des taux de 50% et 60,63%. Par ailleurs, c’est au courant de la saison estivale que les plus forts taux de prédation sont enregistrés (Fig.112). On peut dire que, La ratio prédateur-proie a été meilleur au cours de la période allant du mois de septembre à décembre durant la première année. Alors que, au cours de la seconde année, il a été le meilleur durant la période du mois de juillet au mois de novembre.

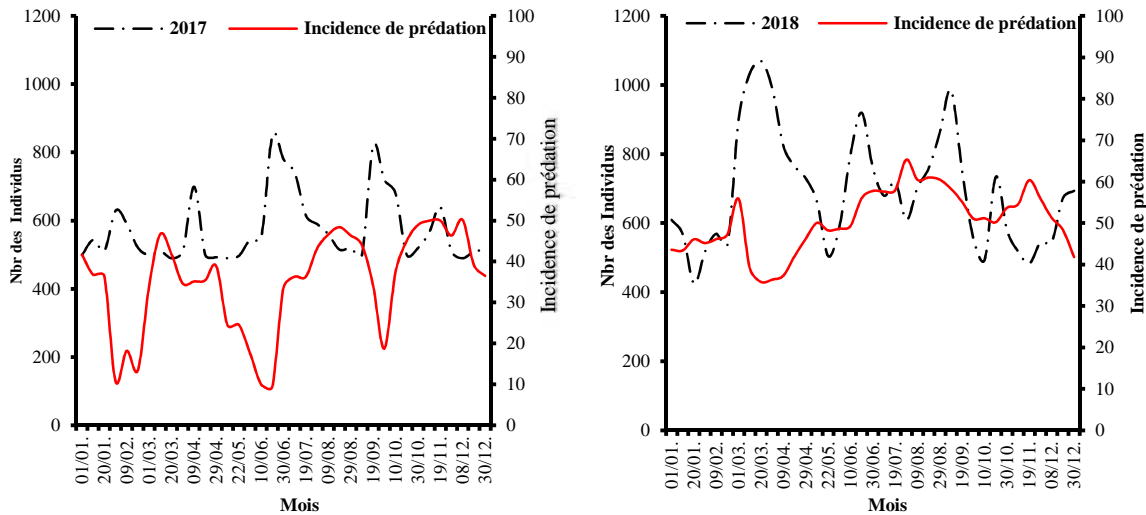


Figure 112: Variation temporelle globale de l’incidence de prédatons chez *I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017 et 2018.

3.5 - Fluctuation de l’incidence de prédation comparative

Des résultats que nous avons obtenus durant les deux années d’étude, nous avons remarqués que l’allure des tendances des populations larvaires d’*I. purchasi* et de *N. cardinalis* suivent une courbe classique de réponse prédateur-proie (Fig.113). Le prédateur augmente ses populations en réponse à la densité de sa proie et diminue une fois que les populations du ravageur sont en déclin. La baisse rapide du nombre de la cochenille indique que le prédateur a

eu un impact notable sur les populations d'*I. purchasi*. Aussi bien sur les larves que sur les adultes, nous remarquons une synchronisation parfaite.

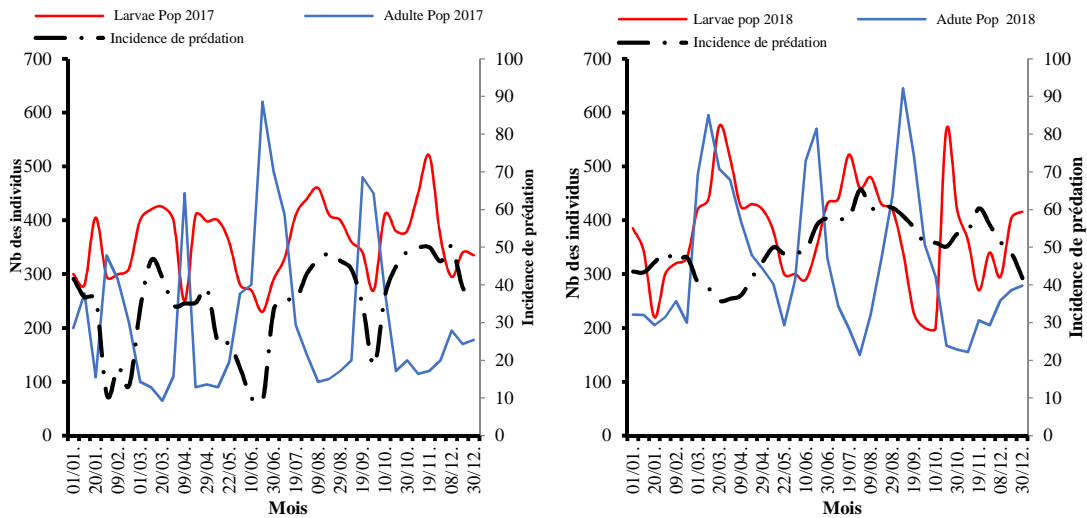


Figure 113 : Variation temporelle globale de l’incidence de prédatons chez *I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa durant l’année 2017 et 2018.

3.6 - Biologie de *Novius cardinalis*

3.6.1 -Fluctuation de l’abondance comparative des stades évolutifs

L’abondance comparative des stades évolutifs : de *N.cardinalis* sur *I.purchasi* montrent que le stade le plus abondant est représenté par les adultes avec un pourcentage de 39,63% regroupant les femelles et les mâles adultes. Les formes larvaires viennent en seconde position avec un pourcentage de 22,89% suivi par celui des œufs (21,13%) et les nymphes (16,35%) (fig.114).

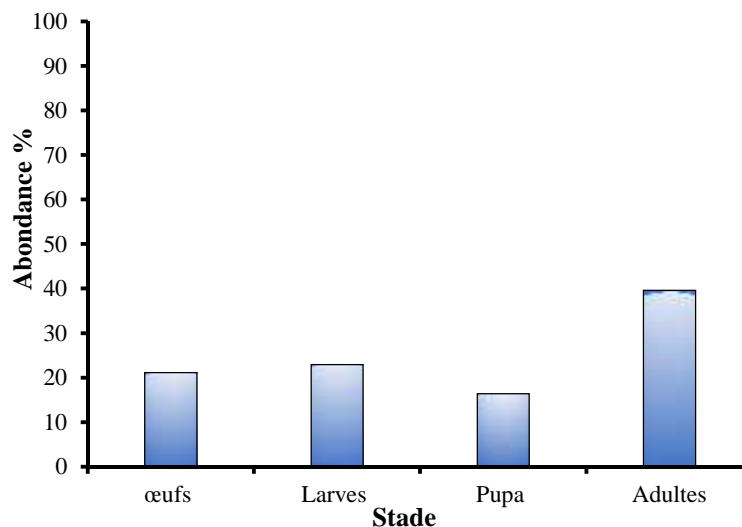


Figure 114 : Abondance globale comparative d’*N.cardinalis* sur *I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.2 - Variation de l'abondance saisonnière

L'étude de la distribution spatio-temporelle de *N. cardinalis* révèle que l'activité du prédateur et surtout liés à la densité de son hôte sur l'arbre et où ils trouvent les meilleures conditions de leur développement.

En effet, Les résultats des variations saisonnières de la population globale de *N.cardinalis* montrent que les plus forts taux sont enregistrés durant la saison estivale avec 42,14% suivi par la saison printanière et automnale avec 36,61% et 20,47%, respectivement. Par contre, le plus faible taux est noté durant la saison hivernale avec 0,78%

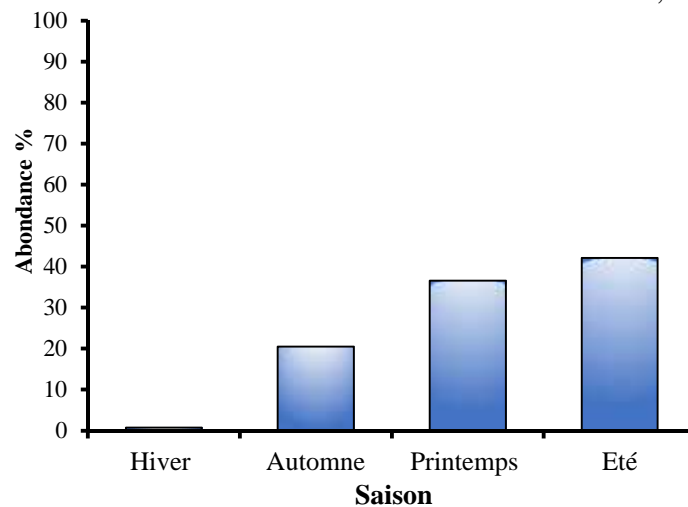


Figure 115 : Abondance saisonnière globale de *N.cardinalis* dans les populations d' *I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

Les résultats reporté dans la figure ci-dessous, montrent que les œufs sont observables et plus abondants durant la saison estivale (22,70%) et printanière (22,61%). Par contre, ces œufs sont totalement absents au cours de la saison hivernale. En outre, les formes larvaires de la coccinelle sont plus abondantes durant la saison automnale (26,28%) suivi par la saison estivale (23,83%) et le plus faible taux est noté durant la saison hivernale (7,69%). Par contre, les nymphes de *N.cardinalis* sont présentes durant toutes les saisons avec des pourcentages similaires qui varient de 15,27% en printemps à 17,23% en automne (Fig.116).

La même figure révèle que l'abondance des stades adultes de *N.cardinalis* est maximale pendant la saison hivernale avec 72,92%. Au cours de la saison printanière et automnale sont présent avec des pourcentages de 41,88% et 40,44% respectivement. L'abondance la plus faible est notée durant la saison estivale avec 36,60% (Fig.116).

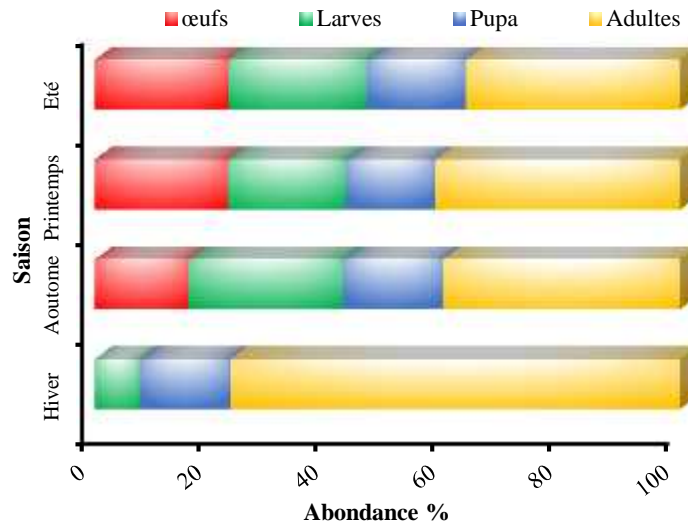


Figure 116 : Abondance saisonnière comparative de *N. cardinalis* dans les populations d'*I. purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.3 - Abondance selon l'organe végétal

L'Abondance de la coccinelle selon l'organe végétal montre que les populations de *N. cardinalis* sont plus abondantes sur les rameaux (66,08%) que sur les feuilles (33,92%) du clémentinier (fig.117). En outre, L'examen de l'abondance comparative des individus selon les organes végétaux du clémentinier montre que tous les stades de développement de la coccinelle sont plus abondants sur les rameaux que sur les feuilles exception faite pour les nymphes qu'ils sont plus abondants sur les feuilles que les rameaux (fig.118).

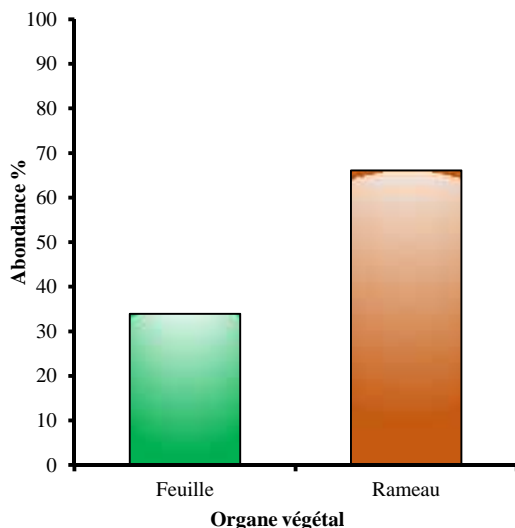


Figure 117 : Abondance globale de *N. cardinalis* dans la région de Sidi Moussa en 2017.

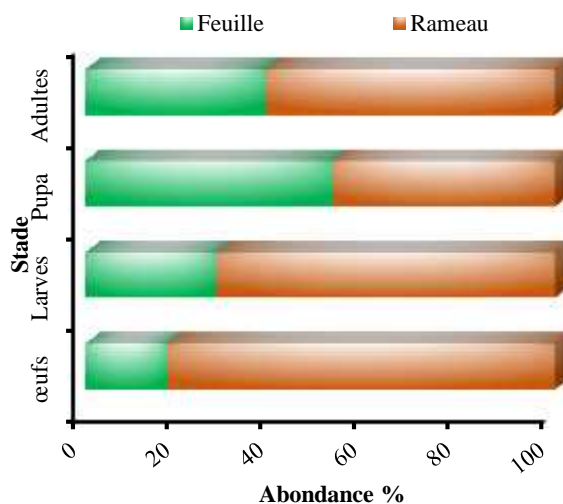


Figure 118 : Abondance comparative de *N. cardinalis* dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.4 – Evolution de *N.cardinalis*

3.6.4.1 – Evolution globale de *N.cardinalis*

L'examen global des fluctuations des populations de la coccinelle fait apparaître la présence de trois périodes d'activité importante dans les populations d'*I.purchasi* : une période printanière, une estivale et une automnale (Fig.120). Les sommets les plus importants sont enregistrés au cours de la période estivale et automnale. Toutefois, on constate trois sommets bien distincts : le premier pic est noté au début du mois d'avril (420 individus), le second et le dernier qui restent les plus importants sont notés durant les mois de juillet et le mois d'octobre avec 875 et 852 individus, respectivement. Après le mois de novembre, aucun individu n'est retrouvé sur les arbres, ce qui indique probablement le début de la période d'hivernation (Fig.119).

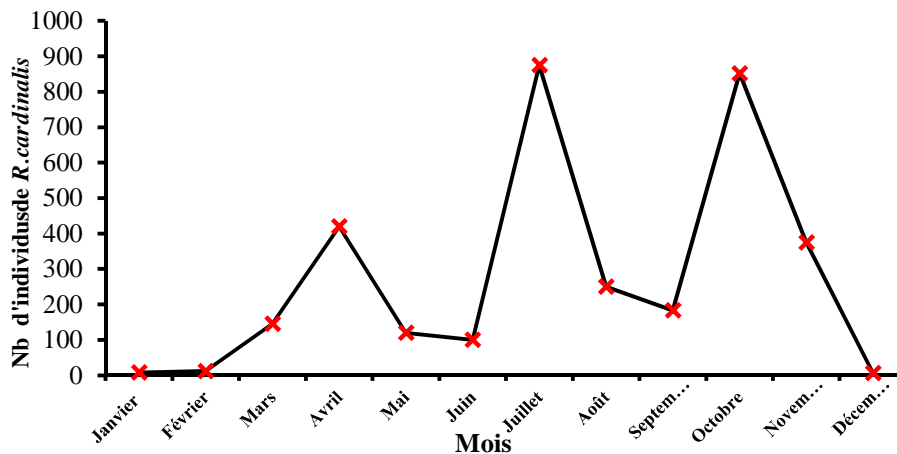


Figure 119 : Fluctuation globale des populations de *N.cardinalis* dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017

3.6.4.2 - Evolution des œufs

Durant la période d'étude, nous n'avons pas remarqué la présence des œufs pendant la période hivernale. Dès que les conditions atmosphériques sont redevenues clémentes, on remarque une reprise de la ponte pour culminer durant le mois de mars où elle représente 17,24% de la population totale de la cochenille. Par la suite, le nombre d'œufs suit la même allure jusqu'au mois de juillet où il affiche le deuxième pic avec un pourcentage de 25,49%. De cette date, on assiste à une régression graduelle des œufs pour atteindre les 10,93% au cours du mois de septembre. La ponte reprend encore une fois et affiche son plus fort taux le mois d'octobre (31,22%) (Fig.120).

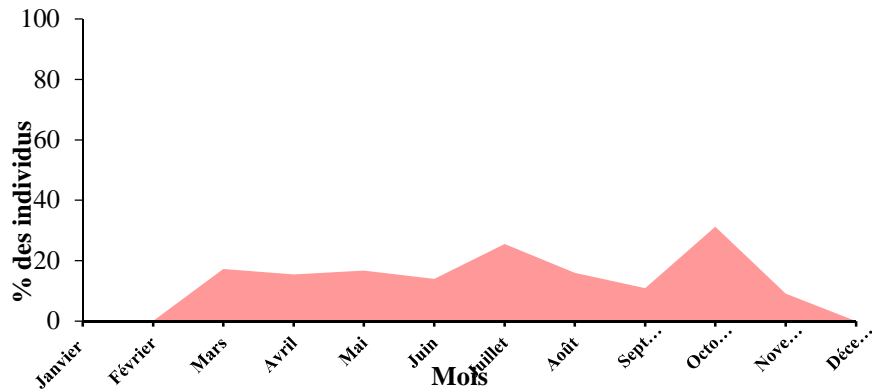


Figure 120 : Fluctuation des œufs de *N.cardinalis* dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.4.3 - Evolution des populations larvaires

L'analyse des fluctuations de l'ensemble des stades larvaire illustrée sur la figure 121 montre également trois périodes d'activité intense. La première période enregistre son sommet au cours du mois de mai avec 37,93% de la population totale. Elle est suivie par la deuxième, qui s'étale de mois de juin (25%) jusqu'au mois de septembre. La troisième, est notée entre la fin septembre jusqu'au mois de novembre en passant par un maximum durant le mois d'octobre avec 28,76%. A partir de cette date, on assiste une régression graduelle des larves pour s'annuler à partir du mois de décembre (Fig.121).

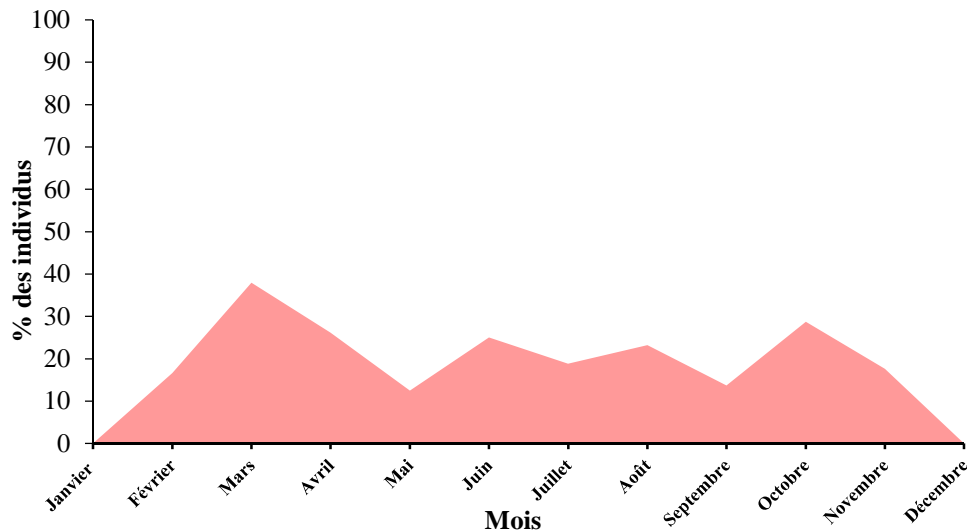


Figure 121 : Fluctuation des larves de *N.cardinalis* dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.4.4 - Evolution des nymphes

L'analyse des fluctuations des nymphes, montre également trois périodes de développement. Celles-ci coïncident généralement avec les périodes d'apparition des adultes. En effet, nous avons enregistré trois pics : le premier a lieu en mai avec 29,17%. Le second est noté au mois de septembre avec 37,16%. Un dernier sommet qui renferme les effectifs les plus élevés est aperçu au cours du mois de décembre avec 66,67% (Fig. 122).

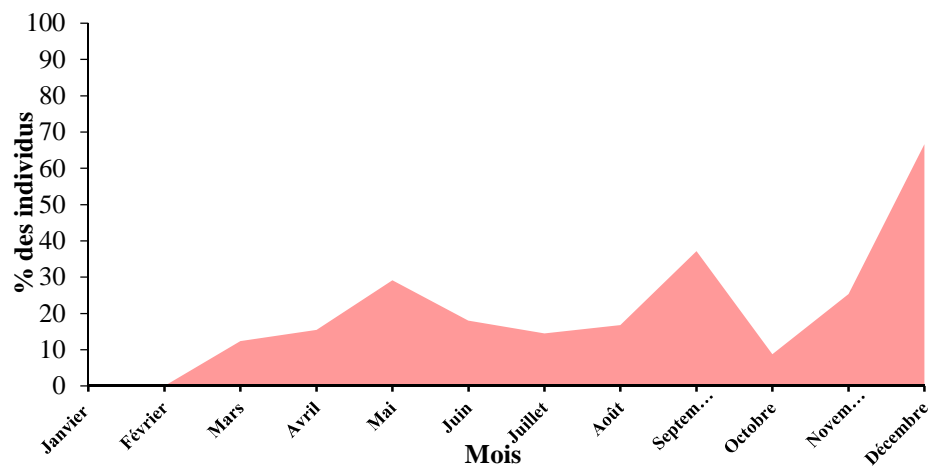


Figure 122 : Fluctuation des nymphes de *N. cardinalis* dans les populations d'*I. purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

3.6.4.5 - Evolution des adultes

L'analyse des résultats repris dans la figure ci-dessous, montre que les adultes sont présents durant toute l'année où leur taux varie entre 30 et 100 % du mois de janvier au mois de décembre. Notons que ce stade représente le stade hivernant du prédateur. A partir de la fin du mois de février, nous remarquons que ces derniers vont à la recherche de leurs hôtes pour y pondre leurs œufs et leur nombre commence à diminuer pour atteindre leur plus bas niveau au cours du mois de mars (32,41%). De cette date, les adultes vont se maintenir dans les populations de la cochenille durant toute la période printanière, estivale (Fig.123).

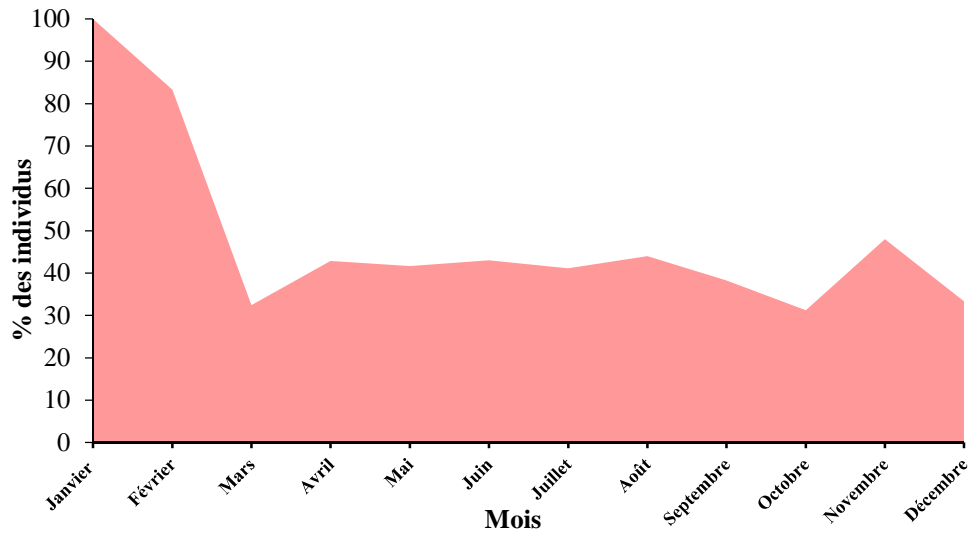


Figure 123 : Fluctuation des adultes de *N. cardinalis* dans les populations d *I. purchasi* sur clémentinier dans la région de Sidi Moussa en 2017.

L'analyse mise en évidence par le test de corrélation linéaire à l'aide du logiciel Statistica (ver. 8.0.1), montre l'existence d'une relation étroite entre l'évolution de l'abondance globale de *N. cardinalis* et la variation des températures ($p < 0.0001$) (Fig. 124).

La même analyse montre que les abondances des larves, nymphes, des adultes femelles et mâles de *Novius* sont fortement corrélées avec les valeurs des températures minimales et maximales des deux années avec des différences très hautement significatives (Fig.125).

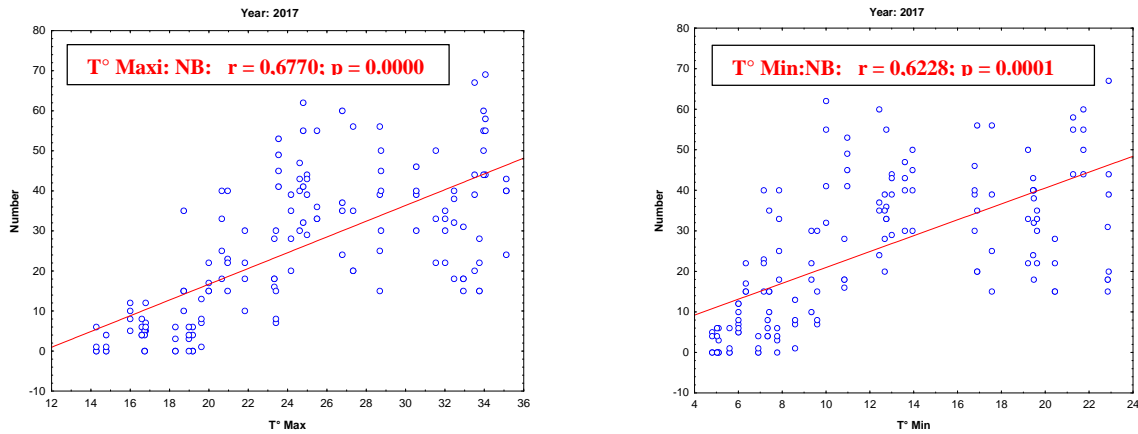


Figure 124 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation de l'effectif globale de *N. cardinalis* en 2017, par le Test de corrélation linéaire.

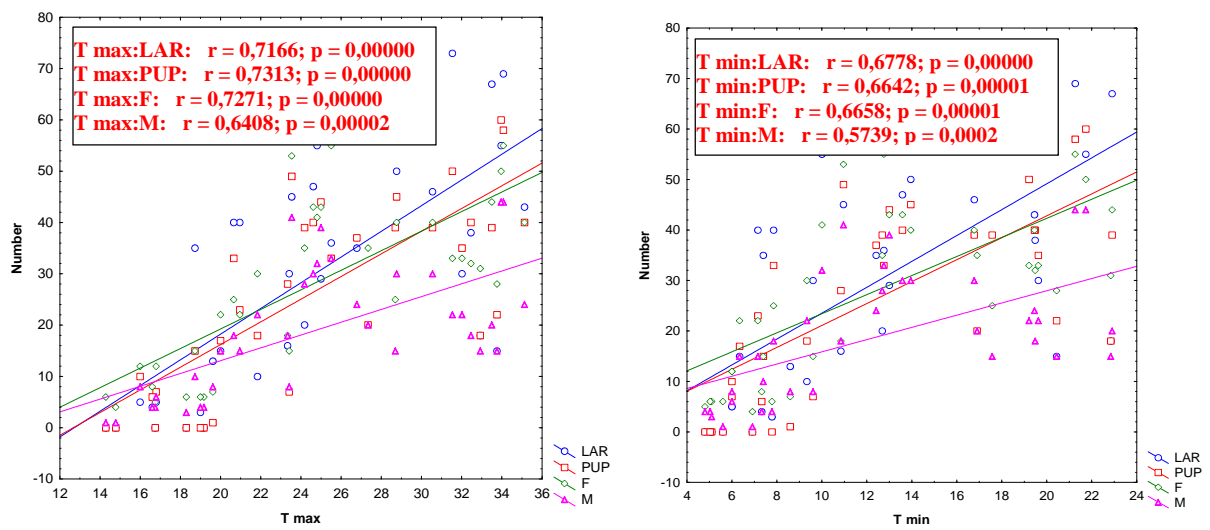


Figure 125 : Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation des effectifs des différents stades de *N. cardinalis* en 2017, par le Test de corrélation linéaire.

❖ Discussion

Les résultats de l'étude de l'incidence de prédation révèlent que l'incidence globale de *N.cardinalis* varie de 37 à 51% dans les populations d'*I.purchasi* et l'activité prédatrice de la coccinelle passe par trois périodes : automnale, printanière et estivale. Du point de vue gestion de la conservation, Carolina *et al.* (2011) ont signalé que *N.cardinalis* a démontré les caractéristiques d'un ennemi naturel efficace et devrait être très bénéfique pour les écosystèmes naturels. Les mécanismes d'auto-dispersion ont permis à *N.cardinalis* de suivre *I. purchasi* dans des zones écologiquement sensibles qui sont éloignés et difficiles à atteindre, ce qui rend pour un programme de gestion à base de ce prédateur est très rentable.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent qu'il y a une synchronisation parfaite entre la fluctuation des populations d'*I.purchasi* et son prédateur associé *N.cardinalis*. La diminution de la population de de la cochenille est due principalement à la forte voracité des larves du prédateur contre les jeunes femelles avant même la formation de l'ovisac. Selon Hamed et Hassanien, (1991), *N.cardinalis* est toujours associée aux espèces appartenant aux monophlebides, *Icerya spp.* En outre, ces résultats sont étayés par ceux obtenus par Attia et Youssef, (2017) ; Ghanim *et al.* (2013) ; Abdel-Mageed (2005) ; Abdel-Aleem, (2008) ; Moustafa (2012) et Mohamed (2013) ; qu'ils ont mentionné *N.cardinalis* est un prédateur associé de *I. seychellarum* sur les vergers d'agrumes et de la vigne. De son côté, Khalaf (1987) a mentionné que *N. cardinalis* s'est avéré un prédateur très efficace de *I.purchasi*.

Le ratio prédateur-proie a été meilleur au cours de la période allant du mois de septembre à décembre durant la première année. Alors que, au cours de la seconde année, il a été le meilleur durant la période du mois de juillet au mois de novembre. Nos présents résultats sont en accord avec ceux obtenus par Mesbah (2008) en Egypte où il a signalé que la relation entre *N.cardinalis* et *I.aegyptiaca* a montré des différences significatives au cours des deux années 2005 et 2006.

L'étude de la distribution spatio-temporelle de *N.cardinalis* révèle que l'activité du prédateur et surtout liés à la densité de son hôte sur l'arbre et où ils trouvent les meilleures conditions de leur développement. L'activité alimentaire des coccinellidés adultes peut être sous le contrôle de plusieurs facteurs, notamment la densité d'hôtes (Hodek, 1967), les conditions climatiques ambiantes, la photopériode (Tadmor et Applebaum, 1971) et l'intensité lumineuse

(Heidari, 1989 ; Mackenzie, 1967 ; Thoreau-Pierre, 1976). Ainsi, les facteurs écologiques saisonniers, la disponibilité des proies, le changement de la durée du jour et les extrêmes de température / humidité, peuvent forcer les adultes à entrer en dormance, qui peut varier de la quiescence à un état avancé d'arrêt physiologique (Hagen, 1962).

La gamme d'alimentation des larves de *N. cardinalis* est très probablement définie lorsque les adultes choisissent des proies pour l'oviposition. En effet, *N. cardinalis* pond ses œufs dans ou sur *I. purchasi*. Ce comportement suggère une spécialisation de l'hôte comme il a été observé chez d'autres espèces de coccinellidés (Booth *et al.*, 1995; Kairo et Murphy, 1995; Begon *et al.*, 1996 ; Dajoz, 1982 et 1996 ; Lopez et Kairo, 2003). Ce mutualisme trophique chez *N. cardinalis* a deux conséquences majeures : (1) une sécurité élevée parce que les espèces non ciblées ne sont pas prédateurs comme sources de nourriture et (2) la suppression des cibles élevées parce que toute l'alimentation et la reproduction se produisent sur le ravageur cible (Hoddle, 2004). Une autre raison du succès de *N. cardinalis*, c'est que les coccinellides coccidophages ont des taux de développement plus que ceux de leurs proies (Dixon *et al.*, 1997 ; Dreux, 1980). Cela permet aux coccidophages tels que *N. cardinalis* de réduire avec succès l'abondance des proies (Dixon *et al.*, 1997).

Du point de vue biologiques, les résultats obtenus dans les fluctuations des populations de *N. cardinalis*, montrent que ce prédateur développe 3 générations annuelles : une génération printanière, une génération estivale et une génération automnale. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Abd-Allah (1988) et Ghanim *et al.*, (2013) qui ont signalé que, *N. cardinalis* avaient trois générations sur agrumes en Egypte. Par contre, Awadalla (2017) signale que, *N. cardinalis* avait deux générations sur *Icerya seychellarum* (Westwood) dans les vergers de grenadier en Egypte, une estivale et une automnale. En Espagne, Soares *et al.* (1999) et Alvis *et al.*, (2002) ont suggéré que l'activité des adultes de *N. cardinalis* est plus élevée en été.

La période d'incubation des œufs prends 5 à 7 jours, que le stade larvaire durait 18 à 25 jours et que le stade nymphal prenait 8 à 9 jours (Kirk, 1894 ; Hughes-Schrader, 1930). On rapporte aussi que la coccinelle développe 2,5 générations pour chaque génération de sa proie, *I. purchasi*. La durée de l'œuf à l'adulte prend environ 35 jours en Californie (Coquillett, 1889) ; au Japon de 13 à 20 jours pendant l'été, et de 89 à 168 jours pendant l'hiver dans des conditions de laboratoire (Kuwana, 1922). Au Sud de l'Inde le cycle complet dure 30 à 70 jours (Rao *et*

Cherian, 1944. En Palestine, le développement moyen pendant l'été, est de 21 jours contre 70 à 77 jours en l'hiver (Bodenheimer, 1951). Par contre, sous les conditions algériennes, la biologie *N.cardinalis* n'a jamais été étudiée. Ce présent reste donc une étude pionnière dans la connaissance de la relation écologique entre *I.purchasi* et son prédateur naturel *N. cardinalis*.

La présence et le développement de cette cochenille dans les vergers est souvent le résultat d'un excès de traitements phytosanitaires ou d'applications de produits mal positionnés ayant eu un effet indirect sur la présence et le développement de *Novius cardinalis* qui pond sur les ovisacs de cette Monophlebidae (Balajas, 2015). Toutes les stades évolutifs d'*I.purchasi* sont recouverts de cire, ce qui réduit le l'efficacité de la plupart des insecticides chimiques (Josep-Anton et Ferran Garcia., 2001) où l'utilisation des insecticides empêche la régulation par les ennemis naturels, (Josep-Anton et Ferran Garcia., 2001). En outre, mais l'impact de l'utilisation de ces derniers sur les agents de biocontrôle peuvent provoquer une éclosion de *I.purchasi*, tel qu'il a été enregistré en Afrique du Sud par Hattingh et Tate (1995). Plusieurs auteurs affirme que la lutte chimique n'est pas recommandée pour ce ravageur parce que cette coccinelle est capable de réguler et de maintenir les populations de la cochenille australienne dans les vergers d'agrumes de la région méditerranéenne sous un seuil tolérable (Kibar *et al.*, 2017 ; Uygun *et al.*, 1988 et 2010, Uygun, 1991; Karaca *et al.*, 1996, Sherwood *et al.*, 2016). Une autre raison du succès de *R. (Novius) cardinalis*, c'est qu'elle un taux de développement et un pouvoir de multiplication important plus que celui de sa proie et cela permet de réduire avec succès l'abondance de ce véritable ravageur (Dixon *et al.*, 1997).

The page features a decorative background with a dark blue double-line border. Diagonal lines in various shades of blue (light, medium, and dark) cross the page from the bottom-left to the top-right. The text is centered in a dark blue, bold, serif font.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Le thème traité durant notre étude, se veut être une contribution complémentaire aux différentes études menées depuis plusieurs années sur les ravageurs des cultures arboricoles en Algérie. L'étude menée à Rouïba a porté sur la bioécologie des populations de *Lepidosaphes beckii* sur oranger et elle fait entreprendre une nouvelle approche relative à sa relation avec les parasites hyménoptères Aphelinidae et celle menée à Sidi Moussa porte sur la bioécologie de *Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Monophlebidae) sur clémentinier et mettre l'action sur la biologie et l'incidence de son prédateur vorace *Novius cardinalis*. Cependant, l'étude de la dynamique des populations du ravageur est un élément clé pour comprendre les phénomènes biologiques qui régissent l'évolution du ravageur mais aussi pour mieux définir les techniques de lutte à adopter.

❖ Bioécologie de *Lepidosaphes beckii*

Au terme de notre travail, l'étude de la dynamique des populations de *L.beckii* montre que le ravageur, présente trois périodes d'activité intense sur le oranger dans la région de Rouiba : automnale, printanière et estivale. Mais il apparait que le 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, *L.beckii* présente le chevauchement de trois générations sur l'oranger : automnale, printanière et estivale. 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.

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 de la cochenille est assurée par la fixation des larves néonates, où ces larves recherchent toujours les endroits qui lui assurent un meilleur développement en adaptant à ces besoins physiologiques et aux conditions climatiques. Ceci explique les résultats que nous avons trouvés. La cochenille est abondante durant toutes les saisons, dans tous les fronts de l'arbre et sur tous les oranges végétaux avec des degrés d'infestation différents. Tandis que, sa distribution spatio-temporelle montre que cet insecte après une hibernation, les saisons printanière et automnale sont les plus favorables à son développement avec une préférence de fixation marquée pour le centre et l'est de l'arbre et qu'elle se développe mieux sur 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.

La ponte chez *L.beckii* présente trois périodes : une ponte automnale, printanière et estivale représentant les trois générations de la cochenille où la fécondité printanière reste la plus importante. Les conditions microclimatiques, créées au sein de l'arbre, favorisent cette fécondité. De plus, les feuilles semblent offrir aux cochenilles des conditions nutritionnelles meilleures que les rameaux. Les femelles fixées au centre de l'arbre et sur la face supérieure des feuilles présentent les plus fortes fécondités. Cet endroit semble offrir à la cochenille les conditions environnementales optimales pour sa fécondité où les conditions restent meilleures que la face inférieure 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.

La lecture des résultats appuyée par 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 *L.beckii*. 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.

La mortalité naturelle diffère selon le stade des cochenilles. Elle est d'ordre climatique et par les traitements chimiques pour les stades larvaires du fait l'absence ou de la finesse de leurs boucliers protecteurs, et d'ordre physiologique pour les femelles adultes. En effet, une fois que ces femelles expulsent leurs œufs, se dessèchent et meurent naturellement. Bien que les conditions climatiques jouent un rôle très important dans la distribution spatiale des cochenilles diaspires au niveau d'un arbre, il nous est donc impossible d'apprécier l'effet de l'orientation sur la mortalité des cochenilles. Les endroits les plus exposés aux aléas climatiques sont les plus néfastes au développement de la cochenille. En effet les feuilles restent la partie la plus exposées à ces aléas, et il semblerait que l'épaisseur de l'écorce des rameaux et la rugosité des épidermes restent des endroits défavorables au développement de cette cochenille.

Quant à l'incidence des ennemis naturels, elle est le résultat de l'action des parasitoïdes hyménoptères du genre *Aphytis* et *Encarcia*. Durant notre étude, on a pu identifier trois espèces hyménoptères ectoparasites dans les populations de *L.beckii* qui sont : *A.lepidosaphes*, *A. chrysomphali* et *A. proclia*, et d'une seule espèce endoparasite, *Aspidiotiphagus citrinus*. Notons que c'est la première fois en Algérie, que l'on observe la présence de ces parasitoïdes sur les formes larvaires de la cochenille. Toutes les études menées jusqu'à présent sur les cochenilles diaspires, n'ont jamais rapporté ce type d'information.

Les résultats de la présente étude montrent que, la moyenne du taux globale du parasitisme tout au long de la période d'étude est 23,24 %. L'activité des parasitoïdes de la cochenille passe par deux périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Ces parasitoïdes recherchent beaucoup plus les femelles et les larves du 2^{ème} stade femelles et il est relativement plus important en automne et en été. En revanche, L'activité et la distribution spatio-temporelle des parasites est une conséquence directe à la fois à l'existence de conditions climatiques favorables et à la présence au sein de la population hôte d'une bonne proportion du stade cible.

Les parasitoïdes semblent éviter les endroits ombragés de l'arbre et préfèrent rechercher les cochenilles fixées dans les endroits les plus ensoleillés. En effet, les taux les plus importants de parasitisme sont enregistrés dans les orientations Est et Sud de l'arbre avec une préférence pour la face supérieure de la feuille.

Sur les larves du 2^{ème} stade mâle, nous avons recensé deux ectoparasites *A. proclia*, *A. chrysomphali* qui participent avec un taux de parasitisme de 7,01% et d'un endoparasite *A. citrinus*. Ce dernier est le seul parasite qui se développe au dépend des larves du 2^{ème} stade femelle avec un taux global de 22,19%. Chez ces larves, la fluctuation du parasitisme passe par deux principales périodes : automno-hivernale et printano-estivale. Ces deux périodes semblent être favorables au développement du parasite. La disponibilité du stade hôte semble réguler et conditionner l'action des parasites dans les populations larvaires de la cochenille.

Par ailleurs, des résultats obtenus tout au long de cette étude, nous avons noté que, *A. lepidosaphes* manifeste un taux de parasitisme de 23,89% chez les adultes avec une préférence marquée pour les femelles adultes qui lui offre les conditions nutritionnelles optimales. Compte tenu de la disponibilité des stades adultes de la cochenille, la fluctuation de l'incidence parasitaire chez ces stades est marquée par trois périodes d'activité intense : automno-hivernale, printanière et estivale. Toutefois, il faut noter que les traitements chimiques effectués dans le verger ont contribué certainement à limiter l'action de ces parasitoïdes sur les populations de la cochenille. Les méthodes de lutte biologique ne doivent pas être considérées isolément, mais elles trouvent leur chance de réussite dans des stratégies de lutte intégrée.

Ce présent travail nous a permis de développer les principales particularités écologiques et biologiques de *Lepidosaphes beckii* et sa relations abiotique et biotique dans une biocénose. Cette étude apporte un complément d'informations sur l'impact des parasitoïdes *A. lepidosaphes*, *A. chrysomphali*, *A. proclia* et *A. citrinus*, pour une éventuelle prise en charge raisonnée de méthodes de lutte intégrée dans de bonnes conditions et à chercher à développer l'efficacité des parasites. L'action naturelle de ces derniers dans les conditions climatiques de la région de Rouiba, reste insuffisante pour contrôler en permanence *L. beckii*.

❖ Bioécologie d'*Icerya purchasi*

Comme pour l'espèce précédente, le suivi des fluctuations des populations de la cochenille australienne *I purchasi*, a mis en évidence la présence de trois périodes d'activité intense sur le clémentinier à Sidi Moussa durant les deux années d'étude (2017 et 2018) : une printanière, une estivale et une troisième automnale. *I purchasi* a manifesté trois générations dans la région de Mitidja (Algérie) avec une émission des œufs pendant les mois de mars et avril, mai et juin et le mois de septembre.

En effet, les trois périodes d'activité et de ponte en 2017 débutent un peu tard par rapport à l'année 2018. Ce décalage de développement des populations de la cochenille, dépend des conditions climatiques locales et nutritionnelles. De plus, ce décalage est conditionné par l'état phénologique de la plante hôte (moment des poussées de sève). Pour cette raison nous pouvons dire, que, le décalage remarqué pourrait être dû aux conditions environnementales de la région d'étude.

Au vu des résultats enregistrés, les différents stades sont chevauchants du moment que nous les avons observés, dans presque tous les prélèvements. Ce qui est expliqué que l'influence climatique se traduit un décalage de la date d'apparition des diverses générations et l'échelonnement des périodes d'éclosion des cochenilles. L'hivernation se fait au stade jeune femelle et femelle adulte associé aux larves du 2^{ème} et de 3^{ème} stade. Les femelles de la cochenille australienne sont connues comme étant hermaphrodites capables d'auto-fertiliser et la durée du cycle de vie est étroitement liée aux conditions climatiques locales et à la plante hôte.

La variation d'Abondance saisonnière montre que la cochenille est abondante durant toutes les saisons de l'année avec des moyennes très proches qui varie de 505 à 659 individus pour les deux ans d'étude. Par contre, on constate que les plus fortes moyennes sont enregistrées durant la saison estivale (636 et 659 individus) et la saison automnale (606 et 611 individus) en 2017 et 2018 respectivement.

L'influence de la plante hôte sur les populations des cochenilles se manifeste avant tout par le choix de l'organe végétal. Au vu des résultats enregistrés sur la répartition de cette cochenille en fonction de l'organe végétal, nous pouvons affirmer que cette espèce est plus active sur les rameaux que sur les feuilles du clémentinier. Les feuilles par leur structure et leur finesse, ne semblent pas être un support bénéfique pour cette cochenille. *I.purchasi* par leur modèle de distribution est conditionné par la mobilité de tous les stades de développement contrairement aux cochenilles diaspines. En effet, les stades de développement d'*I.purchasi* migrent vers les organes de la plante. Les larves commencent leur migration à partir des branches vers les feuilles, après quoi ils feront une nouvelle migration vers les branches à partir de la nouvelle génération. Chaque stade recherche l'endroit sur la plante susceptible de lui procurer les substances nutritives indispensables à son évolution.

La fécondité moyenne de la cochenille australienne sous les conditions algériennes varie de 612 à 618 œufs pondus par femelle. Sa capacité à s'autoféconder permet à un seul individu d'établir une nouvelle colonie par lui-même, tandis que la consanguinité occasionnelle peut maintenir la variation sur laquelle la sélection peut agir, lui permettant de s'adapter aux nouvelles conditions écologiques plus rapidement.

L'une des difficultés rencontrées dans la détermination du cycle de vie, de l'oviposition et de la longévité d'*I.purchasi* est le modèle du processus de ponte, puisque les œufs sont continuellement pondus dans un ovisac protecteur. Ce processus rend difficile à évaluer le moment exact de la ponte et, par conséquent la durée de vie totale d'*I.purchasi*. De même, il est également très difficile d'évaluer la fécondité totale sur le terrain depuis l'éclosion des œufs et les larves qui sortent de l'ovisac sporadiquement. Cependant, il ressort de cette étude que la fécondité moyenne la plus élevée semble être favorisée au moins par la température ambiante mensuelles et les faibles précipitations.

Par ailleurs, dans le cadre du présent travail, il est mentionné que le suivi des fluctuations des populations de la cochenille australienne a mis en évidence la présence de trois périodes d'activité intense sur le clémentinier à Sidi Moussa durant les deux années d'étude (2017 et 2018) : une printanière, une estivale et une 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 (**PS₁**) (fin février-début mai) estivale (**PS₂**) (juillet-août) et automnale (**PS₃**) (Octobre-fin Novembre).

La mortalité touche plus de 40% des individus de la cochenille australienne sur clémentinier. En effet, nous avons enregistré un pourcentage de 49,30% durant l'année 2017 et 51,60% au cours de l'année 2018. Cependant, cette mortalité peut être expliquée par la sensibilité de ces individus vis-à-vis des aléas climatiques, notamment la température et la pluviométrie, qui jouent un rôle important dans la limitation des populations. Et Elle peut être aussi d'ordre physiologique, cas des jeunes femelles qui deviennent plus sensibles durant leur changement physiologique pour donner des femelles adultes. Nos résultats montre que la fluctuation globale de la mortalité d'*I.purchasi* passe par en 4 périodes : hivernale, printanière, estivale et automnale.

Les résultats de l'étude de l'incidence de prédation révèlent que *Novius cardinalis* se manifeste avec des taux de prédation variant de 37,18% (2017) à 51 % (2018) dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier. Notons que l'activité prédatrice de la coccinelle passe par trois périodes : automnale, printanière et estivale.

Le rapport prédateur-proie a été meilleur au cours de la période allant du mois d'août à décembre durant la première année. Alors que, au cours de la seconde année, il a été le meilleur durant la période du mois de juillet au mois de novembre. De ce fait, la présente étude a démontré que, l'activité des prédatrices et surtout liée à la densité de son hôte sur l'arbre où ils trouvent les meilleures conditions de son développement. L'activité alimentaire des coccinellidés adultes peut être sous le contrôle de plusieurs facteurs, notamment la densité de l'hôte et les conditions microclimatiques. Ainsi, les conditions écologiques saisonniers, la disponibilité des proies, le changement de la durée du jour et les extrêmes de température / humidité, peuvent forcer les adultes à entrer en dormance, qui peut varier de la quiescence à un état avancé d'arrêt physiologique.

Les résultats obtenus durant la période d'étude, nous fait remarqué que l'allure des tendances des populations larvaires d'*I. purchasi* et de *N. cardinalis* suivent une courbe classique de réponse prédateur-proie. Le prédateur augmente ses populations en réponse à la densité de sa proie et diminue une fois que les populations du ravageur sont en déclin. La baisse rapide des effectifs de la cochenille indique que le prédateur a eu un impact notable sur

les populations d'*I. purchasi*. Aussi bien sur les larves que sur les adultes, nous remarquons une synchronisation parfaite. Mais pour des résultats plus intéressants, un lâcher de la coccinelle dans le milieu aurait sûrement un effet régulateur en évitant ainsi les applications chimiques répétées pour une bonne gestion et bonne protection intégrée.

L'étude de la distribution spatio-temporelle montre qu'il y a une synchronisation parfaite entre la fluctuation des populations d'*I.purchasi* et son prédateur associé *N.cardinalis*. Le taux global de la prédation saisonnière est nettement remarqué en automne et en été au cours des deux années d'étude. En outre, nous attirons l'attention que l'activité de la coccinelle est nettement importante sur les rameaux que sur les feuilles. Ceci est surtout lié à la densité de son hôte sur arbre et où ils trouvent les meilleures conditions de son développement.

Du point de vue biologique, les résultats obtenus dans les fluctuations des populations de *N. cardinalis*, fait apparaître la présence de trois 3 générations annuelles qui elles sont repéré par les périodes d'activité importante dans les populations d'*I.purchasi* : une période printanière, une estivale et une automnale. L'étude de la distribution spatio-temporelle de *N. cardinalis* révèle que l'activité du prédateur et surtout liés à la densité de son hôte sur l'arbre et où ils trouvent les meilleures conditions de leur développement.

Les résultats des variations saisonnières de la population globale (tout stades confondus) es œufs par contre, sont observables et plus abondants que durant la saison estivale. Les formes larvaires de leur part, sont plus abondantes durant la saison automnale et la saison estivale. Les nymphes de leur côté, sont présentes durant toutes les saisons avec des pourcentages similaires. Les adultes sont présents durant toute l'année et sont plus abondants au cours de la saison printanière.

L'abondance comparative des individus selon les organes végétaux de la plante montre que tous les stades de développement de la coccinelle sont plus abondants sur les rameaux que sur les feuilles sauf pour les nymphes où ils sont plus abondants sur les feuilles. Les rameaux semblent être un endroit de visite plus favorable aux individus de la coccinelle qui trouvent les conditions de nutrition importante.

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 *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Diaspididae) (Rouiba) sur oranger à Mitidja (Rouiba) et *Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Monophlebidae) sur clémentinier à Mitidja (Sidi Moussa), 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 la faune auxiliaires qui les cochenilles hébergent dans la régulation de leur pullulation.

❖ **Récapitulation :**

Les principaux facteurs régulateurs de l'évolution des populations des cochenilles et agissant directement sur leur l'abondance et leur répartition spatiale temporelles son :

-) L'espèce ou la variété, qui influent avec la quantité et la qualité des nutriments et le microclimat criés par la forme de la canopée de la plante hôte.
-) L'organe : l'affinité du ravageur à mieux se fixer et s'installer dessus selon les conditions nutritionnelles et environnementales.
-) Les périodes de poussées de sève assurant le développement des cochenilles.
-) Les expositions intervenant dans la distribution spatiale de la cochenille.
-) Le climat par suite de l'influence combinée de la température, la pluviométrie et de la croissance de plante hôte, qui constituent les principaux facteurs d'installation et de régulation de l'évolution des ravageur.
-) La présence de prédateurs et parasites spécifique à l'espèce et au stade de développement.

❖ **Perspectives**

L'homme actuellement doit redevenir de plus en plus raisonnable dans ces gestes en vers l'environnement, surtout dans le domaine de la protection phytosanitaire. Pour le respect de l'équilibre biologique et de l'environnement, l'étude de toutes les composantes gérant la vie d'un ennemi naturel des végétaux ou animaux, doit être l'une des premières préoccupations d'un chercheur, afin d'arriver à une intervention par une lutte raisonnée. Pour cela il faut :

Etudier la dynamique des populations des cochenilles dans différentes étages bioclimatiques, durant plusieurs années, en tenant compte de tous les facteurs du milieu et l'interaction entre eux afin de cerner la période de traitement adéquate.

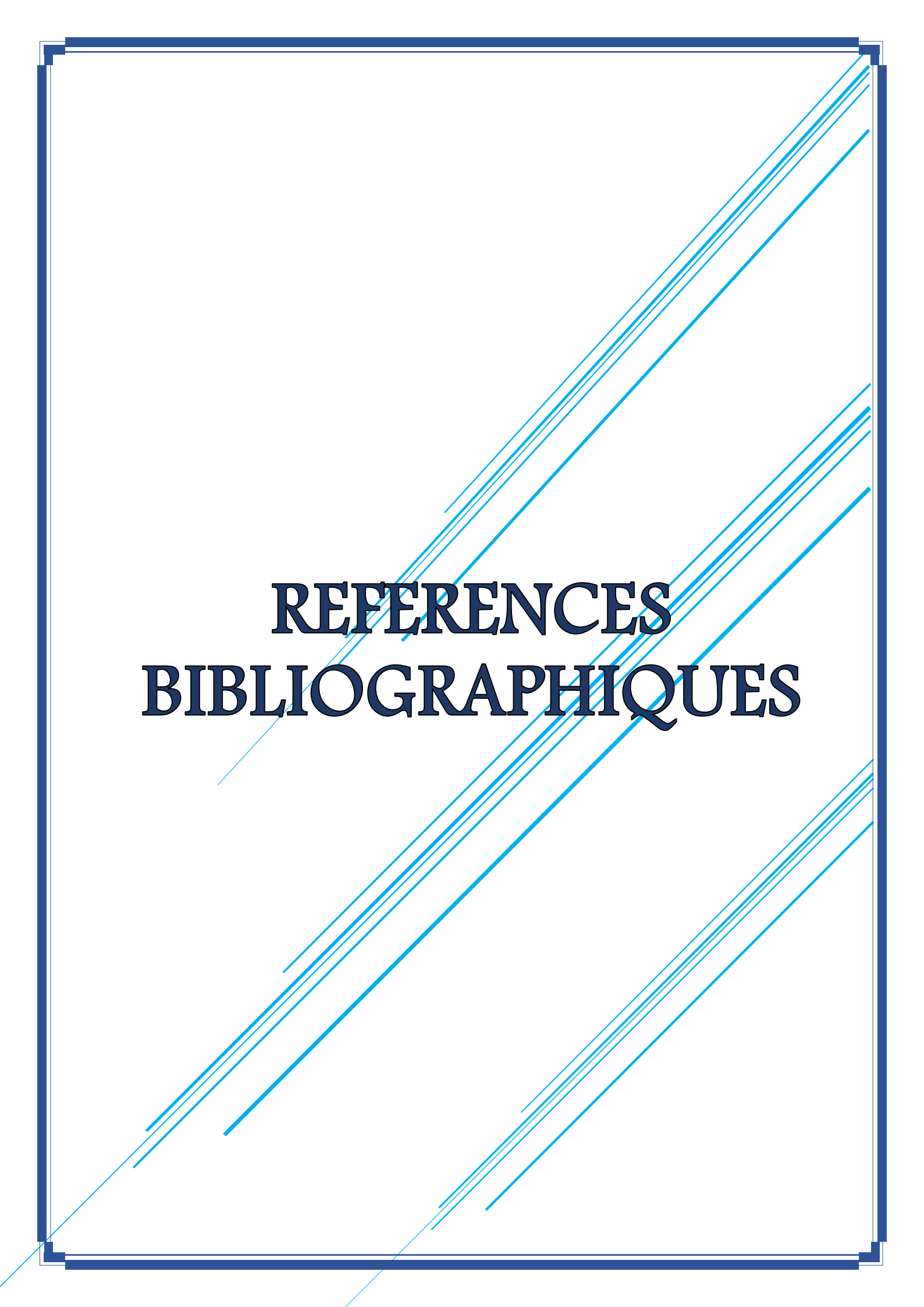
En outre, si à chaque génération, une partie de la population peut évoluer en cycle court et l'autre en cycle long l'étude démographique quantitative devra alors pouvoir déterminer les proportions respectives de ces deux fractions, et ce renseignement ne peut être fourni par l'analyse directe de structure. Pour réaliser l'étude démographique, il paraît dès lors nécessaire de s'abstraire du chevauchement de générations ou, en d'autres termes, d'analyser le processus d'installation des générations successives de l'insecte sur son hôte.

A l'avenir, il serait nécessaire de témoigner expérimentalement le rôle de ces auxiliaires par l'étude de la biologie et de l'éthologie de ces derniers par le moyen d'élevages rationnels devrait permettre de le mieux connaître et de tester avec précision ses possibilités dans le cadre de la lutte contre *L.beckii* et *I.purchasi*.

Le monde des cochenilles est très complexe, son cortège d'auxiliaires l'est tout autant. La mise au point de stratégie de lutte biologique contre ces ravageurs se met au premier rang en réponse à la demande croissante des professionnels, aux changements règlementaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires ainsi qu'au respect de l'environnement et de la santé humaine.

En revanche, la protection phytosanitaire en verger d'agrumes, en Algérie, est largement tributaire de la lutte chimique, c'est pour cela il est primordiale de sensibiliser en premier lieu les producteurs qui préconisent encore une lutte chimique exclusive et irraisonnée, basée la plupart du temps sur des observations empiriques ou sur des calendriers préétablis ne tenant compte, ni des niveaux d'infestations des ravageurs, ni des seuils d'interventions, ni de l'action bénéfique des auxiliaires présents dans le verger. Il en résulte généralement, en plus des inconvénients inhérents à l'augmentation des dépendances budgétaires, d'autres contraintes telles que le développement de phénomène de résistance.

Afin de faire face à ces contraintes, nous préconisons l'application de méthodes de lutte chimique raisonnée basée essentiellement sur des moyens de décision modernes et surtout simples, comme la surveillance régulière, l'utilisation de piégeage, l'adoption de seuils d'intervention et de déclenchement des traitement aux moment opportuns avec des produits adaptés.

The page features a decorative design with a dark blue double-line border. Diagonal lines in various shades of blue (from light to dark) cross the page from the bottom-left to the top-right. The text is centered in a bold, dark blue serif font.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abbas M.S.T., 1992** - Comparative rates of infestation by four scale insects on citrus trees with special reference to rates of parasitism on the purple scale *Lepidosaphes beckii*. Egypt. J Agric. Res., 70(2): 477-486.
2. **Abbassi M., 1975** – 2^{ème} note sur l'efficacité et l'acclimatation d'*Aphytis melinus* Debach au Maroc. Séminaire « les insectes et acariens », 24 au 28 mars 1975, 8 p.
3. **Abd-Allah L. A., 1988** - Studies on predator and parasite insects attacking scale insects and mealy bugs in Dakahlia Governorate. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Mansoura Univ. : 90– 102.
4. **Abdel-Aleem R. Y., 2008** - Biological studies on the mealybug *Icerya seychellarum* (Westwood) (Homoptera : Margarodidae). Fayoum J. Agric. Res. & Dev. 22(2) :120-128.
5. **Abdel-Fattah M. et El-Saadany G., 2009** - Le rôle des parasitoïdes dans le contrôle de la cochenille violette, *Lepidosaphes beckii* (Nouveau.) En Egypte. Journal of Applied Entomology 87 (1-4): 154-159
6. **Abdel-Ghaffar M. M., Abou-Setta M. M., Ibrahim I. L., Mahmoud G. H. and El-Amir S.M., 2008** - Abundance and generation determination of *Chrysomphalus aonidum* (Hemiptera: Diaspididae) on Sour-Orange at Qalubya Governorate. Egypt. J. Agric. Res, 86(1) : 341-352.
7. **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) : 287–326.
8. **Abdel-Mageed Sanaa A. M., 2005** - Influence of certain natural enemies on some mealybug populations. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Mansoura Univ., 140 p
9. **Adda R., 2006** – Rôle d'*Aphytis Lepidosaphes* (Hymenoptera ; Aphelinidae) dans une population de cochenilles diaspines (Homoptera ; Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba. Mém. Ing., Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 125 p.
10. **Adda R., 2010** – Effet du Spirotetramate (insecticide) sur un peuplement de cochenilles diaspines dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mém. Magist., Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach, 44 p.
11. **Adnan Abdel-Fattah. El-Sayed. Darwish., 2020** - Performance of *Aphytis lepidosaphes* compere as a biological control agent of *Lepidosaphes beckii* (New). J. Entomol., 17 : 27-35.
12. **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, Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach, (Alger), 200 p.
13. **Alvarez Calderón., Causton C. CE., Hoddle MS., CD Hoddle., Van Driesche RG. et Stanek EJ., 2012** - Suivi des effets de *Rodolia cardinalis* sur *Icerya purchasei* dans les îles Galapagos. BioControl 57: 167-179.
14. **Alvis L., Raimundo A., Villaba M. and Grcia Mari F., 2002** - Identification and abundance of Coccinellidae (Coleoptera) in citrus orchards in Valencia (Spain). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas. 28 (4) : 479-491.
15. **Aly N., 2011** - Population dynamics of the purple scale *Lepidosaphes beckii* (Hemiptera: Diaspididae) and its parasitoid *Aphytis lepidosaphes* (Hymenoptera: Aphelinidae) as a new threat pest on mango trees in Egypt. Egypt. Acad. J.biolog. Sci., 4(1): 1-12

16. **Amaral J.D., 1982** – Os Citrinos. Coleção Técnica Agrária. Clássica Editora, 781 p.
17. **Andersen J.C., 2009** - A phylogenetic analysis of armored scale insects, based upon nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. University of Massachusetts Amherst, : 66 p
18. **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.
19. **Argyriou L.C., Stavradi H.G. et Mourikis P.A., 1976** - A list of recorded entomophagous insects of Greece. Benaki Phytopathological Institute Athens, 73 p.
20. **Aroua K., 2020** - 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. Thèse Doct., Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach, 201 p.
21. **Aroua K., Belguendouz R., Mehmet Bora Kaydan., Tange Denis Achiri. et Biche M., 2019** - Les cochenilles des agrumes (clémentinier et oranger) dans deux régions de la Mitidja (Rouïba et Oued El Alleug) (Algérie). *Revue Agrobiologia*, 9 (2) : 1707 – 1714.
22. **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 ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae) in Mitidja (Algeria). *Eco. Env. & Cons.*, 26 (1) : 333-340.
23. **Attafi M., 2020** - Comportement des parasitoïdes hyménoptères *Comperiella bifasciata* (Hymenoptera : Encyrtidae) et *Aphytis melinus* (Hymenoptera : Aphelinidae) dans les populations d'*Aonidiella aurantii* (Maskell, 1879) (Homoptera : diaspididae) dans un verger d'oranger a Rouïba. *Ing. Agro., Ecole Nat. Sup. Agron. El-Harrach, Alger* : 125 p
24. **Attia Sahar A. et Youssef Naglaa M., 2017** - Population Density and Generation Determination of *Icerya seychellarum* (Westwood) on Guava Orchards in Qalubya Governorate. *J. Plant Prot. and Path.*, Mansoura Univ., Vol.8 (12): 657-661, 2017.
25. **Avidov Z. et Harpaz I., 1969** - Plant pests of Israel. Israel Universities Press, 549 p.
26. **Awadalla Hagar S. S., 2017** - The Population Abundance of the Mealybug Species Infesting Pomegranate Trees and their Associated Insect Predators in Mansoura Region, Egypt. *J. Plant Prot. and Path.*, Mansoura Univ., Vol.8 (1), 15– 19, 2017.
27. **Baillay R., Aguitar J., Faiure-Amiot A., Mimaudj. et Patriek G., 1980** - Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Carousel, A.C.T.A., Paris, 419 p.
28. **Baker E.A., 1982** - 'Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes' In DF Cutler, KL Alvin, CE Price, eds, *The Plant Cuticle*. Linnean Society Symposium Series, Vol 10. Academic Press, London : 139–165.
29. **Balachowsky A.S., 1932** - Étude biologique des coccidés du bassin occidental de la Méditerranée. *Encyclopédie Entomologique*, XV P. Le Chevalier & Fils Paris, 214 p
30. **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.

31. **Balachowsky A.S., 1954** - Les cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. Ed. Institut Pasteur, Paris, Coll. Mem. Sci. Inst. Pasteur , 450 p.
32. **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.
33. **Balajas Julien., 2015** - Cycle biologique et inventaire faunistique des ennemis naturels de la cochenille Australienne (*Icerya purchasi*) sur agrumes en Corse. Agrumes. Areflec station d'expérimentation, France, 6 p
34. **Banerjee B., 1976** - Rapport variance / moyenne et distribution spatiale des animaux. *Experientia*, 32 : 993-994.
35. **Barrett H. et Rhodes A., 1976** - A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. *Systematic Botany*,: 105-136.
36. **Bartlett B. R., 1978** – Introduced parasites and predators of Arthropod pests and weeds. : a world review. Ed. C.P. Clausen, USDA Agriculture Handbook, n°480, pp : 132-135
37. **Beardsley J.W. et Gonzalez R. H., 1975** - The biology and ecology of armored scales. *Annual Review of Entomology* 20 : 47-73.
38. **Bedford E.C.G. et Cilliers C.J., 1994** - The role of *Aphytis* in the biological control of armored scale insects on citrus in South Africa. In: Rosen D. (ed) *Advances in the study of Aphytis*. Intercept Limited, Andover : 143-179
39. **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.
40. **Belabbas A., 2012** - Rapport de mission Etude de base sur les Agrumes en Algérie. www.ipm-neareast.com. Projet TFS/REM/070/ITA- « Programme régional de gestion intégrée des Ravageurs pour le Proche-Orient » 58 p
41. **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) : 12 –19.
42. **Belaribi F. et Halladj M., 2015** - Étude éco-éthologique des cochenilles des agrumes dans un verger d'oranger à la wilaya de Skikda. Mem Master, Fac. Sciences de la vie, Université de Guelma, 92 p.
43. **Belguendouz R., 2005** – Biosystématique des cochenilles diaspinés d'Algérie. Mem. Magist. Inst. Nat. Agron., El – Harrach, 86 p.
44. **Belguendouz R., 2006** - Biosystématique des cochenilles diaspinés (Diaspididae) d'Algérie. Mem. Magist., Inst. Nat. Agron, El Harrach (Alger), 194 p.
45. **Belguendouz R., 2014** - Relations plantes hôtes cochenilles diaspinés sur les agrumes (*Citrus* spp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Thèse. Doct., Ecol. Nat. Sup. Agron, El Harrach (Alger), 265 p.
46. **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

47. **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.
48. **Benamar A., 1986** – Contribution à la cartographie des sols de la région de Hammedi (plaine de la Mitidja Est) et évaluation de la fertilité physique. Mém. Ing. Inst. Nat. Agron., El Harrach, 50 p.
49. **Benassy C., 1975**- Les cochenilles des agrumes dans le bassin méditerranéen. Ann. In. Nat. Agro. (Ecol. Nat. Sup. Agro.), El-Harrach, Vol. 5. n°6 : 118 – 142.
50. **Benassy C. et Bianchi H., 1974** - Observation sur *Aonidiella aurantii* Mask. et son parasite indigène *Comperiella bifasciata* How. Bull. SROP, 3, pp : 39-50.
51. **Benassy C. et Euverte G., 1976** – Note sur *Chrysomphalus dictyospermi* au Maroc. Rev. Al Awania, n°24, pp : 95-111.
52. **Benassy C. et Soria F., 1964** - Observation écologiques sur les cochenilles diaspiques nuisibles aux agrumes en Tunisie. Altit. I.N.R.A.T., 37 : 193-222.
53. **Benassy C., Bianchi H. et Franco., 1975** – Utilisation en France d'*Aphytis lepidosaphes* Comp. (Chalcidien, Aphelinidae) parasite spécifique de la cochenille virgule des *Citrus* (*Lepidosaphes beckii* Newm.). Rev. Fruits, vol. 30 : 67-270.
54. **Ben-Dov Y., 2010** - On new taxa and some described armoured scale insects (Hemiptera: Diaspididae) living in the galleries of the ant *Melissotarsus insularis* Santschi (Hymenoptera: Formicidae) in Madagascar. Zootaxa 2368 : 49-58.
55. **Ben-Dov Y. et Miller D.R., 2020** - ScaleNet: Systematic Database of the Scale Insects of the World (version Dec 2004). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2020-02-24 (Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Penev L.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.
56. **Benfekih L., 1993** -. Données préliminaire sur la bioécologie de la sauterelle marocaine *Dociostaurus maroccanus* (Thum, 1815) (Orthoptera, Gomphocerinae) dans la région de Ain Boucif (W. Médéa). Mem..Magist, Inst. Nat. Agron., El Harrach., 129 p
57. **Benmicia H. et Boudmagh A., 2006**. L'essai de l'efficacité des insecticides Contre la mineuse des feuilles de citrus : *Phyllocnistis Citrella* dans la région de Madjez édchiche. Thèse Ing. Univ. 20 Août Skikda. 90 p
58. **Bensaad A., 2007** – Effet de quelques extraits végétaux sur une population de cochenilles diaspiques dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mém. Magt. Ecol. Nat. Sup. Agron. El-harrache, Alger. Pp 49 -85.
59. **Berger B. K., 2005** - Power over, power with, and power to relations: Critical reflections on public relations, the dominant coalition, and activism. Journal of Public Relations Research, 17, 5-28.
60. **Biche M. et Sellami M., 1999**-Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria olea* (Colvée) (Homoptera : Diaspididae). Bull. Soc. Ent. Fr., pp: 287-292.

61. **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.
62. **Biche M., 2012.** -Les Principaux Insectes Ravageurs des Agrumes en Algérie et leurs Ennemis Naturels“, F.A.O., Regional Integrated Pest Management Programme in the Near East, Proche Orient, 36p.
63. **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.
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.
65. **Blackman R. L., 1980** - Chromosomes and parthenogenesis in aphids. Pp. 133–148.
66. **Bodenheimer F.S. et Steinitz H., - 1937** - Studies in the life history of the citrus mussel scale (*Lepidosaphes pinnaeformis* Bche) in Palestine. Hadar 10: 153-159.
67. **Bodenheimer F.S., 1951** - Citrus entomology in middle east. Uitgeverij Dr W. Junk, S. Gravenhage. 663 pp.
68. **Bodenheimer F.S., 1951** - Citrus entomology in the Middle East. Ed. W. Junk. The Hague, The Netherlands, 663 p
69. **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>).
70. **Booth R.G., Cross A.E., Fowler S.V. and Shaw R.H., 1995** - The biology and taxonomy of *Hyperaspis pantherina* (Coleoptera: Coccinellidae) and the classical biological control of its prey *Orthezia insignis* (Homoptera: Ortheziidae). Bull. Entomol. Res., 85: 307–314.
71. **Borchsenius N.S., 1966** - A catalogue of the armoured scale insects (Diaspidoidea) of the world. Nauka, Moscow & Leningrad, 449 p.
72. **Borror D. et White R., 1970.** Guide de terrain pour les insectes . Boston: Houghton Mifflin Company.
73. **Borror D., Long D. et Triplehorn C., 1981.** Introduction à l'étude des insectes . Philadelphie: Saunders College Publishing.
74. **Boukhobza L. et Zaabta I., 2013** - Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* N. (Homoptera : Diaspididae) et sa relation avec les parasites hyménoptères (Hym : Aphelinidae) dans un verger d'oranger à Rouiba. Mém. Ing., Inst. Nat. Agro., El – Harrach, 125 p.
75. **Boukhobza L., Zaabta I., Belguendouz R., Mimeche F. and Biche M., 2020** - Role of hymenopterous parasits Aphelinidae in the regulation of levels of *Lepidosaphes beckii* (Newton, 1869) (Homoptera Diaspididae) populations on orange trees in Rouiba area (Algeria). Biodiversity Journal, 2020,11 (4): 845–852.
76. **Bourijate M. et Bonafonte P., 1982** – Influence de l'accouplement différé sur la fécondité, le sex – ratio, l'oviposition, la formation du bouclier et le comportement chez quatre espèce de cochenilles diaspines (Hom. Diaspididae). Am. Sco. Ent. Fr. (N. S), (3) pp. 303 – 315.

77. **Boussaad L., 2003** – Situation des ravageurs des agrumes et de leurs ennemis naturels en verger biologique, sous protection intégrée et conventionnel dans la région de Marrakech. *Workshop International :Apport des Biotechnologies en production intégrée*, 13 Décembre 2003, 73 p
78. **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.
79. **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.
80. **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.
81. **Buchsbaum R., Buchsbaum M., Pearse J. et Pearse V., 1987** - Les animaux Sans backbones . Chicago : Université de Chicago Press. PP132.
82. **Cahuzac D., 1986** - Les cochenilles des ligneux d'ornement. Phytoma, n°383, pp : 37-38.
83. **Caltagirone LE. et Doult RL., 1989** - L'histoire de l'importation de coléoptères de *Vedalia* en Californie et son impact sur le développement de la lutte biologique. Ann. Rev. Entomol., 34: 1-16.
84. **Camille Jacquemond., Dominique Agostini. et Franck Curk., 2009**- Des agrumes pour Cevital (Algérie), Biha, pp: 101.
85. **Carolina Calderon. Alvarez.,Charlotte E. Causton., Mark S. Hoddle., Christina D. Hoddle., Roy van Driesche.and Edward J. Stanek III., 2011** - Monitoring the effects of *Rodolia cardinalis* on *Icerya purchasi* populations on the Galapagos Islands. BioControl.10.1007/s10526-011-9429-8. International Organization for Biological Control (IOBC) 2011.
86. **Caroll 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.
87. **Carvalho J. P., Franco J.C., Aguiar M. R. and Soares A. O., 1996** - Insects pests of citrus in Portugal. «Vill Congress of the International Society of Citriculture» 12- 17 Maio 1996. Sun City, South Africa.Proc. Int. SocCitriculture, Vol. I. 613-618.
88. **Causton C.E., Lincango M.P. and Poulson T.G., 2004** - Feeding range studies of *Rodolia cardinalis* (Mulsant), a candidate biological control agent of *Icerya purchasi* Maskell in the Galapagos Islands. Biol. Control. 29: 315-325.
89. **Chafaa S., Biche M., Chenchouni H. Sellami M. et Sibachir A., 2013a** – Effet de la dynamique de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (*Hemiptera : Diaspididae*) en conditions arides. Ann. Soc. Entomol. Fr., vol. 49, n°3 : 291 – 297
90. **Chafaa S., Biche M., Chenchouni H. Sellami M. et Sibachir A., 2013b** – Cycle biologique de *Parlatoria oleae* (Hemiptera : Diaspididae) inféodée aux oliveraies dans une région aride. *Can.Entomol.*, 145 : 1-8
91. **Chapot H. et Delucchi V.L., 1964** - Maladies, troubles et ravageurs des agrumes au Maroc. Publ. INRA-Rabat, pp : 5-13.

92. **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.
93. **Claps L.E., 1987** - Caracteristicas del ciclo biologico de *Cornuaspis beckii* (Newman, 1869) e *Insulaspis gloverii* (Packard, 1869) en condiciones de insectario (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Diaspididae). Centro de Investigaciones para la Regulacion de Poblaciones de Organismos Nocivos 5 (1-4): 7-16.
94. **Climent J. M. L., 1990** - Homópteral Cochinillas de los cítricos y su control Biológico. Pisa Ediciones 260 pp.
95. **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.
96. **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.
97. **Coquillett D.W., 1889** - The corn worm or boll worm in California. *Insect Life*, 1, 331-332.
98. **Corazza-Nunes M.J., Machado M.A., Nunes W.M.C., Cristofani M. and Targon M.L.P.N., 2002** - Assessment of genetic variability in grapefruits (*Citrus paradisi* Macf.) and pummelos (*C. maxima* Burm. Merr.) using RAPD and SSR markers. *Euphytica*, 126: 169-176.
99. **Cruz C. and Segarra A., 1991** - Recent biological control experiences in Puerto Rico. Caribbean Meetings on Biological Control, Guadeloupe, France, p :. 10-18.
100. **Dajoz R., 1971** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
101. **Dajoz R., 1982** - Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
102. **Dajoz R., 1985** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
103. **Dajoz R., 1996** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p. Dajoz R., 2006 - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris 551 p.
104. **Dajoz R., 2007** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 640 p.
105. **Dansk H.V., 1991** - Life cycle pathways and the analysis of complex life cycles in insects. *Can. Entomol.* 123 : 23-40.
106. **Dao Hang T., Beattie Andrew G.C., Spooner-Hart Robert., Riegler Markus. et Holford Paul., 2015** - Primary parasitoids of red scale (*Aonidiella aurantii*) in Australia and a review of their introductions from Asia. *Insect Science* (2015) 0, 1-19.
107. **De Santis., 1948** - Estudio monográfico de los afelinidos de la República Argentina (Hymenoptera, Chalcidoidea). *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)* 5: 23-280.
108. **De Villiers J.F., 1998** - Citrus mussel scale: *Lepidosaphes beckii* (Newman) [= *Cornuaspis beckii* (Newman)]. 149-153. In: Bedford, E.C.G., Van den Berg, M.A. & De Villiers, E.A. (Eds.), *Citrus pests in the Republic of South Africa*. Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit. 288 pp.
109. **DeBach P. et Rosen D., 1976** - Twenty new species of Aphytis (Hymenoptera : Aphelinidae) with notes and new combinations. *Ann. ent. Soc. Amer.*, 69 (31). 541-545.
110. **DeBach P., 1964** - Some species of Aphytis Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) in Greece. *Annales de l'Institut Phytopathologique*. Benaki 7, 5-18

111. **Dekle G.W., 1976** - Florida armored scale insects. *In* "Arthropods of Florida and neighboring land areas." Fla. Dept. Agric. Consumer Serv. Div. Plant Ind., 3: 345 pp.
112. **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.
113. **Dixon A.F.G., Hemptinne J.-L. et Kindlman P., 1997** - Effectiveness of ladybirds as biological control agents: patterns and processes. *Entomophaga* 42, 71–83.
114. **Downie DA. et Gullan PJ., 2004** - Analyse phylogénétique des cochenilles (Hemiptera : Coccoidea : Pseudococcidae) basée sur les séquences d'ADN de trois gènes nucléaires, et un examen de la classification supérieure. *Entomologie systématique* 29 (2) : 238-259.
115. **Downing, JA., 1986** - Hétérogénéité spatiale : évolution du comportement ou artefact mathématique. *Nature*, 323: 255-257.
116. **Dreux P., 1980** - Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France, Paris, coll. „Le biologiste“, 231 p.
117. **Duchaufour Ph., 1976** – *Atlas écologique des sols du Monde*. Ed. Masson, Paris, 178 p.
118. **Duchaufour Ph., 1983** – *Pédologie, Pédogenèse et classification*. Ed. Masson, Paris, T.I, 491p.
119. **Dugravot Sébastien., Brunissen Laurence., Létocart Emilie., Tjallingii W. Freddy., Vincent Charles., Giordanengo Philippe. et Cherqui Anas., 2007** - Réponses locales et systémiques induites par les pucerons dans les plantes de *Solanum tuberosum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* Volume 123, Numéro 3.
120. **Ebeling W., 1950** – *Subtropical Entomology*. Lithotype process Co.San Fransisco, California, 774 p
121. **Ebeling W., 1959** - *Subtropical fruit pests*. University of California, Ed Division of Agricultural Sciences, Berkeley, California, 436 p.
122. **El Kaoutaria I., Guirrou Z., Chemseddine M. et Boumezzough A., 2004** - Rôle d'*Aphytis melinus* (Debach) dans le contrôle naturel d'*Aonidiella aurantii* (Maeskell) en verger d'agrumes au Maroc. *Fruit*, 59 (3), pp
123. **El Otmani M., 2005**.-“Les agrumes, le maraichage et le froid hivernal“. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, transfert de technologie en agriculture, n°: 127, Agadir Maroc, 4p.
124. **El-Amir S.M., 2002** - Environmental safe approaches for controlling some scale insects infesting olive trees in new reclaimed areas. M. Sc. Thesis, Institute of Environmental Studies and Research, Ain-Shams Univ., 84 pp.
125. **El-Amir SM., Abou-Setta MM., Abd El-Ghaffar MM., Ibrahim IL. et Mahmoud GH., 2012** – Détermination de l'abondance et de la génération de *Lepidosaphes beckii* (Hemiptera: Diaspididae) sur orange aigre au gouvernorat de Qalubyya. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.*, 5(3): 79 -87.
126. **English L.L. et Turnipseed G.F., 1940** - Insect pests of azaleas and camellias and their control. Circular (Agricultural Experiment Station of the Alabama Polytechnic Institute) 84: 3-18.

127. **Esfandiari M., Mossadegh MS. et Eslamizadeh R., 2007** - Biologie de la squame cotonneuse, *Icerya purchasi* Mask. (Hom.: Margarodidae) en laboratoire et ses fluctuations saisonnières dans les vergers d'agrumes du nord du Khuzestan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10: 393-403.
128. **Essig E., 1909** - A general account of the purple scale (*Lepidosaphes beckii*). Claremont Pomological Club Proc., pp : s 5-10
129. **Essig E., 1926.** Les insectes de l'Amérique du Nord. New York: The Macmillan Company.
130. **Fabres G., 1979** – Analyse structurelle et fonctionnelle de la biocénose d'un homoptère (*Lepidosaphes beckii*, How. Diaspididae) dans deux habitats agrumicoles de la Nouvelle- Calédonie, Ed. ORSTOM., Paris, 272p.
131. **Fabres G., 1981** - Analyse structurelle et fonctionnelle comparative de la biocoenose d'un homoptère (*Lepidosaphes beckii* Horn. Diaspididae) dans deux types d'habitats agrumicoles de la Nouvelle-Calédonie. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Biol., no 44, : 43-47.
132. **Fabrice L. et Valérie Le Bellec., 2007**-Le verger tropical. Culture des arbres fruitiers. Ed Orphie PP. 263
133. **Fadamiro H.Y., Xiao Y., Hargroder T., Nesbitt M., Umeh V. and Childers C. C., 2008** - Seasonal Occurrence of Key Arthropod Pests and Associated Natural Enemies in Alabama Satsuma Citrus. Environmental Entomology 37(2):555-567.
134. **FAO., 2018** -- Citrus Fruit Fresh and Processed Annual Statistics. FAO Regional Statistical Yearbooks. Ed. food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
135. **FAO., 2020** - Citrus fruits statistics 2020. Ed. food and agriculture organization of the United Nations, Rome, pp : 1-47.
136. **Faurie C., Ferra Ch. et Medori P., 1980** - Ecologie. Ed. Baillière, Paris, 168 p.
137. **Federici CT., Fang DQ., Scora RW. et Roose ML., 1998** - Phylogénétiquerelations au sein du genreAgrumes(Rutacées) et genres apparentés commerévélée par l'analyse RFLP et RAPD.Génétique théorique et appliquée, 96 : 812–822.
138. **Ferhat M.A., Meklati B.Y. et Chemat F., 2010** - Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions .Ed. OPU, n°5130. Alger. 157 p.
139. **Ferrière C.H., 1965**- Hymenoptera – Aphelinidae d'Europe et du bassin méditerranéen. Ed. Masson et C^{ie}, Paris, 203 p.
140. **Ferris G.F., 1937** - Atlas of the scale insects of North America. I. Calif., Stanford Univ. Press, 136p
141. **Foldi I., 2001** - Liste des cochenilles de France (Hemiptera, Coccoidea). Bull. Soc. Entomol. Fr. 106: 303-308.
142. **Foldi I., 2003** - Les Cochenilles de Corse (Hemiptera, Coccoidea). Bulletin de la Société entomologique de France, 108 (2) : 147-156.
143. **Fuller C., 1897** - Some Coccidae of Western Australia.. Journal of Western Australia Bureau of Agriculture 4: 1344-1346.
144. **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, 1-5

145. **Garrido A. et Busto T. Del., 1987** - Algunas cochinillas no protegidas que pueden originar daños en los cítricos españoles, I: *Icerya purchasi* Mask (subfamilia: Margarodinae). Levante Agrícola, 267-268: 63-71.
146. **Gauthier L., 2008** - Pépinière Louis Gauthier (en ligne) Disponible sur ; « [http : //pepinieres-gauthier.fr/ documentation- technique/](http://pepinieres-gauthier.fr/documentation-technique/)». (Consulté le 13/03/2017).
147. **Gautier M., 1987** - La culture fruitière.V 1, L'arbre fruitier, Technique et Documentation Lavoisier. Paris, 492 p.
148. **Gerson U., 1967** – The Natural enemies of chaf scale *Parlatoria pergondei* Comstock in Palestine. Entomophaga, 12(2), Pp. 97-109.
149. **Ghanim A. A., Abdel-Salam A. H., Elkady H. A., El-Nagar M. E. and Awadalla Hagar. S. S., 2013** - Ecological studies on some mealybug species attacking mandarin trees and their predatory insects at Mansoura district. J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ., Vol. 4 (3): 303 - 315, 2013.
150. **Gherbi R., 2010** - Impact du complexe coccinelles - coccidiphages parasites hyménoptères dans des peuplements de cochenilles diaspines (Homoptera ; Diaspididae) sur agrumes à Rouiba. Mém. Magist., Ecol. Nat. Sup. Agro., El-Harrach, 87 p.
151. **Glangeaud L., 1932** – Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Ed. Bordeaux imprimerie Univ. Saint – Christoly, 608 p.
152. **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.
153. **Gullan P.J. and Cook L.G., 2007** - Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). Zootaxa, 1668, pp : 413 - 425.
154. **Gullan P.J. et Kondo T., 2011** - Sous les trinômes et le nom de famille d'*Icerya purchasi* Maskell. [Sur les trinômes et le nom de famille d'*Icerya purchasi* Maskell.]. Bulletin de la Société d'Entomologie du Brésil 36(1):3.
155. **Habib A., Salama H. S. and Amin A. H., 1971** - Population Studies on Scale Insects Infesting Citrus Trees in Egypt. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 69: 318–330.
156. **Hadad Tassadit. et Aggoun Nabila., 2015** - Inventaire des cochenilles inféodées à deux espèces d'agrumes (Citronnier et Oranger) dans la région de Tizi-Ouzou. Mémo. Mast. Univ. Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou. Algérie, : 85 p.
157. **Haddab H. et Abib F., 1995** - Cartographie des sols de la ferme expérimentale de l'institut national agronomique (Alger). Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Agron., El Harrach, 91 p.
158. **Haddoum M., 2007** - Rôle d'*Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera – Aphelinidae) dans une population du Pou noir de l'oranger, *Parlatoria ziziphi* (Homoptera – Diaspididae) dans un verger de clémentinier à Boufarik. Mem. Ing. Int. Agro. El-harrach, 72 p
159. **Hafez M.B., El-Minshawy A.M. et Donia A.R., 1987** – Parasitic efficiency oof some hymenopterous *Aphytis* spp on the purple scale insect *Lepidosaphes beckii* Newm. J Appl. Entom. 103(2) : 135-138.
160. **Hagen Kenneth S., 1962** - Biologie et écologie des coccinellidés prédateurs. Revue annuelle d'entomologie. Volume 7, Pp : 289 – 326.

161. **Hager Snoussi., 2013** - Diversité Génétique Intra et Interspécifique des Porte-greffes d'Agrumes utilisés en Tunisie. Thèse Doctorat, INAT, Tunis, 311 p
162. **Halitim A., Dogar A., gangaraj U., Selvanathan G. et Rayer Dixit., 1978** - Etablissement des besoins en éléments nutritifs des agrumes dans la Mitidja pour le diagnostic foliaire. Journées d'études CERAG. V III., Pp 413-437.
163. **Hamadi K., 1994** - Etude des acariens des Citrus en Mitidja. Mém. Ing. Ecol. Nat. Sup. Agro., El Harrach (Alger), 147 p.
164. **Hamdi-Aïssa B., 2001** - Le fonctionnement actuel et passé de sols du nord sahara (cuvette de ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et variabilité spatiale. Thè.Dr. Inst. Natio Agro., Paris-Grignon. France.
165. **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.
166. **Hamed A. R. and Hassanien F. A., 1991** - Survey of parasitoids and predators of important scale insects, mealybugs and whiteflies in Egypt. Egypt, J. Biol. Pest Control, 1 (2): 147-152.
167. **Hamon A.B. et Fasulo T.R., 2005** - Featured creatures fact sheet: *Icerya purchasi* Maskell (Insecta: Hemiptera: Margarodidae). EENY-034. University of Florida. (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/cottony_cushion_scale.htm).
168. **Hattingh V. and Tate B., 1995** - Effects of field-weathered residues of insect growth regulators on some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents. Bulletin of Entomol. Res. 85: 489-493.
169. **Heidari M., 1989** - Biological control of glasshouse mealybugs using coccinellid predators. PhD Thesis, Wye College, University of London. 362pp.
170. **Herrero R., Asins MJ., Pina JA., Carbonell EA. et Navarro L., 1996** - Génétiquediversité dans la sous-famille orange des Aurantioideae. II. Relations génétiquesparmi les genres et les espèces.Génétique théorique et appliquée, 93 :1327-1334
171. **Hervas MAM., Soto A. et Garcia-Marí F., 2006** - Enquête sur la résistance de la cochenille rouge des agrumes *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) au chlorpyrifos dans les vergers d'agrumes espagnols. Bulletin IOBC. WPRS. 29 (3), 255
172. **Hlavjelková I. et Šefrová H., 2007** - Species Diversity of Scale Insects (Coccoidea) in Greenhouses in the Czech Republic. MendelNet07 Agro Conference, Brno. Online content : <http://mnet.mendelu.cz/mendelnet07agro/articles/fyto/hlavjenkova.pdf>
173. **Hoddle M.S., 2004** - The strength of biological control in the battle against invasive pests: a reply. Conserv. Biol. 18, 61-64.
174. **Hoddle MS., Al-Abbad AbdulHadi., El-Shafie H.AF., Faleiro J.R., Sallam.A.A. et Hoddle C.D., 2013** - Évaluation de l'impact du piégeage des phéromones à l'échelle de la région, des applications de pesticides et de l'éradication des palmiers dattiers infestés pour la gestion de *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) à Al Ghowaybah, Arabie saoudite. Protection des cultures. Volume 53 , novembre 2013 , pages 152-160.
175. **Hodek I., 1967** - Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. Annu. Rev. Entomol. 12: 79-104.

176. **Hodgson C.J. Et Foldi I., 2006** - Une revue des Margarodidae *sensu* Morrison (Hemiptera : Coccoidea) et de certains taxons apparentés basée sur la morphologie des mâles adultes. *Zootaxa* 1263 : 1-250.
177. **HUFFAKER C., BERRYMAN A. et TURCHIN P., 1999** - Dynamics and regulation of insect populations. C. B. Huffaker et A. P. Gutierrez [eds.], *Ecological entomology*, 2e édition, Wiley, New York. 269-305.
178. **Hughes R. D., 1963.** - Population dynamics of the cabbage aphid, *Brevicorynus brassicae* (L.). *J. agric. Ecol.*, 32, 393-424.
179. **Hughes Schrader S., 1930** - Contributions to the Life History of the Iceryine Coccids, with special reference to parthenogenesis and hermaphroditism. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 23: 359-380.
180. **I.T.A.F., 2002** - La culture des agrumes. Brochure d'information élaborée par les services techniques de l'ITAFV. Ed. DFRV., 20 p.
181. **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.
182. **INRA., 2019** – Relevés météorologiques de l'année 2017 et 2018. Institut Nationale de la Recherche Agronomique. Beraki, Alger.
183. **Jacas J. A. et Urbaneja A., 2010** - Biological control in citrus in Spain: from classical to conservation biological control. *In Integrated management of arthropod pests and insect borne diseases Springer Netherlands.* pp. 61-72.
184. **Jacquemond C., Curk F. et Huzet M., 2013** - Les clémentiniers et autres petits agrumes. Ed. Quae, France, pp : 17- 66.
185. **Jashenko R.V., 1999** - Faune, ennemis naturels, dommages agricoles et possibilité d'utilisation industrielle des margarodidés (Coccinea, Margarodidae) en Europe de l'Est et en Asie du Nord. *Selevinia* 1998 : 43-50.
186. **Jefjaf A., 1978** – Etudes de populations de la cochenille virgule, *Lepidosaphes beckii* Newman (Hom. Diaspididae) sur Hamlin et de leurs parasites à Boufarik, (Mitidja) *Mem. Ing. Agro. Inst. Nat. Agron. El Harrach*, 188 p
187. **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/WPRS*, 38, pp : 87-93.
188. **Johnson W.T. et Lyon H.H., 1976** - In: -Insects that Feed on Trees and Shrubs: an Illustrated Practical Guide. Cornell University Press, Ithaca, N.Y. 464 pp.
189. **Josep-Anton., Jacas Miret. et Ferran Garcia-Mari., 2001** - Side-effects of pesticides on selected natural enemies occurring in citrus in Spain. *Pesticides and Beneficial Organisms. IOBC/wprs Bulletin.* Vol. 24(4) 2001. pp. 103 -112.
190. **Jourdheuil P., Grison P. et Fraval A., 1991** - La lutte biologique : un aperçu historique. *Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA, France*, n° 15, pp : 37-60
191. **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.
192. **Kairo M.T.K. and Murphy S.T., 1995** - The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Col., Coccinellidae) and the potential for use in inoculative releases against *Icerya pattersonii* Newstead (Hom., Margarodidae) on coffee. *J. Appl. Entomol.*, 119: 487–491.
193. **Karaca I., Ghavami D., Senaland D. et Özgür A.F., 1996** - Do u Akdeniz bölgesi pamuk tarlalarında yaygın olarak kullanılan bazı tarımsal savaş ilaçlarının avcı

böcek *Deraeocoris pallens* Reut. (Hemiptera: Miridae) üzerine etkileri. Tarım - Çevre İlişkileri Sempozyumu, Mersin, 13-15 Mayıs, 1996, 288-296.

194. **Kerboua M., .sd.**-Citriculture and citrus certification in the mediterranean, l'agrumiculture en Algérie institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAF) Tessala El merdjaministère de l'Agriculture et du Développement Rural – Algérie)
195. **Khalaf J., 1987** - Biological control of *Icerya purchasi* in Fars. Entomologie-et-Phytopathologie-Appliques, 54(2):123-128.
196. **Khalil A. A., Draz Gamil., El-Saadany B., Mohamed A., Mansour Abdel-Fattah., Hashem G. et Adnan A.E.Darwish., 2011** - Ecological studies on the purple scale insect, *Lepidosaphes beckii* (Hemiptera: Diaspididae) on Navel orange trees at Elbehaira governorate, Egypt in 2009 and 2010 seasons. J. Agric.& Env. Sci. Dam., Univ.,Egypt Vol.10.
197. **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.
198. **Kheffifi H., 2015** - Etudes physiologiques et génétiques de caractères morpho-physico-chimiques des fruits d'agrumes au cours de la maturation jusqu'à l'abscission.Thès.Dr. SupAgro Montpellier. France. pp18-31.
199. **Kherchouche D., Bentouati A. et Kaabeche M., 2011** - Croissance et écologie du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) Dans le massif des Beni-Imloul (Aurès, Algérie).Séchèresse22:43-8
200. **Khoudour A., 1988** – Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, Diaspididae) dans un verger de clémentinier à Chebli. Mém. Ing. Agron., Ecol. Nat. Sup. Agron. El – Harrach, Alger, 60 p
201. **Kibar Ak., Izzet Akça. and Islam Saruhan., 2017** - Biological control of *Icerya purchasi* Maskell (Hemiptera: Margarodidae) with *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) in a Cherry Laurel Orchard. International Journal of Agriculture Innovations and Research.Vol (5): 2319-1473.
202. **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.
203. **Kim. D.H., Yang. J.Y., Jang. Y.S., San Choi. K., Hyun. H.N. et Kim. D.S., 2011** - Stage-specific population dynamics of cottony cushion scale, *Icerya purchasi* (Hemiptera: Monophlebidae), incitrus orchards in Jeju, Korea. *J. Asia Pac. Entomol.* 14 : 305-309.
204. **Kinuthia MW. et Mwangi RW., 1988** - Growth, Development and Life Cycle of *Icerya pattersoni* (Newstead) (Homoptera: Margarodidae), a Coffee Pest in Kenya. Insect Science and its Applications, 9, 69-72.
205. **Kirk H.B., 1894** - Contribution to a knowledge of the New Zealand sponges. *Transactions of the New Zealand Institute.* 26: 175-179, pl. II.
206. **Kiyindou A., 2008** - Contribution à l'étude de l'écologie et de la biologie des homoptères ravageurs des arbres fruitiers et autres plantes : II : influence de la plante-hôte et de sa phénologie sur l'évolution des infestations d'*Aleurodicus dispersus* RUSSELL (Hom. : aleyrodidae) en république du Congo. Tropicultura. 1 : 1 0-15.

207. **Kondo T., Portilla Ramos., Peronti AA.ALBG. et Gullan P.J., 2016** - Distribution connue et statut de ravageur des cochenilles cannelées (Hemiptera Momphebidæ Iceryini) en Amérique du Sud. *Redia* XCIX : 187-195.
208. **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>.
209. **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.
210. **Kozár F., Véték Gábor. et Fetykó Kinga., 2013** - A vryburgia brevicurris viaszos Pajzstetűfaj (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae) Felbukkanása magyarországon. *Növényvédelem* 49 (5), 2013.
211. **Kuwana S.I., 1922**.-Coccidae (scale insects) of Japan. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 3: 43-98
212. **Ladaniya M., 2008** - Agrumes : technologie de la biologie et évaluation. Elsevier, Atlanta, Géor. 225, pp : 257- 460.
213. **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.
214. **Laumont P., 1951** - Contribution à l'étude de la biologie de l'orobanche et à sa destruction. *Chambre agriculture, Alger*, pp : 1 - 49.
215. **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.
216. **Lindinger L., 1942** - Coccoidea (Homopt.). *Beiträge zur Fauna Perus* Bd. 3: 112-122.
217. **Lopez V.F. and Kairo M.T.K., 2003** - Prey range of *Nephaspis bicolor* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae), a potential biological control agent of *Aleurodicus dispersus* and other *Aleurodicus* spp. (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Pest Manage.*, 49: 75–88.
218. **Loudyi W. et Skiredj A., 2003** – Fiches techniques : Le bananier, la vigne et les agrumes. *Bulletin Mensuel de liaison et d'information du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture. MADER / BERD. Sommaire n° 109 arboriculture. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.* 4p.
219. **Loussert R., 1985** - Les agrumes. Ed. J.B.Bailliére, Paris ,136p
220. **Loussert R., 1987** - Les agrumes Arboriculture. Ed. Lavoisier, Paris, Vol.n°1, 113 p.
221. **Loussert R., 1989** - Les agrumes. Production. Ed. Sci. Univ. Vol n° 2. Liban, 250 p.
222. **Mabberley D.J., 1997** - A classification for edible Citrus (Rutaceae). *Rijksherbarium, University of Leiden, Netherlands and Royal Botanic Gardens, Sydney NSW 2000, Australia. Telopea* 7(2): 167–172.
223. **MADR., 2006** - Donnés statistique du ministère de l'agriculture et de développement rural, Alger, 3 p.
224. **MADR., 2013** - Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural « Production

- mondiale d'Agrumes frais et transformés. Données statistiques annuelles de la F.A.O., 60P. »
225. **MADR., 2019 - Ministère de l'agriculture et du développement rural.** Recensement général de l'agriculture 2019 : rapport général des résultats définitifs. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, 125 p.
 226. **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.
 227. **Maria F., 1996 -** Comparacion de la eficacia de varios insecticidas contra serpetta grossa (*Lepidosaphes beckii*) y poll gris (*Parlatoria pergandii*). Levante agricola. 335 :120 - 128.
 228. **Martin H., 2001 -** "Rodolia cardinalis" (En ligne), Animal Diversity Web. Consulté le 29 avril 2020 à https://animaldiversity.org/accounts/Rodolia_cardinalis/
 229. **Martin NA., 2018 -** Pèse-personne en coton - *Icerya Buyeri* . Insectes intéressants et autres invertébrés. New Zealand Arthropod Factsheet Series Number 130. <http://nzacfactsheets.landcareresearch.co.nz/Index.html>.
 230. **Martin R.R., Haroldson S.K. et Triden K.A., 1984 -** Stuttering and speech naturalness. Journal of Speech and Hearing Research. 21, 63-73.
 231. **Martínez-Ferrer M. T., 2014 -** La gestion des coccidés et des pucerons dans les programmes de lutte intégrée contre les ravageurs dans les agrumes. Phytoma Espagne : Le journal professionnel de la santé des plantes, 31.
 232. **Mathews C., Minja E., Saxena KB., Beck BDA. et Fowler R., 2001 -** Insectes nuisibles au pois cajan en Afrique du Sud ; Rapport d'enquête. Bulletin international du pois chiche et du pois d'Angole 8 : 48-50.
 233. **Mbete R.A., Banga-Mboko H., Racey A P., Mfoukou-Ntsakala I., Nganga J.L., Doucet, J.L., Hornick. and P. Leroy., 2011 -** Household bushmeat consumption in Brazzaville, the Republic of the Congo. Tropical Conservation Science, 4, 187-202.
 234. **McKenzie H.L., 1967 -** Mealybugs of California with taxonomy, biologie, and control of the North American species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Berkeley.University of California.Press.526p.
 235. **Meghazi N., 2010 -** Rôle du parasitoïde *Aphytis lepidosaphes* (Hymenoptera : Aphelinidae) dans la limitation des populations de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera : Diaspididae) sur oranger dans la région de Rouiba. Ing. Agro., Ecol. Nat. Sup. Agron. El-Harrach, Alger, 35-42 p.
 236. **Mendel Z. et Blumberg D., 1991 -** Colonization trials with *Cryptochetum iceryae* and *Rodolia iceryae* for improved biological control of *Icerya purchasi* in Israel. Biological Control, 1: 68-74.
 237. **Menzer N., Aroua Kh., Mokabli A., Benzara A. et Biche M., 2016 -** Biological data on *Pollinia pollini* (Coccoidea: Asterolecaniidae) on Olive tree in Mitidja (Algeria). Wulfenia Journal, 23(3), 162-169
 238. **Merahi M., 2002 -** Merahi, K. 2002. *Contribution à l'étude de la population du pou de Californie Aonidiellaaurantii Mask (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier dans la région de Boufarik.* Mém. Ing. Agro., Inst. Nat. El - Harrach, Alger. 59 p.
 239. **Merazi N., 2010 -** Rôle des parasites dans la régulation des populations de

- cochenilles sur leurs hôtes. Mem. Ing. Agron., Ecole Nat. Sup. Agron. El-Harrach, Alger, 30-40 p
240. **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) : 111-117.
241. **Mesbah A. H., 2008** - Insect pests attacking pomegranate trees and associated predators at Kafr El-Sheikh region. *Egyptian J. Biol. Pest Control*; 18(2):361-367.
242. **Mesbah H.A., Shanab ABO., Mourad A.S., Moursi A.K., El-Sayed K.S., Ahmed Nagda. et Abdel-Fatah Rasha.S., 2011** - Population fluctuations of two *Icerya* species, *Icerya purchasi* and *Icerya seychellarum* (Monophlebidae, Coccoidea) along with ecological studies on *Acalypha wilkesianain* Alexandria, Egypt. *Comm. Appl. Biol. Sci*, Ghent University, 76/2, 2011.
243. **Michel Royer., 1973-** Pluralité Des Types Génitiaux Chez L'insecte Hermaphrodite *Icerya Purchasi*, *Italian Journal of Zoology*, 40:3-4, 269-289,
244. **Mifsud DE., Mazzeo G., Russo A. et Watson GW., 2014** - Les cochenilles (Hemiptera : Coccoidea) de l'archipel maltais. *Zootaxons* 3866(4) : 499-525.
245. **Miller D.R. et Davidson J. A., 2005** - *Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs*“, Cornell Univ. Press. Ithaca, New York, 442 p.
246. **Miller D.R. et Davidson JA., 1990** -A list of the armored scale insect pests. Chap. 3.1. Armored scale insects as pests. In: D. Rosen (Ed.). *Armored scale insects: their biology, natural enemies and control*. *Word Crop Pests*, vol. 4B, , 688 p.
247. **Milne L. et Milne M., 1980** - *La Audobon Society Field Guide to Americna Insectes et NorTH Spiders* . New York: Alfred A. Knopf.
248. **Mohamed G.H., 1999** - Studies on scale insects infesting olive trees. Ph. D. Thesis, Fac. Agric. Al-Azhar Univ., Egypt, 234 pp.
249. **Mohamed Nadia E., 2013** - Ecological studies on some mealybug species infesting grapevine trees and their associated predatory insects at Mansoura district. *J. Plant Prot. and Path. Mansoura Univ.* 4 (10): 821- 836
250. **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.
251. **Moharum F.A., 2006** - Ecological and morphological studies on the white peach scale *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) and its natural enemies (Homoptera: Diaspididae). Ph. D. Thesis, Fac. Agric., Moshtohor, Benha Univ., 192 pp.
252. **Mongue Andrew J., Michaelides Sozos., Coombe Oliver., Tena Alejandro., Kim Dong-Soon., Normark Benjamin.B., Gardner Andy., Hoddle Mark.S. et Ross Laura., 2020** - Sex, males, and hermaphrodites in the scale insect *Icerya purchasi*. bioRxiv doi:
253. **Moraes L.A.H. and Silva R.F.P.da., 1987** - Rate of parasitism of *Mytilococcus beckii* (Newman, 1869) (Homoptera, Diaspididae) in oranges of the cultivar Valencia (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) in the Taquari region, RS. *Agronomia-Sulriograndense.*, 23(1): 41- 47.
254. **Morales CF. et Bain J., 1989** - *Icerya Purchai* Maskell, écaille de coton (Homoptera: Margarodidae). Dans: Cameron PJ, Hill RL, Bain J, Thomas WP ed. *Examen de la lutte biologique contre les invertébrés et les mauvaises herbes*

- en Nouvelle-Zélande de 1847 à 1987. Communication technique n ° 10. Wallingford, Oxon, Royaume-Uni, CAB International. Pp. 207-211.
255. **Morales V.F., 1991** – Margodidae (Insecta: Hemiptera). Fauna of New Zeland 21,124 pp.
256. **Mouas B., 1987** – Bioécologie de la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* Newman (Coccidae, Diaspididae) dans un verger de clémentinier *Citrus reticulata* dans le domaine Chaoui Mabrouk (Annaba). Mém. Ing. Agron., Ecol. Nat. Sup. Agron., El-Harrach, 76p.
257. **Moustafa M., 2012** - Host plant, distribution and natural enemies of the red date scale, *Phoenicococcus marlatti* Cockerell (Hemiptera: Phoenicococcidae) and its infestation status in Egypt. J. Egypt. Ger. Soc. Zool. Vol. 65: 4-8
258. **Mutin G., 1977** - La Mitidja : décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ.Univ., Alger, Cent. Nat.Rech. Sci., Paris, 607 p.
259. **Nasca A. J., Terán A. L., Fernández R.V. et Pasqualini A.J., 1981** - Animales perjudiciales y benéficos a los cítricos en el noroeste Argentino. CIRPON.362 pp.
260. **Nicolosi E., Deng ZN., Gentile A., La Malfa S., Continella G. et Tribulato E., 2000** - Phylogénie des agrumes et origine génétique d'espèces importantes comme étudié par des marqueurs moléculaires. Génétique théorique et appliquée. 100:1155–1166.
261. **Nowrin Samiha., Begum Murshida., Khatun Mousumi. and Howlader Moksed. Ali., 2019** - The abundance and mechanical control of *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Monophlebidae) on mangifera indica in Dhaka, Bangladesh. Bangladesh J. Zool. 47(1): 89-96.
262. **Noyes J.S. 2004** - Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 2. *Metaphycus* and related genera, parasitoids of scale insects (Coccoidea) and whiteflies (Aleyrodidae). Memoirs of the American Entomological Institute 73: 1-459.
263. **Noyes J.S. et Prinsloo G.L. A., 1998** - review of the Afrotropical and Malagasy taxa of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) described by J. Risbec (1949-1959). Annales de la Société Entomologique de France, v.34, p.71-97, 1998.
264. **Noyes J.S., 1982** - Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). Journal of Natural History 16: 315-334.
265. **Noyes J.S., 2000** - Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 1. The subfamily Tetracneminae, parasitoids of mealybugs (Homoptera: Pseudococcidae). Memoirs of the American Entomological Institute 62: 1-355.
266. **Noyes J.S., 2013** - Universal Chalcidoidea database. 2013. Online. Available from: Accessed: Apr. 22, 2014.
267. **Nyabyenda P., 2005** - Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. tec and doc. Belgique, 223 p.
268. **O.N.M., 2018** - Relevés météorologiques de l'année 2016 et 2017. Office National de météorologie Station de Dar El Beida.
269. **Ollitrault P., Jaquemond C. et Dubois C., 1999** - Les agrumes. *Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*, pp. 89-111.
270. **Ondet S.J., Jonis M. et Coulombel A., 2005** - "Produits des agrumes en agriculture biologique", ed. ITAB, n°75, (2005), 32p.
271. **ONS., 2019** – Office national des statistiques « LA PRODUCTION AGRICOLE,

- Campagnes 2016/2017 et 2017/2018 ».n881.pp :6.
272. **Osman E. A., 2005** - Studies on homopterous insect pests infesting mulberry tree in relation with *Bambyx mori*; L. (Bombycidae: Lepidoptera) silk production. Ph. D. Thesis, Fac. Agric., Cairo Univ.; 160 pp.
 273. **Ouyahya M., 1987** – Synthèse des études cartographiques réalisées dans la région de Boumerdes, Thénia et Zemmouri. Mem. Ing., Inst. Nat. Agron., El Harrach, 139 p.
 274. **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.
 275. **Panis A., 1977** – Essai d'utilisation rationnelle de la lutte biologique contre les Homoptera fixées des *Citrus*. C.K.Rech.D.G.R.S.T.n°747, 30 p.
 276. **Peck SB., Heraty J., Landry B. et Sinclair BJ., 1998** - Introduced insect fauna of an oceanic archipelago: the Galápagos Islands, Ecuador. *American Entomologist*, 44(4):218-236; 34.
 277. **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.
 278. **Pesson P., 1951** – Ordre des Homoptères, Pp.1390 1656 in Grassé P. P., *Traité de zoologie. (Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes)*. Ed. Masson et C^{ie}, T.X, Fasc.II, 1948p.
 279. **Pierantoni U., 1912** - Monographia dei Discodrilidae. *Ann. Mus. zool. R. Univ. (NS)* 3 (24): 1–28.
 280. **Pierantoni U., 1914** - Sopra un Nématode parassita della «Sagitta» e sul suo probabile ciclo evolutivo. *Trans. IX Congr. int. Zool. Monaco*: 663-664.
 281. **Pierantoni. U, 1913** – Struttura ed evoluzione dell'organo simbiotico di *Pseudococcus citri* Risso, e ciclo biologico del *Coccidomyces dactylopii* Buchner. *Arch Protistenkd* 31: 300–316
 282. **Polèse J. M., 2008** - La culture des agrumes. Ed. Artemis, 95p.
 283. **Praloran J.C., 1971** – Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 561 p.
 284. **Quayle R., 1912** - Araignées rouges et acariens des agrumes. *Publications de l'Université de Californie, Collège d'agriculture, Station expérimentale agricole* , 234, 483–530.
 285. **Quilici S. et CIRAD, 2003** -Analyse du Risque Phytosanitaire (ARP).P. *ziziphi*. AGR. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>.
 286. **Quilici S., 2003** - Analyse du Risque Phytosanitaire AGR-a2 : *Brevipalpus californicus*, *Brevipalpus phoenicis*, *Brevipalpus obovatus*. CIRAD – Août 2003.
 287. **Ramade F., 1984** - Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
 288. **Rao V.P. et Cherian M.C., 1944** – The fluted scale, *Icerya purchasi* Mask., as a pest of wattle in South India, and its control by the biological method. *Madras Agr.J.*32: 1-20.
 289. **Rebour H., 1950** - Les agrumes en Afrique du Nord. Ed Boulevard Baudin, Alger,

- 498 p.
290. **Rebour H., 1966** - Les agrumes. Manuel de culture des citrus pour bassin méditerranéen. Ed J.B. Baillier et fils.Paris. 278 p.
291. **Riba. G. et Silvy C., 1987** - Combattre les ravageurs des cultures, Enjeux et perspectives. Inra eds 210 p.
292. **Robolledo R. et Carrillo R., 1988** - Ciclo estacional, fenología y plantas hospederas de *Icerya purchasi* Maskell en Valdivia, Chile. Rev. Chilena Ent., 16:25-32.
293. **Rodrigo E. et Garcia-Mari F., 1994** - Estudio de la abundancia y distribucion de algunos coccidos diaspididos de citricos Bol. San. Veg. Plagas 20, 151-164
294. **Rodrigo. E. et Garcia-Mari. F, 1990** – **Comparacion del** Ciclo biologico de los diaspinos *Parlatoria pergandii* (Comst.), *Aonidiella aurantii* (Mask.) y *Lepidosaphes beckii* (Newm.) (Homoptera, Diaspididae) en citricos. Bol. San. Veg. Plagas, 16 : 25-35. Sanidad Vegetal Vol. 18(1): 31-44.
295. **Roque-Albelo L., 2003** - Population decline of Galapagos endemic Lepidoptera on Volcan Alcedo (Isabela Island, Galapagos Islands, Ecuador): an effect of the introduction of the cottony cushion scale? Bulletin de l’Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie, 73:177-180.
296. **Rose M. et Debach P., 1979** - Espèce d'Aphytis du monde (Hymenoptera : Aphelinidae). Israel University Press et Dr. W. JUNK BV Publishers, La Haye, pp 801.
297. **Rose M. et Debach P., 1990** - Conservation des ennemis naturels. Dans : ROSEN, D. [éd.] : Cochenilles blindées : leur biologie, leurs ennemis naturels et leur contrôle. Volume B. Elsevier Science Publ., Amsterdam, 461-471.
298. **Rosen D. et De Bach P., 1978** - Diaspididae. 78-128. In: Clausen, C.P., Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: a World Review. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Wasington, D.C.. 545 pp.
299. **ROY M., BRODEUR J. et CLOUTIER C., 2002** - . Relationship Between Temperature and Developmental Rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and Its Prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). Environmental Entomology. 31 (1) : 177-187.
300. **Royer M. et Delavault R., 1974** -Formation des mâles chez *Icerya purchasi*, insecte hermaphrodite. CR Acad. Sci. Paris, n°278, 2205-2208 (1974).
301. **Royer M., 1971** - Présence de cellules haploïdes parmi les blastomères diploldes de l'embryon d' *Icerya purchasi*. CR Acad. Sci. Paris 272, 3344-3347.
302. **Royer M., 1973** - Rôle de la Polyspermie dans la formation des lignées cellulaires haploïde et diplolde chez l'insecte *Icerya purchasi*. Anne. Embryol. Morphog. 6 , 243-252.
303. **Sadallah A., 2015** - Effet de teneur chimique des feuilles du clémenttinier 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.
304. **Saighi H., 1998** - Biosystématique des cochenilles diaspinés 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.
305. **Schvester D., 1956** - Rapports écologiques entre les cochenilles diaspinés et leurs plantes-hôtes. Rev. Zool. Agric. appl., n° 4, 24 p..

306. **Seltzer P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phy. Glob., Univ. Alger, 219 p.
307. **Sherwood L., Klandorf H. et Yancey P., 2016** - Physiologie animale. Ed. De Boeck Supérieur, Belgique, 754 p.
308. **Simmonds F.J., 1969** - Les travaux du Commonwealth Institute of Biological Control relatifs aux insectes des agrumes. *Actes du premier symposium international sur les agrumes. Vol. 2.* Université de Californie Riverside.
309. **Smirnoff W. A., 1950** - La « cochenille noire » dans les cultures d'agrumes au Maroc. *Rev. Terre Marocaine.*
310. **Smirnoff W., 1960** - *Lepidosaphes beckii*, Newm. Parasite des agrumes au Maroc, avec description d'une méthode d'étude des cochenilles de la famille des Diaspididae. *Les Cahiers de la Recherche Agronomique (Morocco)* 10: 37-68.
311. **Smith I.M., McNamara D.G., Scott, P.R. et Holderness M., 1997.** - In: Quarantine Pests for Europe: Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the Eur. and Mediterranean Plant Protection Organization. CAB International, Cambridge, UK. 1425 pp.
312. **Soares A. O., Elías. R. B. et Schanderl H., 1999** - Population dynamics of *Icerya purchasi* MASKELL (Hom; Margarodidae) and *Rodolia cardinalis* MULSANT (Col; Coccinellidae) in two citrus orchards of Sao Miguel island (Azores). *Bol. San. Veg. Plagas*, 25: 459-467.
313. **Soares A.O., Elias R.B. and Schanderl H., 1997** - *Encarsia citrina* (Crawford) (Hymenoptera, Aphelinidae), a parasitoid of *Unaspis citri* (Comstock) and *Lepidosaphes beckii* (Newman) (Homoptera, Diaspididae) in citrus orchards of Sao Miguel Island (Azores). *Boletim Sanidad Vegetal, Plagas.*, 23(3): 449-456.
314. **Soares J. A. C., 1980** - A protecção dos citrinos. Ministério da Agricultura e Pescas. Direcção Regional de Agricultura do Algarve, 263 p
315. **Socora R.W., 1975** - Sur l'histoire et l'origine de Agrumes. *Bulletin du Torrey Club botanique* 102: 369-375.
316. **Stathas G.J., Skouras P.J., et Kontodimas D.C., 2015** - Data on ecology of the purple scale *Lepidosaphes beckii* (Newman) on citrus in Greece. *EPPO Bulletin*, 45: 128-132.
317. **Stofberg F., 1937** - The citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.). Union of South Africa, Department of Agriculture and Forestry, Science Bulletin, n° 31 : 167-224.
318. **Summerville W.A.T., 1934** - Queensland citrus scale insects and their control. *Queensland Agricultural Journal* 41: 186-207.
319. **Swingle Reece., 1967** - W.T. Swingle, P.C. Reece, The botany of Citrus and its wild relatives, in *The Citrus Industry*, I, Berkeley, 1967.
320. **Tabet O., 2017** - Incidence parasitaire de *Comperiella bifasciata* (Hym : Encyrtidae) et de *Aphytis melinus* (Hym : Aphelinidae) sur les populations du Pou de Californie *Aonidiella aurantii* (Hom : Diaspididae) dans un verger d'oranger à Rouiba. *Mem. Ing. Agro., Ecol. Nat. Sup. Agron. El-Harrach, Alger*, 85 p
321. **Tadmor U. et Applebaum S.W., 1971** - Diapause adulte chez le coccinellidé prédateur, *Chilocorus bipustulatus* : induction photopériodique. *Journal de physiologie des insectes.* Volume 17, numéro 7, juillet 1971, pages 1211-1215.
322. **Takarli F., 2012** - Eco éthologie de la cochenille noire *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera) sur le clémentinier de la Mitidja. *Mem. Magist. Univ. Saad dahlab. Blida*, 127 p.

323. **Talhouk, A.S., 1975** - *Citrus* pests throughout the world. In: Hafliger (Ed.). *Citrus* Ciba - Geigy Agrochemicals Technical Monograph, n°4, 88 p.
324. **Tanaka T., 1961** - *Citrologia* : Semi centennial commemoration papers on *citrus* studies. Osaka Japan. Techniques et documentation, Paris, 492 p.
325. **Tang F.T., 2001** - [Review and supplement of Professor Wu's "Catalogue Insectorum Sinensium" (Family Coccidae)]. *Journal of Shanxi Agricultural University* 21(2) : 1-5.
326. **Taylor LR., 1984** - Évaluer et interpréter la distribution spatiale des populations d'insectes. *Ann. Rev. Entomol.*, 29: 321-357.
327. **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.
328. **Thompson W.L. et Griffiths J.T., 1949** – Purple scale and Florida red scale as insect pests of citrus in Florida. *Bulletin of the Florida Agricultural Experiment Station.*, 462 : 1-40.
329. **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.
330. **Tremblay E., 1988** – *Entomologia applicata*. Edt. Liguori, S. R. L., II, Parte prima, 329.
331. **Unruh CM. et Gullan PJ., 2008** - Les données moléculaires révèlent des stratégies de reproduction convergentes chez les cochenilles iceryine (Hemiptera : Coccoidea : Monophlebidae), permettant la réinterprétation de la morphologie et une classification générique révisée. *Entomologie systématique* 33 : 8-50
332. **Uygun N., 1991** - Biological control in our country. *Journal of the Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Affairs* 63: 28-30.
333. **Uygun N., Karaca M.R. et Satar S., 2010** - Fruit and vine pests, *Özyurt.*, 347 pp.
334. **Uygun N., ekero lu E. et Karaca ., 1988** - Research on the application possibilities of the whole method against pests in a newly established citrus orchards. *Ç.Ü. Research Fund I. Science Congress*, 28-30 November 1988, Adana, 251-259.
335. **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.
336. **Viggiani Gennaro., 1977** - *La lutte biologique et intégrée*. Liguori Editore, Naples. ISBN 88-207-0706-3.
337. **Villiers A., 1977** - *L'entomologiste amateur*. Ed. Le chevalier, Paris. 248 p.
338. **Virbel-Alonso C., 2011** - Citron et autres agrumes : un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé et votre beauté. Ed. Eyrolles., 27 p.
339. **Waterhouse D.F. et Sands D.P.A, 2001** – Classical biological contrôle of arthropods in Austalia, Ed. ACIAR., 560 p.
340. **Webber H.J., Reuther W. and Batchelor LD., 1967** - The Citrus industry vol.I.History, world Distribution, Botany and Varieties. University of California, Division of Agricultural Sciences, California. 933p.

341. **Williams G.J., 1941** - Mealybugs of Southern Asia. The Natural History Museum, Lon.
342. **Zaabta I., 2016** - Ecologie de deux bioagresseurs des agrumes *Lepidosaphes beckii* et *Parlatoria ziziphi* (Homoptera : Diaspididae) dans un verger d'oranger à Rouiba. Mém. Mag. Ecol. Nat. Sup. Agr. El Harrach. Alger, 90-120p.
343. **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.
344. **Zimmerman Elwood C., 1948** - Insects of Hawaii. Vol. 5 Homoptera: Sternorrhyncha. Univ. of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 464 p.
345. **Zuniga S.E., 1971** – Biología de la conchuela morada, *Lepidosaphes beckii* (Newm.) en trea areas citricolas de Chile (Homoptera : Diaspididae). Revista Peruana de Entomología 14 : 285-290. In Annales du 1^{er} Congres Latino-américain d'Entomología, Cusco-Perù-12-18 Abril 1971.
346. **Zuniga S.E., 1971** – Biología de la conchuela morada, *Lepidosaphes beckii* (Newm.) en trea

❖ **Références électroniques**

347. **USDA., 2016** - National Agrcultural Statistics Service 2016. In: <https://www.nass.usda.gov/>.
348. **USDA., 2020** - Citrus: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture *approved by the World Agricultural Outlook Board – USDA* At <https://public.govdelivery.com/accounts/USDAFAS/subscriber/new>
349. **Weeden Shelton. et Li Hoffman., 2004** - "Cornell University, Biological Control" (En ligne). Consulté le 7 avril 2005 à [http:// www. Nysaes. Cornell. Edu / ent / biocontrol / predators / rodolia_ cardinalis](http://www.Nysaes.Cornell.Edu/ent/biocontrol/predators/rodolia_cardinalis).

<http://www.agroligne.com>

<http://www.legume-fruit-maroc.com>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Agrume>

<https://agronomie.info/fr/production-des-agrumes-en-algerie/>

<https://biocontrol.entomology.cornell.edu/predators/Rodolia.php>

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

<https://gd.eppo.int/taxon/ICERPU/distribution>

<https://naturalistes-vendeens.org/faune/coccinelles/rodolia-cardinalis/>

<https://www.insecte.org>

<https://www.insecte.org>

<https://www.medias24.com/agrumes-la-production-mondiale-devrait-baisser-durant-la-saison-2019-2020-7137.html>

ANNEXE

Tableau 1 : Les résultats de l'ANOVA des populations larvaires

Effect	Univariate Results for Each DV (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	Nb SS	Nb MS	Nb F	Nb p
Intercept	1	3579876	3579876	2177,927	0,000000
Annee	1	10752	10752	6,542	0,011224
Lar	2	501941	250971	152,686	0,000000
Annee*Lar	2	38374	19187	11,673	0,000015
Error	216	355041	1644		
Total	221	906109			

Tableau 2 : Résultats du test post hoc de tukey des populations larvaires

Cell No.	Tukey HSD test; variable Nb (Spreadsheet1) Homogeneous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1643,7, df = 216,00						
	Annee	Lar	Nb Mean	1	2	3	4
1	A2017	L1	57,0270	****			
4	A2018	L1	80,5676	****	****		
2	A2017	L2	106,7838		****		
5	A2018	L2	147,0000				****
6	A2018	L3	174,2703			****	
3	A2017	L3	196,2703			****	

Tableau 3 : Les résultats de l'ANOVA avec les interactions des populations des adultes

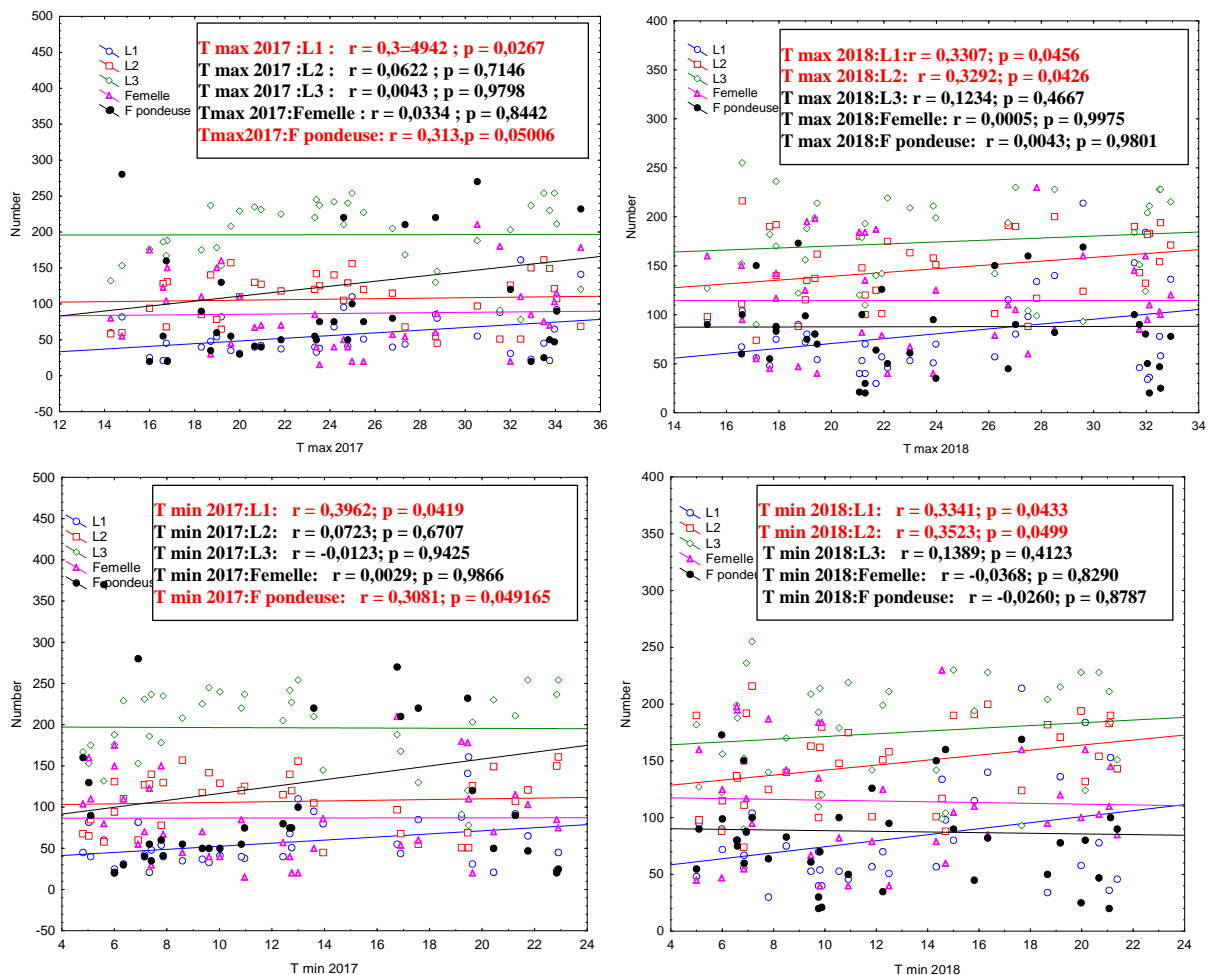
Effect	Univariate Results for Each DV (Spreadsheet16) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	Degr. of Freedom	Nb SS	Nb MS	Nb F	Nb p
Intercept	1	1599520	1599520	283,4954	0,0000
Annee	1	1114	1114	0,1974	0,6574
Adulte	1	1583	1583	0,2805	0,5971
Annee*Adulte	1	40889	40889	7,2471	0,0079
Error	144	812468	5642		
Total	147	856054			

Tableau 4 : Résultats du test post hoc de tukey des populations des adultes

Cell No.	LSD test; variable Nb (Spreadsheet16) Homogeneous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 5642,1, df = 144,00				
	Annee	Adulte	Nb Mean	1	2
1	A2017	JΓ	06,8100	****	
4	A2018	ΓP	07,8649	****	
3	A2018	JΓ	114,5676	****	****
2	A2017	FP	126,5946		****

Tableau 5: Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation de la population d'*I.purchasi* par le Test de corrélation linéaire durant l'année 2017 et 2018.

Paramètres	T max 2017	T min 2017	L1	L2	L3	Femelle	F pondueuse
T max 2017	1,000000	0,961825	0,464221	0,062200	0,004302	0,033449	0,186293
T min 2017		1,000000	0,536190	0,072282	-0,012279	0,002855	0,208099
L1			1,000000	-0,515844	-0,545023	0,171522	0,645569
L2				1,000000	0,884838	-0,447569	-0,789777
L3					1,000000	-0,517402	-0,811583
Femelle						1,000000	0,254781
F pondueuse							1,000000
Paramètres	T max 2018	T min 2018	L1	L2	L3	Femelle	F pondueuse
T max 2018	1,000000	0,974915	0,530659	0,489156	0,123438	0,000531	0,004251
T min 2018		1,000000	0,634083	0,512309	0,138900	-0,036751	-0,025970
L1			1,000000	0,014524	-0,166370	0,290904	0,415385
L2				1,000000	0,770121	-0,138357	-0,435251
L3					1,000000	-0,306691	-0,508164
Femelle						1,000000	0,093619
F pondueuse							1,000000



Analyse des corrélations existantes entre les facteurs climatiques et la variation des effectifs des différents stades d'*I.purchasi* en 2017 et 2018, par le Test de corrélation linéaire.

The image features a white background with a dark blue double-line border. Diagonal lines in various shades of blue (light blue, medium blue, and dark blue) cross the page from the bottom-left to the top-right. The word "PUBLICATIONS" is centered in a dark blue, serif font.

PUBLICATIONS

Role of hymenopterous parasites Aphelinidae in the regulation of levels of *Lepidosaphes beckii* (Newton, 1869) (Homoptera Diaspididae) populations on orange trees in Rouiba area (Algeria)

Lalia Boukhobza¹, Insaf Zaabta¹, Rachida Belguendouz², Fateh Mimeche^{3*} & Mohamed Biche¹

¹National Superior School of Agronomy 16200 El Harrach Algiers, Algeria

²Medicinal and Aromatic Plant laboratory. University of Blida & Department of Biotechnology, Univ. Blida 1, (Algeria)

³Department of Agricultural Sciences, University of M'Sila, BP 166 Echbilia, 28000 M'Sila, Algeria.

*Corresponding author, email: mimechefateh@gmail.com

ABSTRACT

This present study put in evidence the dynamics of the populations of *Lepidosaphes beckii* (Newton, 1869) (Homoptera Diaspididae), and the study of the impact of its hymenopterous parasites *Aphytis lepidosaphes* Compere, 1955, *Aphytis chrysomphali* Mercet, 1912, *Aphytis proclia* Walker, 1839 and *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw, 1831) on orange tree in the area of Rouiba. This diaspine develops three generations: one in autumn-winter, one in spring and one in summer. This scale insect presents a very marked affinity in the middle of the tree and the inferior faces of the leaves where the suitable conditions for its development seems to be offered. The natural mortality of *L. beckii* is of two types: climatic for young stages and physiological for the adult females. The parasitic incidence is almost the same for the young stages and the adult with respectively 22.24% and 23.89%. The global rate of parasitism is 23.24% insufficient to control its host.

KEY WORDS

Aphytis; *Aspidiotiphagus*; *Citrus*; *Lepidosaphes beckii*; parasitoids.

Received 19.03.2020; accepted 28.09.2020; published online 22.11.2020

INTRODUCTION

The cultivation of citrus fruits is of strategic importance for Algeria where it is a source of fruit supply and opportunities in the international market for citrus products. Among the Citruses, the Orange tree occupies the first place with 69.73%, then the Lemon tree with 6.94%, the Mandarin with 4.73% and the clementine with 1.82%. The citrus orchards are subjected to very high-pressure by several pests,

in particular by the cochineals that appear to be the second pest after the Mediterranean fruit fly (Benassy & Soria, 1964). The diaspinines represent 42.37% of all the cochineals and the genus *Lepidosaphes* Shimer, 1868 (Homoptera Diaspididae) is the most dominant with 14% (Belguendouz, 2005). While the cochineals in general, and *Lepidosaphes beckii* (Newton, 1869) in particular, cause important damages on citrus fruits, there are, however, predators and pests very poorly known in Algerian conditions. Our work

presents a contribution to the understanding of the ecology of *L. beckii* on Orange trees in the region of Mitidja, and its relationship with the parasites Hymenopter.

MATERIAL AND METHODS

Our study was carried out on a private farm in Rouiba (36°44'00"N and 3°17'00"E), located to the east of the Mitidja, 25 km from the capital Algiers and 7 km from the Mediterranean Sea. It is delimited to the north by the town of Ain-Taya, to the south by the town of Khemis El Khechna, to the east by the town of Reghaia and to the west by the town of Dar El Beida, over a period from September 2016 to July 2017. The plot is 2 hectares, divided into 9 blocks of 25 trees. Prospecting was done once per 10 days, with a sampling of 2 trees from each block on which we took 1 branch of 20 cm long and 2 leaves (in each cardinal direction as well as in the center of the tree). The collected plant material were brought back to the laboratory where we counted for each stage the total live, dead and parasitized individuals of *Lepidosaphes beckii* in order to assess the condition of the insect infestation and the evolution of its pests in according to the method of Vasseur & Schvester (1957).

Identification technique for identified pests

The identification of Aphelinidae is based on the study of their morphological characters (Ferrière, 1965). The technique consists in organizing the parasites harvested under a binocular loupe between blades and lamellae. The latter fixed by Faure's liquid. In our study, 4 species of parasites were identified on the populations of *L. beckii*: *Aphytis lepidosaphes*, *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis proclia*, which are ectoparasites, and *Aspidiotiphagus citrinus*, which is an endoparasite.

RESULTS AND DISCUSSION

Biology of the insect scale

The analysis of the results reported in figure 1 a cross-breeding between larval and adult elements,

which is dictated by the natural life cycle of *L. beckii* where the percentages of these two populations are almost equal until mid-December when the larvae are present with 31.63% of the total number of individuals. Then there is a further progression in mid-January that reaches 76.30%. These are likely from the adult females during autumn. Thereafter, the larval populations will undergo gradual regression and reach their lowest rate by the end of April. A further increase in staffing is then noted for the highest rate in July (81.59%). For adult fluctuations, the adults displayed their highest percentage (68.37%) only at the beginning of December. These females are likely the cause of the larvae observed during the month of November. Thereafter, these adult forms display a second peak (75.33%) in the first then days of May (Fig. 1).

The results indicate an overlap of three annual generations in *L. beckii*: spring, summer and autumn generation. Our results confirm those reported by Biche et al. (2011), Biche et al. (2012), Adda (2010) in the same region of the Orange tree. On the other hand, Meghazi (2010) found 2 generations: fall and spring on the Orange tree in Rouiba. Benassy et al. (1975) reported that the Cochineal develops 2 generations per year in France, 3 in Tunisia, 4 in Naples (Italy), Egypt and Morocco. In Chile, Zuniga (1971) reported three annual generations in the northern region, two to three generations in the central region and only one generation in the southern region. On the other hand, in Eastern Cape in South Africa, De Villiers (1998) reported four annual generations.

The overall study of *L. beckii* shows that the central orientation is affected the most by this

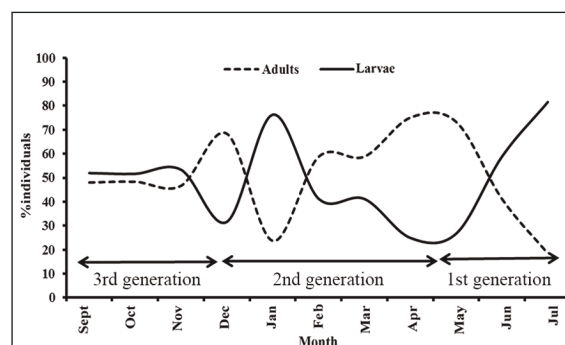


Figure 1. Fluctuation of larval and adult populations of *Lepidosaphes beckii*.

cochineal with 38.36%, followed by the eastern orientation with 22.12% of the total population (Fig. 2). Our results coincide with those obtained by Gherbi (2010) and Meghazi (2010) who worked in the same region. On the other hand, on the clementine trees, Mouas (1987), who worked in Annaba, and Khoudour (1988) in the Chebli region, report that *L. beckii* is found in the northern orientation. The vegetal organ has a very remarkable influence on the abundance of this cochineal, where the leaves contain 91.90% of the total population, mostly on the lower surface (56.31%) than on the upper surface (35.59%) (Fig. 2). This situation provides the cochineal with favorable fixation conditions. Indeed, the leaf blade has a very fine texture, favouring the bites of opophages insects. Our results are consistent with those found by Gherbi (2010). On the other hand, Mouas (1987), Khoudour (1988), Adda (2006) and Adda (2010) note that the highest rate of the living population of *L. beckii* is located in the upper surface of the leaves.

Study of mortality

In view of the results shown in the figure below, we note that overall mortality is significantly higher in larval populations (43.87%) than in adult populations (30.86%). Nevertheless, considerable fluctuations have been recorded throughout the period of study, stretching from September to July (Fig. 3). This mortality is likely related to the structure of the larval shield and the climatic conditions of the winter season where the minimum temperatures displayed 6.2°C in December, 2.3 °C in February and 7.6 °C in March. Instead, the strong rainfall recorded during the month of May was 75 mm, compared to 18 mm in April and 2.55 mm in June. Regarding adult mortality, it is mostly physiological. Indeed, the females after oviposition, die immediately. Mouas (1987), Meghazi (2010), and Gharbi (2010) found that overall adult mortality is quite significant in larvae.

The recorded results show that the overall mortality rate remains very high where the abundance of the cochineal is very pronounced. Nevertheless, the highest mortality rates were recorded at the central and southern orientation of the tree, with 19.78% and 16.84%, respectively, while on leaves is 52.72% (52.72%) (Fig. 4). This

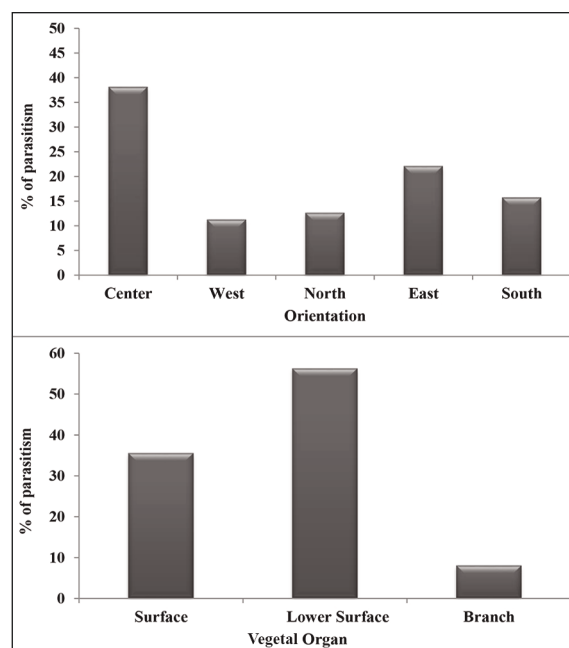


Figure 2. Spatiotemporal distribution of the overall population of *Lepidosaphes beckii*

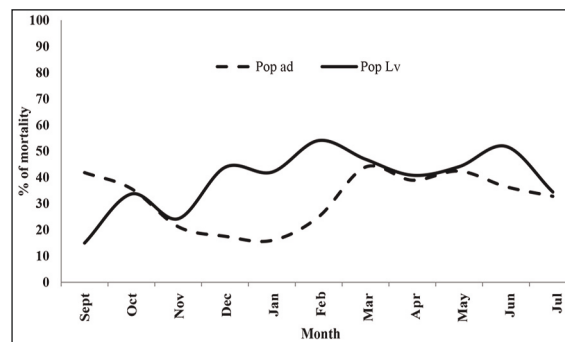


Figure 3. Mortality of *Lepidosaphes beckii* larvae and adults on the orange tree.

result is probably related to the exposure of these leaves to the different climatic hazards during the winter or summer period, namely high temperatures, winds, and hail, as well as the chemical treatments carried out in the orchard.

Inventory of cochineal pests listed on Orange tree at Rouiba

Periodic and random sampling of parasite populations remains an efficient method that allows, in addition to the inventory, to clarify

certain bioecological parameters, on the one hand, and, on the other hand, to assess possibly the entomological role of each species identified for their biological control jobs. The parasite inventory of *L. beckii* highlights 4 species of Hymenoptera Aphelinidae represented by *Aphytis lepidosaphes* Compere, 1955, *Aphytis chrysomphali* Mercet, 1912, *Aphytis proclia* Walker, 1839 and *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw, 1831) (Table 1).

Aphytis lepidosaphes is an ectoparasite that develops at the expense of females adult and 2nd stage male larvae.

Aphytis chrysomphali, *Aphytis proclia* are ectoparasites that develop at the expense of 2nd stage male larvae.

Aspidiotiphagus citrinus is an endoparasite that develops at the expense of the larvae of 2nd stage larvae of *P. ziziphi* and of young females (Ferrière, 1965). We found it for the first time on female larvae in Algeria.

Study of the Parasite incidence

The results recorded in the graph below show that the overall rate of all-stage parasitism in *L. beckii* fluctuates throughout the study period. This fluctuation first passes through a first peak during November with a rate of 30.49% and the second peak in April with a rate of 20.64% and reached the highest rate of parasitism during the month of July with 67.62% (Fig. 5). Overall, the parasitism recorded in the populations of *L. beckii* is 23.24%. This rate is similar to that reported by Meghazi (2010) who worked in the same region of the Orange tree (20.45%). On the other hand, compared to the work of Adda (2006), the parasitic incidence was higher, as the author noted 4.01% adult parasitism. This is likely due to the declining chemical treatments carried out in the study orchard.

The fluctuation of parasitism goes through two main periods: autumn-winter and spring-summer. During the first period, rates varied between 53.81% (September) and 25.58% (December), due to the availability of host larvae for parasites during this period. Thereafter, Parasitism parasitism considerably decreases to vary between 13.78% (January) and 11.03% (February). This decrease is likely related to pesticide application in the study orchard. There was not parasitic activity in the

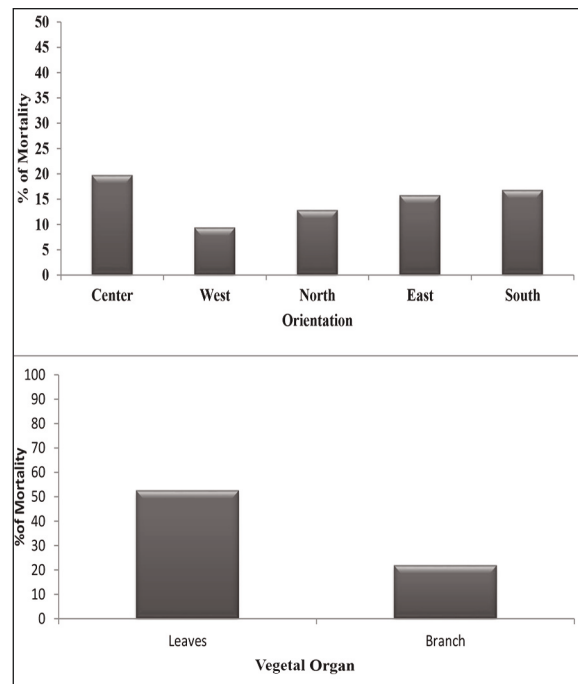


Figure 4. Spatiotemporal mortality of *Lepidosaphes beckii*.

Class	Order	Family	Species	
Insecta	Hymenoptera	Aphelinidae	<i>Aphytis lepidosaphes</i>	Ectoparasites
			<i>Aphytis chrysomphali</i>	
			<i>Aphytis proclia</i>	
			<i>Aspidiotiphagus citrinus</i>	Endoparasite

Table 1. Description of the parasites of *Lepidosaphes beckii* on the orange tree in the region of Rouiba.

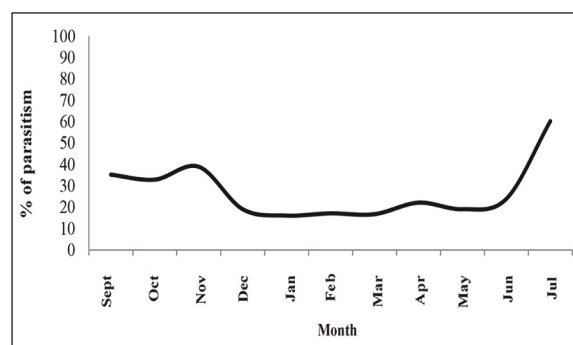


Figure 5. Overall Parasite Incidence of *Lepidosaphes beckii* populations

larval populations until the end of March. In fact, the parasitism of this second period varies between 24.94% (April) and 28.65% (July) (Fig. 6).

Due to the availability of a greater presence of adult cochineal stages, and in contrast to larval populations, the parasite incidence in adults noted for 3 periods: autumn-winter, spring and summer. The first peak of the parasite incidence was recorded in November with 30.49%, the second in April with 21.72% and the third in July with 67.62% (Fig. 7).

Based on the results obtained, it appears that the orientation and the vegetal organ do not have a significant effect on the distribution of the parasite on the tree. Abundance of host cochineals would result in a synchronous increase in the numbers of the parasite populations (Fabres, 1979). Nevertheless, the highest parasitism were recorded in the east and South, orientations, with 28.86% and 28.75%, respectively (Fig. 8). It should be noted that the lowest rate recorded was in the population in the central orientation of the trees. Pests seem to avoid shady areas of the tree and prefer to look for cochineal fixed in sunny places. Our results are similar to those reported by Adda (2006) and Meghazi (2010), whose northern orientation is the most preferred by parasitism.

For the spatial distribution of pests, it should be noted that the latter are more active on the upper surface (27.16%) than on the lower surface of the leaves (21.47%) and twigs (18.24%). These places seem to explain the requirement of parasites in micro-climatic conditions since in these places the sunshine is better.

The host's females perforated shields correspond to the release of adult parasites and reveal the

presence of parasitoids. During the study period, we found the presence of a very large number of these females shields and puparia holes. However, they display three peaks, including 217 females shields and puparia holes in the month of October, then 509 in March and lastly in June with 436 females shields and puparia holes (Table 2).

Comparative global parasitism rate

Based on the results recorded in figure 9, it is apparent that the parasitoids attack much more the female stages of the cochineal, in which 23.89% of the adults are parasitized. On the contrary, the males are attacked throughout their life cycle, which provides the parasitoid with nutritional conditions for better development. We also noted that parasitism remains constant in the female population throughout the study period with fluctuations in three peaks; the first in November (30.70%), the second in April (21.7%) and the third in July (67.90%) (Fig. 9). A similar work in Egypt, on the incidence of external parasites of *L. beckii*, has shown that rates of parasitism are not very high. In fact, Hafez et al. (1987) reported rates of parasitism between 29.7 and 40.2% in October-December, 21.6% in January, 16.1% in May and 15.4% in June.

The rate of parasitism of the males remains low compared to that of females with 19.11%. Probably, the male stages do not offer the optimal nutritional conditions for better development of the parasitoid because they no longer feed during the nymph stages to become adult (Fig. 10).

The rate of parasitism in 2nd stage male larvae remained low at 7.42% compared with 1st 2nd stage

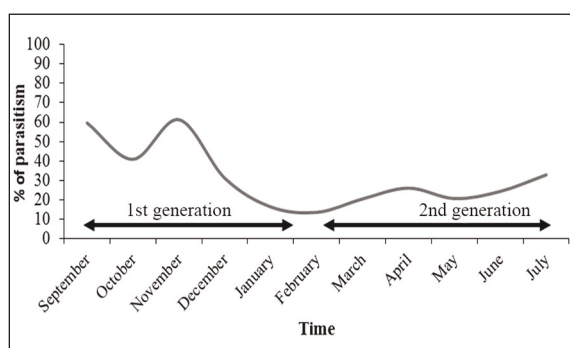


Figure 6. Parasite impact of larval populations of *Lepidosaphes beckii*

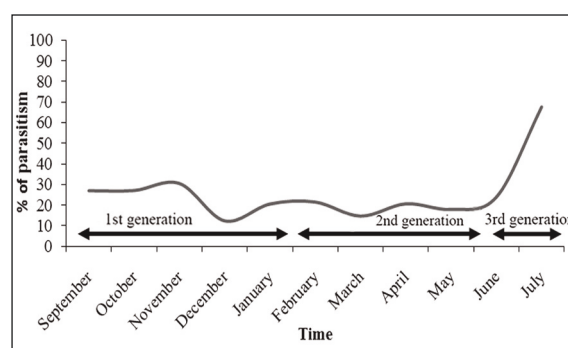


Figure 7. Parasite incidence of adult populations of *Lepidosaphes beckii*

female larvae. Presumably, these male larvae do not offer optimal nutritional conditions for better development of parasitoid. Three peaks of parasitism have been observed: the first in October (43.18%), the second in March (18.42) and the last in June (8.33%) (Fig. 11).

Based on the results recorded in figure 12, it is apparent that parasitoids attack much more the female larval stages of the cochineal (24.82%).

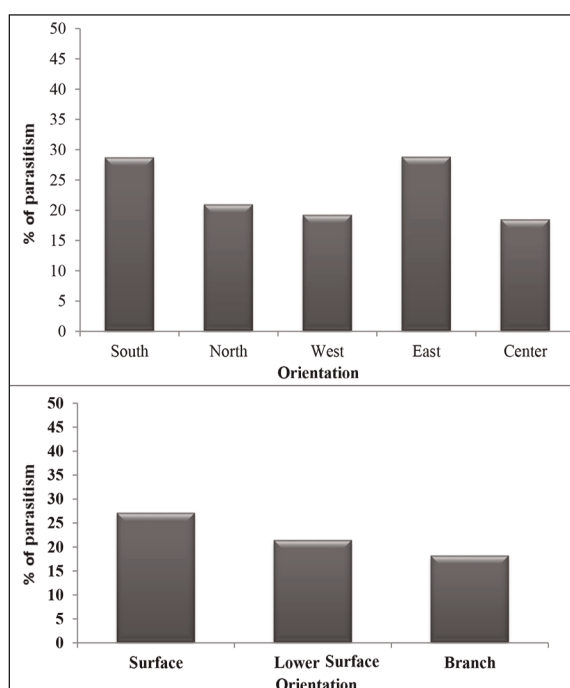


Figure 8. Parasite incidence of *Lepidosaphes beckii* populations according to the orientations and vegetal organs.

Date	Shields holes	Puparias holes	(S+P) Holes
September	70	2	72
October	196	21	217
November	134	11	145
December	103	12	115
January	112	15	127
February	163	8	171
March	495	6	501
April	333	3	336
May	242	6	248
June	435	1	436
July	290	10	300
Total	2573	95	2668

Table 2. Parasitic incidence of parasites in *Lepidosaphes beckii* populations by taking into account holes puparias and females shields.

Given the availability of these larvae throughout our sampling, parasitoids provide the nutritional conditions for better development. We also noted that parasitism in these larvae goes through three peaks: the first during the month of September (59.60%), the second during the month of November (61.32%) were the highest rate and the third were recorded during the month of July (32.82%) (Fig. 12).

CONCLUSIONS

The study allowed us to undertake a new relative approach to the role of parasites Hymenoptera Aphelinidae in limiting populations of *L. beckii*. However, the study of the population dynamics of the pest is a key element in understanding the biological phenomena that govern the evolution of the pest during the seasons and to better define the techniques of control to adopt.

Based on the results obtained, we conclude that there is an overlap of three generations in year of *L. beckii*: one in autumn-winter, one in spring, and one in summer. The spatial distribution of this species on the tree is closely related to the microclimate created within the tree from which the species has a marked preference for its central orientation. This place seems to give it the favorable conditions for its optimum development.

The incidence of natural enemies is the result of the action of Hymenoptera parasites of the genus *Aphytis* Howard, 1900 and *Encarsia* Foerster, 1878, whose activity is mainly noticeable in full and spring. Three ectoparasites Hymenoptera species have been identified in the populations of *L. beckii*, *A. lepidosaphes*, *A. chrysomphali*, and *A. proclia*, and a single endoparasite species, *Aspidiotiphagus citrinus*, during our study. It should be noted that this is the first time in Algeria that the presence of these parasitoids on the larval forms of the cochineal is observed. All of the studies conducted so far on the Diaspines have never reported this type of information.

We noted that *A. lepidosaphes* is present only in adult males and females. However, they are much more present on the females of the cochineal as it offers optimal nutritional conditions. The overall rate of parasitism approximates 23.89%. Two

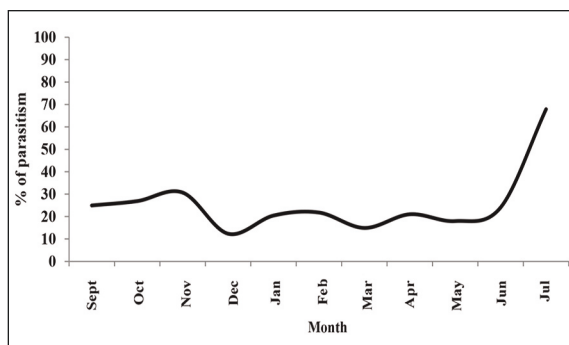


Figure 9. Parasite incidence of *A. lepidosaphes* on females *Lepidosaphes beckii*.

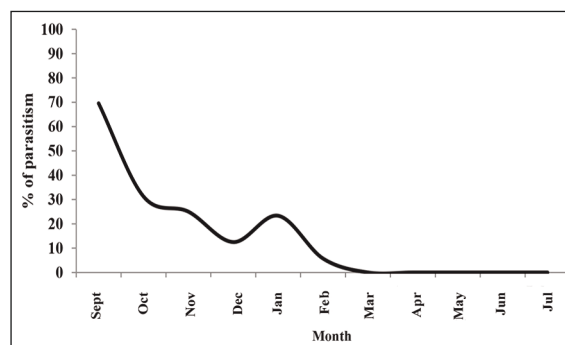


Figure 10. Parasite incidence of *A. lepidosaphes* on the males of *Lepidosaphes beckii*.

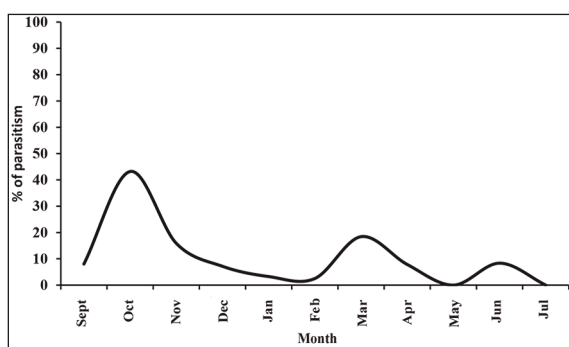


Figure 11. Parasite incidence of *A. chrysomphali* and *A. proclia* on 2nd stage male larvae of *Lepidosaphes beckii*.

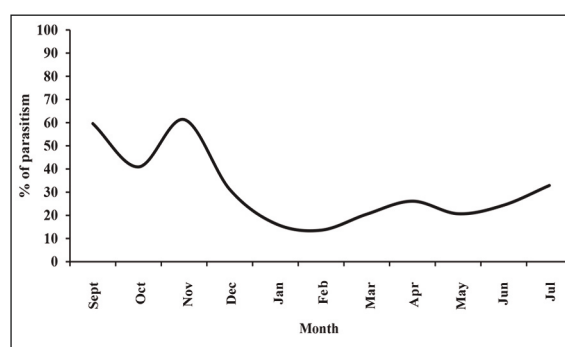


Figure 12. Parasite incidence of *A. citrinus* on 2nd stage female larvae of *Lepidosaphes beckii*.

ectoparasites, *A. proclia* and *A. chrysomphali*, with a parasitism rate of 7.01%, and an endoparasite *A. citrinus*, were identified on 2nd stage male larvae. The latter is the only parasite that develops on 2nd stage female larvae with an overall rate of 22.19%.

Our work provides further information on the impact of parasitoids *A. lepidosaphes*, *A. chrysomphali*, *A. proclia* and *Aspidiotiphagus citrinus*, for a possible rational management of integrated control methods in good conditions.

REFERENCES

- Adda R., 2006. Rôle d'*Aphytis Lepidosaphes* (Hymenoptera; Aphelinidae) dans une population de cochenilles diaspines (Homoptera; Diaspididae) dans un verger de citronnier à Rouiba. Mémoire d'ingénieur, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El-Harrach. Alger, 125 pp.
- Adda R., 2010. Effet du Spirotetramate (insecticide) sur un peuplement de cochenilles diaspines dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mémoire. Magistère., Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El-Harrach, Alger, 125 pp.
- Belguendouz R., 2005. Biosystématique des cochenilles diaspines d'Algérie. Mémoire. Magistère, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El-Harrach, Alger, 86 pp.
- Benassy C. & Soria F, 1964. Observations écologiques sur les cochenilles diaspines nuisibles aux agrumes en Tunisie. Annales Instrument Type Rating Examination, I.N.R.A.T., 37: 193–222.
- Bénassy C., Bianchi H. & Franco E., 1975. Utilisation en France d'*Aphytis lepidosaphes* Comp. (Chalcidien, Aphelinidae) parasite spécifique de la cochenille virgule des Citrus (*Lepidosaphes beckii* Newm.). II. Données préalable sur l'évolution du parasite. Revue Fruits, 30: 267–270.
- Biche M., Siafa A., Adda R., Agagna Y. & Sellami M., 2011. Evaluation du Spirotetramate sur les populations de *Lepidosaphes beckii* sur des agrumes en Algérie. Bull. OILB - IOBC/wprs, Integrated Control in Citrus Fruit Crops, 62: 123–131
- Biche M., Siafa A., Adda R. & Gharbi R., 2012. Biologie

- de *Aonidiella aurantii* (Homoptera, Diaspididae) sur citronnier dans la région de rouiba (Algérie). *Lebanese Science Journal*, 13: 59–64.
- De Villiers J.F., 1998. Citrus mussel scale: *Lepidosaphes beckii* (Newman) [= *Cornuaspis beckii* (Newman)]. 149-153. In: Bedford, E.C.G., Van den Berg, M.A. & De Villiers, E.A. (Eds.), *Citrus pests in the Republic of South Africa*. Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelsprui, 288 pp.
- Ferrière C.H., 1965. Hymenoptera - Aphelinidae d'Europe et du bassin méditerranéen. Ed. Masson et Cie., Paris, 203 pp.
- Gherbi R., 2010. Impact du complexe coccinelles coccidiphages parasites hyménoptères dans des peuplements de cochenilles diaspidines (Homoptera ; Diaspididae) sur agrumes à Rouiba. Mémoire. Magistère., Ecole National Supérieure Agronomique. El-Harrach. Alger, 87 pp.
- Hafez M.B., El-Minshawy A.M. & Donia A.R., 1987. Parasitic efficiency of some hymenopterous *Aphytis* spp on the purple scale insect *Lepidosaphes beckii* *New Journal of Applied Entomology*, 103: 135–138. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1987.tb00970.x>
- Khoudour A., 1988. Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, Diaspididae) dans un verger de clémentinier à Chebli. Mémoire d'ingénieur, Ecole National Supérieure Agronomique. El-Harrach, Alger, 60 pp.
- Meghazi N., 2010. Rôle du parasitoïde *Aphytis lepidosaphes* (Hymenoptera: Aphelinidae) dans la limitation des populations de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera : Diaspididae) sur oranger dans la région de Rouiba. Mémoire d'ingénieur, Ecole National Supérieure Agronomique. El-Harrach, Alger, 112 pp.
- Mouas B., 1987. Bioécologie de la cochenille virgule *Lepidosaphes beckii* Newman (Coccidae, Diaspididae) dans un verger de clémentinier *Citrus reticulata* dans le domaine Chaoui Mabrouk (Annaba). Mémoire d'ingénieur, Ecole National Supérieure Agronomique. El-Harrach. Alger, 76 pp.
- Vasseur R., & Schvester D., 1957. Biologie et écologie du pou de San José (*Quadraspidiatius perniciosus Comst*) en France. *Annales Instrument Type Rating Examination, I.N.R.A.T.*, 8: 5–161.
- Zuniga S.E., 1971. Biología de la conchuela morada, *Lepidosaphes beckii* (Newm.) en trea areas citricolas de Chile (Homoptera : Diaspididae). *Revista Peruana de Entomología*, 14: 285–290. In: *Annales du 1^{er} Congrès Latino-américain d'Entomologia*, Cusco-Perù 12–18 Abril 1971.

Ecology of *Icerya purchasi* Maskell, 1879 (Homoptera: Margarodidae) on clementine trees at Sidi Moussa in central Mitidja (Algeria)

L. Boukhobza¹, R. Belguendouz², M. Biche¹

¹National Higher School of Agronomy 16200 El Harrach Algiers, Algeria

²Laboratory of Medicinal and Aromatic Plants, Department of Biotechnologies, Faculty S.N.V University of Blida 1, Algeria

Corresponding author E-mail: m.biche@ensa.dz

Received: 20.10.2020. Accepted 20.11.2020

In order to establish better communication between applied entomology and fundamental ecology to consider an integrated control against the Australian cochineal *Icerya purchasi* Maskell, 1879 (Homoptera: Margarodidae) the most formidable pest for citrus fruits, a study on the Spatio-temporal dynamics of the parasite were followed for two years in a clementine orchard in Western Mitidja in Algeria. Ten-day samples of leaves and twigs were carried out from 2017 to 2018. The level of *I. purchasi* infestation is very high throughout the study period when the minimum threshold exceeds 400 individuals, with 3 intense periods of infestations: spring, summer and fall during the two years. The population of young larval stages is the largest during the two years of study with 13,323 individuals (62.79%) and 13,968 individuals (54.39%) in 2017 and 2018 respectively against 7896 individuals (37.21%) in 2017 and 11,715 individuals (33.50%) in 2018 for adults. Tukey's pairwise comparison test on the companion plan shows that the 2018 one is the most important from an overall effective point of view (ANOVA $p < 1\%$, Tukey's test $p < 1\%$). The Cross-Correlation Test shows the presence of a time lag ($p=0.0371$, $p < 5\%$) and the maximum overall abundance was reported around mid-July for both campaigns. Statistical tests show that females show the same fertility during the two campaigns (ANOVA, $p > 5\%$). peak fertility in 2017 was reported in mid-June, while peak fertility was reported in mid-July for the 2018 campaign. The Cross-Correlation Test shows a very significant time lag from one month to another ($p=0.0064$, $p < 1\%$).

Keywords: Ecology; *Icerya purchasi*; Citrus; Sidi Moussa; Algiers

Introduction

Scale insects or coccidae are the most formidable enemies of citrus fruit, both in terms of the qualitative and quantitative depreciation they cause to the fruit as well as its tree. Depending on the intensity of the attacks, partial or total dieback of some branches or even the whole tree can be observed due to the intense spoliation of the tree's sap, causing it to weaken (Baillet, 2011). Among the Margarodidae, the most worrying species for citrus orchards is *I. purchasi*, commonly known as the Australian mealybug. It originates from Australia but has spread to all parts of the world (DeBach, 1964). It is considered a major pest of citrus (Carvalho et al., 1996). Damage by this scale insect is both direct (sap extraction, wounds on the bark, deformations and seeps) as well as indirect, through a high production of honeydew which allows the development of sooty mold. In the absence of treatments and natural enemies, this damage compromises production and can lead to citrus tree death (Kiyindou, 2008; Mbete et al., 2011). Causton et al., (2004) reported that *I. purchasi* presents a serious threat to plants, difficult to control even with pesticides.

Algeria was traditionally a citrus exporting country and is currently having trouble in meeting local consumption needs, which are constantly increasing due to the consumption of fresh fruit (Boudi, 2005). On the other hand, the marketing of citrus fruits is facing enormous difficulties. Particularly, the sanitary quality, due to diseases and pests that make them unfit for consumption, preservation and export, depriving Algeria of foreign exchange earnings (Belguendouz, 2014).

This remains the first study to be conducted on the ecology of *I. purchasi* in Algeria. Although, much research has been carried out on the bioecology of scale insects, mainly citrus, especially on Diaspines (Biche et Sellami, 1999 ; Biche et al., 2012 ; Chafaa et al., 2013a et 2013b ; Belguendouz et al., 2014 ; Aroua et al., 2019 ; Aroua et al., 2020), Pseudococcins (Aroua et al., 2019), Asterolecanins (Menzer et al. 2016) and Lecanins (Biche et al., 2012). We provide information on some bioecological parameters such as population dynamics and spatial and temporal distribution of the pest on the tree, which will be useful for better management of this pest.

Materials and Methods

Study site

Our study was carried out in a farm in the region of Sidi Moussa, (36°35'47.9 "N; 3°05'38.6 "E) located at the level of the Mitidja plain (Algiers) (Figure 1). The farm covers an area of 2.5 hectares and contains 690 clementine trees of the Nules variety grafted on citrange carrizo (*Citrus sinensis* (L.) 'Washington' × *Poncirus trifoliata* (L.)). The choice of the site was selected because of the



Figure 1. the location of the Sidi Moussa region, Algeria.

To explain the climatic conditions of Sidi Moussa, we have borrowed climatic data for 2017 and 2019 from the INRA (National Institute of Agricultural Research) Baraki weather station, which is located 3 km away from the study station. This data is presented in the following Table 1.

Table 1. Monthly climate data records for the Mitidja Occidentale (Sidi Moussa) during the years 2017-2018 (INRA, 2019).

		January.	February	Mar.	April	May	June	July	August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
2017	T°min	5,74	5,6	8,29	9,74	13,61	18,68	20,82	20,99	17,08	12,71	8,12	6,62
	T°max	15,56	13,56	21,97	23,04	25,68	30,81	34,39	32,42	30,32	27,28	21,02	16,8
	T°moy	10,14	9,68	14,56	16,27	19,44	24,57	26,85	26,27	23,46	19,71	13,63	11,36
	PP (mm)	195	27	41	7	2	11	0	0	29	16	103	148
	HR %	80,93	63,2	76,38	74,19	70,02	69,9	68,24	68,52	70,59	74,13	81,65	81,68
2018	T°min	6,24	5,46	9,15	10,51	12,35	15,7	19,92	20,03	19,34	14,31	10,66	7,11
	T°max	18,7	16,05	19,54	22,19	23,26	28,32	32,42	32,18	30,62	25,65	21,91	21
	T°moy	11,9	10,43	14,04	16,09	17,61	22,12	26,15	26,26	24,49	19,61	15,74	13,04
	PP (mm)	49	135	132	105	33	40	0	0	24	66	110	35
	HR %	81,42	80,08	75,56	78,04	82,22	73,63	69,18	73,23	77,33	77,07	85,62	89,27

Temperature analysis shows that low temperatures are recorded during the month of January and February. High temperatures are noted during the months of July and August during both years of the study. The annual rainfall for the year 2018 was high (729 mm) compared to the year 2017 (579 mm). The highest rainfall was recorded during the months of January and December in 2017, unlike the previous year when the highest cumulative rainfall was recorded during the months of February, March and November. On the other hand, the months of July and August remained the driest during both years. Relative humidity generally exceeded 60% RH but remained higher in 2018 than in 2017. This uneven distribution of precipitation over the annual cycle and the alternation of wet and dry seasons plays a regulatory role in the biological activities of pests.

Experimental design

The study was carried out during two successive years, 2017 and 2018. Sampling was carried out every 10 days, three outings per month, with 72 outings in total. The study plot was divided into 9 blocks of 25 trees each numbered from 1 to 25. The method used was inspired by that of Vasseur and Schvester (1957). We randomly selected two trees from each block from which we collected two leaves and a twig at random at 1.50m from soil. For these samples, we did not take into account the age of the leaves or the diameter of the twigs from the four cardinal orientations plus the centre of the tree. Before being analysed in the laboratory, samples were placed in paper bags which we immediately put in a cooler.

The counting method consisted of identifying and counting - under a binocular magnifying glass - the different stages of the scale on the leaves and twigs. The number of living, dead and predated individuals were counted for each stage.

Statistical analysis

The variance analyses were performed on homogeneous averages in relation to a variance coefficient (C.V. - 20%). The linear general model (GLM) was applied to the abundance of *I. purchasi* larvae and adults in order to study the spatial and temporal fluctuation of the population. Multiple comparisons were applied by using the Tukey Post Hoc test. The differences are considered significant at $p < 0.05$. The analysis was performed using Past software version 3.2. The availability barycentres were calculated according to Djazouli et al. (2009). The temporal barycentre was deduced from the following formula: $B = (R_{Gi} \times A_{Bi}) / A_{Bi}$, with R_{Gi} = rank from January to December) and A_{Bi} = abundance in month *i*.

Results

Larval and adult population abundance

Figure 1 shows the abundance of larvae and adult females. Larvae stages were the most abundant during the two years of study with 13323 individuals (62.79%) and 13968 individuals (54.39%) in 2017 and 2018 respectively compared to 7896 individuals (37.21%) in 2017 and 11715 individuals (33.50%) in 2018 of adults (Figure 1).

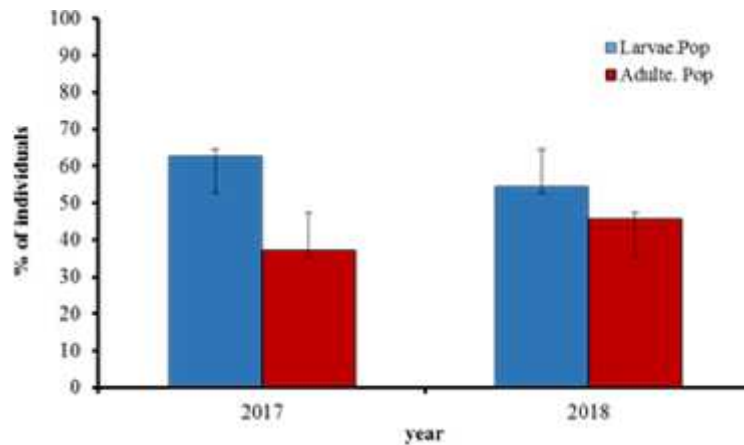


Figure 1. Global abundance of *I. purchasi* on the clementine tree in the region of Sidi Moussa in 2017 and 2018.

Evolution of the scale

The level of *I. purchasi* infestation was very high over the studied period, with the minimum threshold exceeding 400 individuals during the two years. The scale population showed 3 infestation peaks: spring, summer and autumn. In 2017, the first peak was recorded in the first decade of April, with 700 individuals while in 2018 it was recorded in the third decade of March, with 1070 individuals, a 20-day lag. The second peak was observed towards the last decade of June in 2017 (850 individuals) and 2018 (920 individuals). Finally, the 3rd peak was observed on September 19th (820 individuals) for 2017 and September 5 (985 individuals) for 2018, a delay of about 15 days (Figure 2).

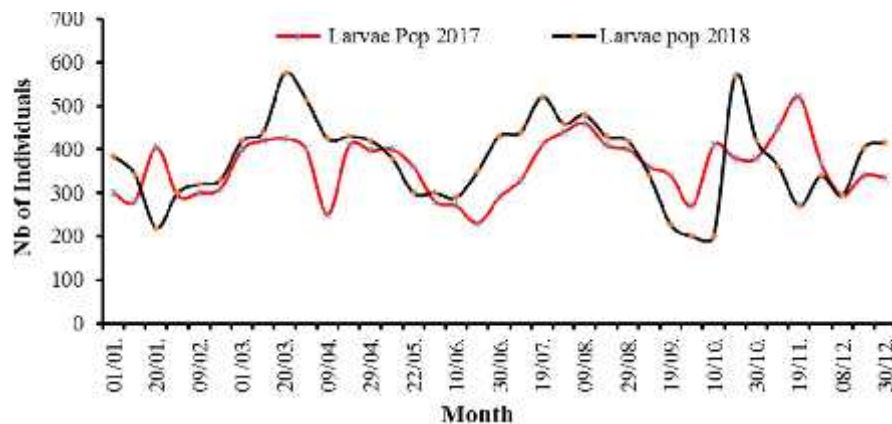


Figure 2. Change in the global population of *I. purchasi* on the clementine trees in Sidi Moussa in 2017 and 2018.

The overall annual abundance did not show a significant difference ($p=0.98$) among months. The temporal profile showed a stable abundance even though some months showed significant numerical peaks (statistically there is no difference). For 2018 campaign, the 2018 campaign is the most important in terms of overall effectiveness (GLM, $p < 1\%$, Tukey test $p < 1\%$).

The shape of the curves relating to fluctuations in adult populations and larvae shows an alternation of fluctuations where we can observe 3 periods of intense development: spring, summer and autumn (Figures 3 and 4).

Analysis of the results reported in Figure 3 shows that variations in the numbers of larvae and adults are significant during the study period. For larvae, a first peak of 398 individuals was recorded on May 15, a second peak of 460 individuals on August 9 and 520 individuals was recorded on November 11 in 2017. In 2018, a first peak of 420 individuals was recorded on April 29, delayed about 15 days compared to 2017. The second peak was noted on July 19, with 522 individuals, delayed about 3 weeks compared to 2017. Finally, the third peak was noted on October 20 (568 individuals), delayed about 4 weeks compared to 2017.

The temporal variation of the adult stage (adult females and laying females) is shown in Figure 4. Adult females followed the same pattern of larvae (Figure 4). Nevertheless, the population level of adults in 2018 (11715 individuals) was significantly higher than in 2017 (7896 individuals) ($F=$; $df=$; $P=$). However, in 2017 three maximum values were recorded: 450 females on 9 April, 620 individuals on 20 June and 480 individuals on 19 September. In 2018, three population peaks were also recorded: on 10 March, with 595 individuals, on 20 June, with 570 individuals, and on 5 September, with 645 individuals.

A comparison by level (month/month) was carried out using the Wilcoxon test and confirmed by the Monte Carlo test. With reference to the associated probabilities, larval abundance did not show a significant difference between the two surveys.

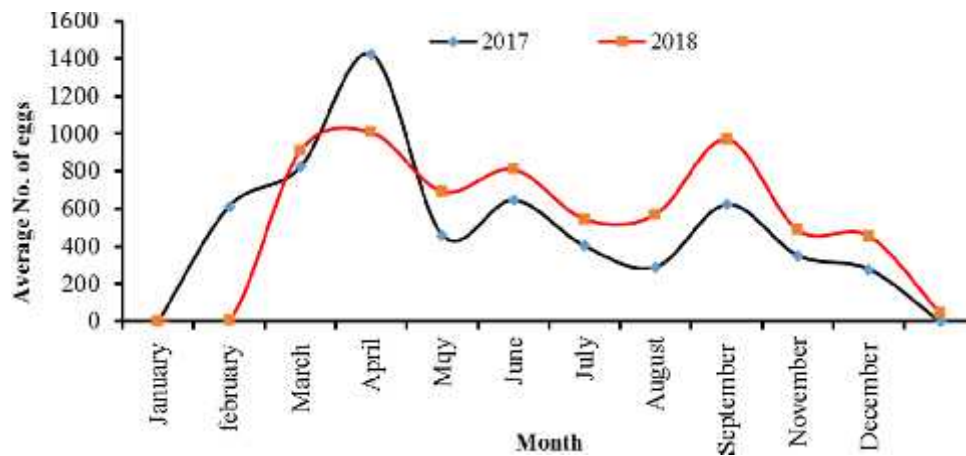


Figure 5. Fluctuation in average fertility in *I. purchasi* on the clementine tree in Sidi Moussa in 2017 and 2018.

Discussion

Observations on the population dynamics of *I. purchasi* on clementine orchards were obtained during two years. Larval populations were higher than adults in both years. The monitoring of the fluctuations of the scale insect populations revealed the presence of three periods of higher abundance of scale on the clementine trees in Sidi Moussa during the two years of study in spring, summer and autumn. This is in close correlation to the host plant and can be explained by the abundance of nutrients from the spring (PS1), summer (PS2) and fall (PS3) sap flushes. This biological aspect of *I. purchasi* shows the important role played by the host plant on the scale insect population density. Indeed, Biche and Sellami (1999) noted that the influence of the host factor on the mealy bug is revealed on cycle length, size, fecundity and sex ratio. Similarly, Begon et al. (1996) mentioned that the evolution of scale insects is closely related to that of the host plant and that the evolution of the host plant results in the appearance of new sap flushes. In this sense, Takarli et al. (2015) points out that the spring period is the most favourable season for this scale insect. It should be noted that the mealy bug behaves differently depending on the year. Indeed, we found a clear lag in days in the development of the populations of *I. purchasi*. The three periods of activity of *I. purchasi* in 2018 started early compared to those of 2017.

Studies conducted on this species showed that the scale develops between 2 to 5 annual generations. In Palestine, *I. purchasi* can develop 3 to 5 generations per year (Bodenheimer, 1951; Avidov and Harpaz, 1969). On the other hand, in north-western Argentina, the species develops in 3 generations (Nasça et al., 1981) and only in Valdivia in Chile (Reboledo and Carrillo, 1988). In mainland Europe, particularly in Portugal, it is possible to have 4 annual generations, but the general rule is 3, with breeding activity in February, July and September (Amaral, 1982; Soares, 1980). The same results were reported by Garrido and Busto (1987) and Climent (1990), who point out that in Italy the scale can develop 3 generations with larval hatching in February, June and September but only 2 generations in Antibes (southern France), as in Spain, where 3 generations were reported. Further south, in Morocco, *I. purchasi* evolves in 4 annual generations where the first one is between February and June, the second one between June and August and the third one from August to October and the last one in winter. These numbers of generations are probably due to the effects of temperature. Studies conducted by Ghanim et al. (2013) in Egypt show that *I. purchasi* also develops 3 generations. On the other hand, Awadalla (2017) reports that *I. purchasi* recorded only one peak in abundance on Grenadier in early September. Overwintering mainly affects the young female and adult female stage associated with second and third instar larvae. These results reinforce the evolution of the average fertility of the scale, which also goes through three periods of egg-laying.

There is a close relationship between scales and their host plants. These come as a real ecological factor, the action of which is superimposed on that of climatic factors (Biche, 1987). Several authors have been led to classify the host plants of the species as "normal" hosts (primary or main), which allow the insect to develop and multiply fairly regularly; as "secondary" hosts which allow development but on which little or no multiplication is observed and on which infestation may decrease slowly; and as "exceptional" (or occasional) hosts which just allow the insect to develop, but on which infestation declines rapidly. The host plant affects the development time, the individual size, the fecundity and the sex ratio.

Conclusion

In light of the results obtained, we can conclude that the Australian scale presents three periods of activity on the clementine tree in Sidi Moussa: during autumn and spring. They coincide perfectly with the three shoots of sap of the clementine or orange tree. These periods probably offer the cochineal favorable conditions for its development. Spring seems to be the most favorable season for scale insect populations. The rate of development during this season is the highest compared to other seasons. Scale insect fecundity is influenced by ecological factors. Egg-laying occurs throughout the year, resulting in generational overlap, which, in relation to other seasons, remains higher in spring and fall.

References

- Abd-Allah, L. A., 1988 - Studies on predator and parasite insects attacking scale insects and mealybugs in Dakahlia Governorate. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Mansoura Univ.
- Alvis, L.; Raimundo, A.; Villaba, M. and Garcia Mari, F., 2002 - Identification and abundance of Coccinellidae (Coleoptera) in citrus orchards in Valencia (Spain). *Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas.*, 28 (4): 479-491.
- Amaral J.D., 1982 - Os Citrinos. Coleção Técnica Agrária. Clássica Editora. 781pp.
- Khaoula Aroua, Belguendouz R.; Mehmet Bora Kaydan, Tange Denis Achiri et Mohammed Biche, 2019 - Les cochenilles des agrumes (clémentinier et oranger) dans deux régions de la Mitidja (Rouiba et Oued El Alleug) (Algérie). *Revue Agrobiologia*, 9 (2), 1707 – 1714.
- Khaoula Aroua, Mehmet Bora Kaydan, Tange Denis Achiri and Mohammed Biche, 2020 - The influence of the region and the host plant on population dynamics of *Parlatoria ziziphi* (Lucas) (Hemiptera: Diaspididae) in Mitidja (Algeria). *Eco. Env. and Conserv.*, 26 (1): 333: 340
- Avidov, Z., et Harpaz, I., 1969 - Plant pests of Israel. Israel Universities Press. 549 pp.

- Awadalla Hagar S. S., 2017 - The Population Abundance of the Mealybug Species Infesting Pomegranate Trees and their Associated Insect Predators in Mansoura Region, Egypt. J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ., Vol.8 (1), 15– 19, 2017.
- Baillet J-M., 2011. Les ravageurs des Agrumes. Journée Biologique du Phoenix, 405, Promenade des Anglais, 06200 Nice, pp. 9-13.
- 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.
- Belguendouz R., 2014 - Relations plantes hôtes cochenilles diaspidées sur les agrumes (Citrus spp) en Algérie : cas de *Parlatoria ziziphi* (Lucas, 1853) (Homoptera : Diaspididae). Thèse. Doct., Ecol. Nat. Sup. Agro, El Harrach (Alger), 265 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. Fr., pp 287-292.
- Bodenheimer, F. S., 1951 - Citrus entomology in middle east. Uitgeverij Dr W. Junk, S. Gravenhage. 663 pp.
- Boudi, M., 2005 - Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.
- Carvalho, J. P.; Franco, J.C.; Aguiar, M. R; and Soares, A. O., 1996 - Insects pests of citrus in Portugal. «VIII Congress of the International Society of Citriculture» 12- 17 Maio 1996. Sun City, South Africa. Proc. Int. Soc. Citriculture, Vol. I. 613-618.
- Causton, C.E., Lincango, M.P. and Poulson, T.G. 2004 - Feeding range studies of *Rodolia cardinalis* (Mulsant), a candidate biological control agent of *Icerya purchasi* Maskell in the Galapagos Islands. Biol. Control. 29: 315-325.
- Chafaa S., Biche M., Chenchouni H. Sellami M. et Sibachir A., 2013a – Effet de la dynamique de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera : Diaspididae) en conditions arides. Ann. Soc. Entomol. Fr., vol. 49, n°3 : 291 – 297
- Chafaa S., Biche M., Chenchouni H. Sellami M. et Sibachir A., 2013b – Cycle biologique de *Parlatoria oleae* (Hemiptera : Diaspididae) inféodée aux oliveraies dans une région aride. Can. Entomol., 145 : 1-8
- Climent, J. M. L., 1990 - Homópteral Cochinillas de los cítricos y su control Biológico. Pisa Ediciones 260 pp.
- DeBach, P., 1964 – Biological control of insect pests and weeds. Reinhold, New York, USA.
- Garrido. A., et Busto T. Del., 1987 - Algunas cochinillas no protegidas que pueden originar daños en los cítricos españoles, I: *Icerya purchasi* Mask (subfamilia: Margarodinae). Levante Agrícola, 267-268: 63-71.
- Ghanim. A. A., Abdel-Salam. A. H., Elkady H. A., El-Nagar. M. E., and Awadalla Hagar. S. S., 2013 - Ecological studies on some mealybug species attacking mandarin trees and their predatory insects at Mansoura district. J. Plant Prot. and Path., Mansoura Univ., Vol. 4 (3): 303 - 315, 2013.
- Hoddle., M. S., 2004 – Restoring balance: Using exotic species to control invasive exotic species. Conservation Biology 18:38-49.
- Hughes Schrader. S., 1930 - Contributions to the Life History of the Iceryine Coccids, with special reference to parthenogenesis and hermaphroditism. Ann. Entomol. Soc. Am. 23: 359-380.
- Kiyindou A., 2008 - Contribution à l'étude de l'écologie et de la biologie des homoptères ravageurs des arbres fruitiers et autres plantes: II: influence de la plante-hôte et de sa phénologie sur l'évolution des infestations d'*Aleurodicus dispersus* RUSSELL (Hom. : aleyrodidae) en république du Congo. Tropicultura. 1 : 1 0-15.
- Mbete Pierre, Itoua Apoyolo Chantal Maryse, Kiyindou Antoine, Ngokaka Christophe and N'doungou Jean-Pierre., 2011 - Evaluation des dégâts causés aux Agrumes par la Cochenille (*Praelongorthezia proelonga*) dans les quartiers Sud de la ville de Brazzaville. J. Appl. Biosci 39: 2619 – 2625.
- Noureddine Menzer, Khaoula Aroua, Aissa Mokabli, Abdelmadjid Benzehra et Mohammed Biche, 2016 - Biological data on *Pollinia pollini* (Coccoidea : Asterolecaniidae) on Olive tree in Mitidja (Algeria). Wulfenia Journal, vol. 23, n°3, pp : 162 : 169
- Mutin G., 1977 - La Mitidja: décolonisation et espace géographique. Ed. Office Publ. Univ., Alger, Cent. Nat. Rech. Sci., Paris, 607 p.
- Nasca, A. J., Terán, A. L., Fernández, R. V, e Pasqualini, A. J., 1981 - Animales perjudiciales y benéficos a los cítricos en el noroeste Argentino. CIRPON.362 pp.
- Nowrin Samiha, Begum Murshida, Khatun Mousumi and Howlader Moksed Ali., 2019 - The abundance and mechanical control of *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Monophlebidae) on mangifera indica in Dhaka, Bangladesh. Bangladesh J. Zool. 47(1): 89-96.
- Robolledo. R., et Carrillo. R., 1988 - Ciclo estacional, fenología y plantas hospederas de *Icerya purchase* Maskell en Valdivia, Chile. Rev. Chilena Ent., 16:25-32.
- Soares J. A. C., 1980 - A protecção dos citrinos. Ministério da Agricultura e Pescas. Direcção Regional de Agricultura do Algarve. 263 pp.
- 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, pp : 21-26

Citation:

Boukhobza, L., Belguendouz, R., Biche, M. (2020). Ecology of *Icerya purchasi* Maskell, 1879 (Homoptera: Margarodidae) on clementine trees at Sidi Moussa in central Mitidja (Algeria). Ukrainian Journal of Ecology, 10(5), 296-302.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License

Title: Ecology of two citrus bioagressors, *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Hom: Diaspididae) and *Icerya purchasi* (Hom: Monophlebidae) in the region of Rouiba and Sidi Moussa.

Summary:

The themes death with during our research highlight on the one hand the biological ecology of *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (*Diaspididae*) population on orange tree in The Rouiba area with a new approach related to the relationship with Hymenopteran parasite *Aphelinidae*. On the other hand, the bioecology of *Icerya purchasi* (Maskellell, 1879) (*Monophlebidae*) conducted in Sidi Moussa on clementine tree with focusing on the biology and incidence of its voracious predator *R. (Novius) cardinalis* (Mulsant, 1850).

Population dynamics studies have shown that under Mitidja climate conditions, *L.beckii* has 3 generations overlapping on orange trees: autumn, spring and summer. It's temporal and the spatial distribution show that spring and autumn are the most conducive to it's development there is an obvious fixed preference for the center (38.17%) and east (22.12%) of the tree, while under (56.31%) it only stays at the top (35.59%) and branches (8.10%). The spawning of *L.beckii* is also divided into three periods: Fall spawning, spring spawning and summer most important the females fixed in the center of the tree (43.66 eggs/ female) and the upper part of the leaves (27.40eggs/ female) have the highest fertility. As for the occurrence of natural enemies, it is the result of the action of ectoparasites of the Hymenoptera: *Aphitis lepidosaphes* on females (23.89%) and males (19.11%) adultes, *A.Chrysomphali* and *A.proclia* on the 2nd stage male larvae (7.01%) and a single endoparasite species, *Aspidiotiphagus citrinus* on the 2nd stage female larvae (24.82%). Note that this is the first time in Algeria, that we observe the presence of these parasitoids on the larval forms of the mealybug. The overall parasitic rate is (23.24%). it is relatively higher in autumn and summer. Mainly go through two periods: of autumnal-winter, to spring and summer. On the other hand, the activity and spatio-temporal distribution of pests are a direct result of existence of favorable climatic conditions and the density of a good proportion of the target stage. The activities of larvae parasitic wasps experienced two periods: from automno-winter, to spring and summer. The fluctuations of the incidence parasitism of adults are marked by three active periods: autumn- winter, spring and summer.

During a two-year study (2017 and 2018), monitoring the population fluctuations of Australian mealy bugs highlighted the existence of three generations on the clementine shrubs of Sidi Moussa: spring summer and third fall. Compared with 2018, the three activities and spewing period in 2017 started a little later. The time lag of mealybug population development depends on the local climate and nutritional conditions. Over wintering occurs in the young female stages associated with stage 2 and stage 3 larvae. The mealybugs are abundant in a strong affinity for the branches of clementine (70 %). Under Algerian conditions, the average fecundity of Australian mealybug ranges from 612 to 618 eggs per female. The predation rate indicates the predation rate of *Novius cardinals* ranges from (37.18 %) (2017) to 51 % (2018) in the *I.purchasi* population or clementine. Note that the ladybug is predicted activity has gone through three periods: autumn, spring and summer. The predator-prey ratio is better from august to December of the first year. In the second year, July- November is the best period. The study of temporal and spatial distribution shows that there is perfect synchronization between the fluctuation of *I.purchasi* population and it's related predator *N.cardinals*. From the biological point of view, *N.cardinalis* occurs 3 generations a year: spring, summer and autumn- it is a direct result of existence of favorable climatic conditions and host density. This work allows us to develop to main ecological and biological characteristics of *L.beckii* and *I.purchasi* and their abiotic and biotic relationships in the biocenosis.

Keywords: Bioecology; *Lepidosaphes beckii*; *Icerya purchasi*, Citrus, Hymenoptera; *Aphytis lepidosaphes*; *Aphytis .chrysomphali*; *Aphytis .proclia*; *Aspidiotiphagus citrinus* *Novius cardinalis*, Mitidja.

**: إيكولوجيا تين بيبولوجيتين للحمضيات، (Hom: *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) في منطقة سيدي
Diaspididae) في منطقة روبية و (*Icerya purchasi* (Hom: Monophlebidae) في منطقة سيدي**

موسى

:

الموضوع المعالج خلال دراستنا، يسلط الضوء من ناحية على دراسة الإيكولوجيا الحيوية السكانية للقرمزية *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) على شجرة البرتقال في منطقة روبية بنهج جديد يتعلق بعلاقتها مع الحشرات غشائية الأجنحة hyménoptères Aphelinidae ومن ناحية أخرى دراسة أجريت في سيدي موسى على الإيكولوجيا الحيوية السكانية للقرمزية (*Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Monophlebidae) على شجرة الكليمنتين مع التأكيد على بيولوجيا و أثر مفترسها الشرس (*Novius cardinalis* (Mulsant, 1850) R.

وتبين دراسة الديناميكيات السكانية أن القرمزية *L. beckii* في ظل الظروف المناخية لمنطقة المتيجا لديها تداخل من ثلاثة أجيال شجرة البرتقال: الخريفي، الربيعي والصيف. ويبين توزيعها الزمني أن موسمي الربيعي والخريفي هما الأكثر ملاءمة لتطورها مع تفضيل التثبيت الملحوظ للمركز (38.17) (22.12) وأنه يتطور بشكل أفضل على الجانب السفلي للورقة (56.31) (35.59) (8.10). التبييض عند القرمزية *L. beckii* يحدث أيضا في ثلاث فترات: الخريفية، الربيعية والصيفية حيث الخصوبة الربيعية هي الأكثر أهمية. الإناث الثابتة في وسط الشجرة (43.66 بيضة / الإناث) وعلى (27.40 بيضة / أنثى) لديهم أعلى نسبة خصوبة. أما بالنسبة لتأثير الأعداء الطبيعيين، فهو نتيجة لعمل عمل

الطفيليات الخارجية غشائية الأجنحة: *A. lepidosaphes* (23.89) (19.11) *A. chrysomphali* من الطفيليات الداخلية غشائية الأجنحة *A. proclia* على يرقات الذكور المرحلة الثانية (7.01) *Aspidiotiphagus citrinus* على يرقات أنثى المرحلة الثانية (24.82). مع العلم أن هذه هي المرة الأولى في الجزائر، التي ظ فيها وجود هذه الطفيليات على يرقات هذه القرمزية. المعدل العام للتطفل هو (23.24). كما أنه أكثر أهمية نسبياً في الخريف والصيف. نشاط الطفيليات يمر بفترتين: ما بين الخريف والشتاء، والربيع والصيف. ومن ناحية أخرى، فإن نشاط الأفات وتوزيعها الزمني المكاني هو نتيجة مباشرة لوجود ظروف مناخية مواتية وكثافة جيدة من الحشرة المستهدفة في هذه اليرقات، يمر تذبذب التطفل على فترتين رئيسيتين: ما بين الخريف والشتاء وما بين الربيع والصيف ويتسم تذبذب حدوث الطفيليات عند البالغين بثلاث فترات من النشاط المكثف: ما بين الخريف والشتاء، الربيع والصيف

رصد التقلبات السكانية للقرمزية الأسترالية *I purchasi* خلال عامين من الدراسة (2017 2018) أجيال على شجيرة كليمنتين في سيدي موسى: ربيعي، صيفي و الثالث خريفي. مع ثلاث فترات من النشاط ووضع البيض في عام 2017 تبدأ في وقت متأخر قليلا مقارنة بعام 2018. هذا الفارق الزمني في تطوير السكان القرمزية متعلق بالظروف المناخية والغذائية المحلية. يحدث السبات في مراحل الإناث والشابات البالغات المقترنة بيرقات العمر الثاني والثالث. تتواجد القرمزية بكثرة خلال فصلي الخريف والصيف. وبالإضافة إلى ذلك، *I. purchasi* لديها تقارب قوي جدا لأغصان كليمنتين (70). يتراوح متوسط خصوبة القرمزية الأسترالية في ظل الظروف الجزائرية ما بين 612 و 618 بيضة لكل أنثى. يكشف حدوث الافتراس أن *Novius cardinalis* يتجلى مع معدلات افتراس تتراوح بين 37.18 (2017) و 51 (2018) *I. purchasi* كليمنتين. مع الملاحظة أن نشاط الدعسوقة المفترسة يمر بثلاث فترات: الخريف، الربيع والصيف. كانت نسبة المفترس إلى الفريسة أفضل خلال الفترة من أغسطس إلى ديسمبر في السنة الأولى. العلاقة بين المفترس والفريسة كانت أفضل في الفترة من آب/أغسطس إلى كانون الأول/ديسمبر في السنة الأولى. في حين أنه في السنة الثانية، كان الأفضل خلال الفترة من يوليو إلى نوفمبر. وتبين دراسة التوزيع الزمني المكاني أن هناك تزامنا مثاليا بين تقلبات المجموعات السكانية لـ: *I. purchasi* والدعسوقة المفترسة المرتبطة بها *Novius cardinalis*. من وجهة النظر البيولوجية، *R. cardinalis* 3 أجيال سنويا: جيل الربيع، جيل الصيف وجيل الخريف. هو نتيجة مباشرة لكل من وجود الظروف المناخية المواتية وكثافة القرمزية المستهدفة. وقد سمح لنا هذا العمل بتطوير السمات الإيكولوجية والبيولوجية الرئيسية لـ *L. beckii* و *I. purchasi* وعلاقتها اللاأحيائية والأحيائية في التكاثر الحيوي.

الكلمات المفتاحية: علم الأحياء؛ *Lepidosaphes beckii* *Icerya purchasi* الحمضيات، غشائيات الأجنحة؛ Aphytis
Novius cardinalis *Aspidiotiphagus citrinus* *Aphytis*. *proclia* *lepidosaphes* *chrysomphali* المتيجا.

Titre : Ecologie de deux bioagresseurs des agrumes, *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) (Hom : Diaspididae) et *Icerya purchasi* (Hom : Monophlebidae) dans la région de Rouiba et Sidi Moussa.

Résumé :

Le thème traité durant notre étude, met en évidence d'une part l'étude de la bioécologie des populations de *Lepidosaphes beckii* (Newman, 1869) sur oranger dans la région de Rouiba avec une nouvelle approche relative à sa relation avec les parasites hyménoptères Aphelinidae et d'autre une étude menée à Sidi Moussa sur la bioécologie d'*Icerya purchasi* (Maskell, 1879) (Monophlebidae) sur clémentinier en mettant l'accent sur la biologie et l'incidence de son prédateur vorace *R. (Novius) cardinalis* (Mulsant, 1850).

L'étude de la dynamique des populations montre que *L.beckii* sous les conditions climatiques de la Mitidja présente un chevauchement de trois générations sur l'oranger : automnale, printanière et estivale. Sa distribution spatio-temporelle montre que les saisons printanière et automnale sont les plus favorables à son développement avec une préférence de fixation marquée pour le centre (38,17%) et l'est (22,12%) de l'arbre et qu'elle se développe mieux sur la face inférieure (56,31%) des feuilles que sur la face supérieure (35,59%) et les rameaux (8,10%). La ponte chez *L.beckii* également présente trois périodes : une ponte automnale, printanière et estivale où la fécondité printanière reste la plus importante. Les femelles fixées au centre (43,66 œufs/femelles) de l'arbre et sur la face supérieure (27,40 œufs/femelle) des feuilles présentent les plus fortes fécondités. Quant à l'incidence des ennemis naturelle, elle est le résultat de l'action des espèces hyménoptères ectoparasites : *A.lepidosaphes* sur les femelles (23,89%) et les mâles (19,11%), *A.chrysomphali* et *A.proclia* sur les larves du 2^{ème} stade mâle (7,01%), et d'une seule espèce endoparasite, *Aspidiotiphagus citrinus* sur les larves de 2^{ème} stade femelle (24,82%). Notons que c'est la première fois en Algérie, que l'on observe la présence de ces parasitoïdes sur les formes larvaires de la cochenille. Le taux global du parasitisme est (23,24 %). Il est relativement plus important en automne et en été. L'activité des parasitoïdes de la cochenille passe par deux périodes : automno-hivernale et printano-estivale. En revanche, L'activité et la distribution spatio-temporelle des parasites est une conséquence directe à la fois à l'existence de conditions climatiques favorables et à la densité d'une bonne proportion du stade cible. Chez ces larves, la fluctuation du parasitisme passe par deux principales périodes : automno-hivernale et printano-estivale et la fluctuation de l'incidence parasitaire chez les adultes est marquée par trois périodes d'activité intense : automno-hivernale, printanière et estivale

Le suivi des fluctuations des populations de la cochenille australienne *I purchasi* durant les deux années d'étude (2017 et 2018), a mis en évidence la présence de trois générations sur le clémentinier à Sidi Moussa : une printanière, une estivale et une troisième automnale. Avec trois périodes d'activité et de ponte en 2017 débutent un peu tard par rapport à l'année 2018. Ce décalage de développement des populations de la cochenille, dépend des conditions climatiques locales et nutritionnelles. L'hivernation se fait au stade jeune femelle et femelle adulte associé aux larves du 2^{ème} et de 3^{ème} stade. La cochenille est abondante durant la saison automnale et estivale. Par ailleurs, *I.purchasi* présente une affinité très marquée pour les rameaux (70 %) du clémentinier. La fécondité moyenne de la cochenille australienne sous les conditions algériennes varie de 612 à 618 œufs pondus par femelle. L'incidence de prédation révèle que *Novius cardinalis* se manifeste avec des taux de prédation variant de 37,18 % (2017) à 51 % (2018) dans les populations d'*I.purchasi* sur clémentinier. Notons que l'activité prédatrice de la coccinelle passe par trois périodes : automnale, printanière et estivale. Le rapport prédateur-proie a été meilleur au cours de la période allant du mois d'août à décembre durant la première année. Alors que, au cours de la seconde année, il a été le meilleur durant la période du mois de juillet au mois de novembre. L'étude de la distribution spatio-temporelle montre qu'il y a une synchronisation parfaite entre la fluctuation des populations d'*I.purchasi* et son prédateur associé *Novius cardinalis*. Du point de vue biologique, *R.cardinalis* développe 3 générations annuelles : une génération printanière, une génération estivale et une génération automnale. est une conséquence directe à la fois à l'existence de conditions climatiques favorables et à la densité de l'hôte. Ce présent travail nous a permis de développer les principales particularités écologiques et biologiques de *L.beckii* et *I.purchasi* et ses relations abiotique et biotique dans une biocénose.

Mots clés : Bioécologie ; *Lepidosaphes beckii* ; *Icerya purchasi*, Agrumes, Hyménoptères ; *Aphytis lepidosaphes* ; *Aphytis .chrysomphali* ; *Aphytis .proclia* ; *Aspidiotiphagus citrinus* *Novius cardinalis*, Mitidja.