



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat En Sciences de la Nature et de la Vie

**Effet du Spirotetramate sur la reproduction de la
cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi*
Targ., 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans la région de
Biskra**

Présenté par : BELKHIRI Dalal

Soutenue le : 06/12/2018

Devant le jury composé de :

Président :	BELHAMRA Mohamed	Professeur	Université Mohamed Khider	Biskra
Promoteur :	BICHE Mohamed	Professeur	ENSA, El'Harrach	Alger
Examineurs :	OUAKID M ^{ed} Laid	Professeur	Université Badji Mokhtar	Annaba
	MIMECHE Fateh	M.C.A	Université Mohamed Boudiaf	M'Sila
	MOUSSI Abdelhamid	M.C.A	Université Mohamed Khider	Biskra
	MEHAOUA M ^{ed} Seghir	M.C.A	Université Mohamed Khider	Biskra

Année Universitaire : 2018-2019

Dédicaces

A *ma mère*, celle qui m'a encouragé en m'ouvrant ses bras dans les sombres moments.

A *mon père*, celui qui fait le plus brave des pères.

A mes supères frères et mes meilleures *sœurs* dans le monde.

A mes gentilles *belles sœurs*.

A mes chères nièces et mon neveu: *Maria, Sara, Amina* et *Mohamed Sadi*.

A mes agréables amies : *Ismahane, Hamida, Fatima* et *Nassima*.

A ma grande famille.

A tous ceux qui m'ont aidé à ce travail.

A tous qui me connaisse.

BELKHIRI Dalal

Remerciements

A l'issue de ce modeste travail, je profite de l'occasion pour exprimer toute ma gratitude à mon directeur de thèse Monsieur **Biche Mohamed**, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach, qui m'a accordé l'honneur de diriger ce travail, ses critiques constructives et ses précieux conseils. Je lui présente aujourd'hui mes sincères remerciements.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Monsieur **Belhamra Mohamed**, Professeur à l'université de Biskra, pour m'avoir encouragé et soutenu tout au long de ces années et de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus haute considération.

Je tiens à remercier Monsieur **Ouakid Mohamed Laïd**, Professeur à l'université d'Annaba, qui a bien voulu examiner ce travail et d'être membre de jury. Qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect et humble gratitude.

Je présente tous mes remerciements à mon prof Monsieur **Mehaoua Mohamed Seghir**, Maître de Conférences à l'université de Biskra, pour son inestimable soutien et ses encouragements au cours de ma formation, aussi sa contribution dans la réalisation et de juger de ce travail, aussi qui m'a donnée tout son temps, ses informations, ses documentations, ses idées et conseils précieuses avec sa patience et sa gentillesse car son travail ne sera jamais fait.

J'exprime également ma reconnaissance à Monsieur **Mimeche Fateh**, Maître de Conférences à l'université de M'Sila, qui a accepté de participer au jury de ma thèse. Qu'il trouve ici, le témoignage de ma profonde gratitude.

Je remercie profondément mon prof Monsieur **Mouci Abdelhamid**, Maître de Conférences à l'université de Biskra, pour son soutien au cours de ma formation et d'avoir accepté de juger mon travail. Je vous réitère ma considération et mon estime.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Monsieur ***Bensalah Mohamed Kamel***, cadre au CRSTRA, de m'avoir encouragé et soutenu tout au long de mes années universitaires. Je lui en garde une profonde gratitude.

Je remercie aussi profondément mon prof Monsieur ***Layadi Ziane***, Maître de Conférences à l'université de Biskra, pour ses encouragements, ses conseils et son soutien moral.

J'adresse mon amicale reconnaissance à Mademoiselle ***Hiouani Fatima***, Monsieur ***Hadjeb Ayoub*** et Monsieur ***Matallah Salim***, pour le soutien et les services qu'il m'ont rendu au cours de mes années d'études.

Je remercie tous les cadres et les ouvriers de l'ITDAS de Biskra, qui ont mis à ma disposition tous les moyens matériels et humains pour réaliser ce travail, en particulier ***M^{lle}. Fadlaoui Soumia, M^{lle}. Haicher Hakima et M. Menacer Salim.***

Mes grands remerciements vont également à mes chères enseignants et enseignantes ***M^{me} Saighi, M^{me} Mokrani, M^{me} Bouatrousse, M^{me} Bebba, M^{me} Arigue, et M. Belkhiri Chemsse Edine***, de m'avoir encouragé et soutenu tout au long de mes années universitaires.

Je ne saurais oublier aussi de témoigner toute ma reconnaissance et ma gratitude pour mes collègues et mes amies les enseignantes, les secrétaires et les techniciennes du labo aux départements de biologie et d'agronomie à l'université de Biskra, pour tous les échanges techniques, scientifiques et pour leur sympathie.

Je ne manquerai de remercier ma meilleure famille qui m'a toujours soutenu et encouragé dans les durs moments de la réalisation de cette thèse, je garde pour vous une gratitude indélébile.

Je tiens aussi à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

BELKHIRI Dalal

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre 1: Synthèse bibliographiques sur le palmier dattier et la cochenille blanche

1. Généralités sur le palmier dattier	5
2. Importance et répartition du palmier dattier.....	6
2.1. Dans le monde.....	6
2.2. En Algérie.....	7
2.3. Situation de phœniciculture à Biskra.....	8
3. Maladies et ravageurs du palmier dattier.....	8
4. Description morphologique de la cochenille blanche	9
5. Cycle biologique de <i>P.blanchardi</i>	11
6. Symptômes et dégâts.....	12
7. Moyenne de lutte.....	13
7.1. Lutte physique.....	13
7.2. Lutte chimique.....	13
7.3. Lutte biologique.....	14

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude et méthodologie de travail

1. Situation géographique de la région de Biskra.....	15
2. Présentation de la station d'étude (Ain Ben Noui).....	15
3. Climat de la station d'étude.....	16
3.1. Les températures.....	17
3.2. Les Précipitations.....	17
3.3. L'humidité.....	18
3.4. Le vent.....	18
3.5. L'insolation.....	18
3.6. Synthèse climatique.....	19
3.6.1. Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausson	19
3.6.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger	20
4. Matériel et méthodes.....	21
4.1. Description et choix de la parcelle d'étude.....	21
4.2. Produit utilisé.....	22
4.3. Méthodologie de travail.....	23
4.3.1. Traitement par le Spirotetramate.....	23
4.3.2. Echantillonnage des folioles.....	23
4.4. Analyse statistique.....	24

Chapitre 3 : Résultats

1. Ecologie de la cochenille.....	25
1.1. Dynamique globale des populations.....	25
1.2. Dynamique des populations des différents stades.....	26
1.2.1. Fluctuation des œufs	26
1.2.2. Fluctuation des larves du 1 ^{er} stade	27
1.2.3. Fluctuation des larves du 2 ^{ème} stade.....	27
1.2.4. Fluctuation des stades nymphaux.....	28
1.2.5. Fluctuation des femelles.....	29
Conclusion	30

1.3. Importance numérique selon les stades de développement.....	30
1.4. Distribution saisonnière.....	31
1.5. Distribution cardinale.....	32
Conclusion	33
1.6. Etude de la fécondité.....	33
1.6.1. Fécondité globale.....	33
1.6.2. Fécondité saisonnière.....	34
1.6.3. Fécondité selon les orientations cardinales.....	35
Conclusion	36
2. Effet du Spirotetramate sur les populations de <i>P.blanchardi</i>	36
2.1. Etude de la mortalité des adultes.....	39
2.2. Etude de la mortalité des larves	40
Conclusion	41
3. Effet du Spirotetramate sur la reproduction de <i>P.blanchardi</i>	41
3.1. Effet du Spirotetramate sur la fécondité	41
3.1.1. Evolution des œufs.....	43
3.1.2. Evolution des femelles pondeuses.....	43
3.1.3. Evolution de la fécondité	45
3.2. Effet du Spirotetramate sur la fertilité	46
3.3. Effet du Spirotetramate sur les différents stades larvaires.....	47
Conclusion	49

Chapitre 4 : Discussions

1. Ecologie de la cochenille.....	50
2. Effet du Spirotetramate sur les populations de <i>P.blanchardi</i>	56
3. Effet du Spirotetramate sur la reproduction de <i>P.blanchardi</i>	59
Conclusion générale.....	62
Références bibliographiques.....	66
Annexes.....	80
Résumé/ Absract/ ملخص	

Tableau 1 :	Description morphologique des différents stades de <i>P.blanchardi</i>	10
Tableau 2 :	Données climatiques moyennes mensuelles dans la station d'ITDAS durant 26 ans à partir de 1989 jusqu'à 2015.	17
Tableau 3 :	Résultats de l'analyse statistique de l'abondance des stades de développement de <i>P.blanchardi</i> durant l'année 2012 et 2013.	31
Tableau 4 :	Résultats de l'analyse statistique de la distribution saisonnière de <i>P.blanchardi</i> durant les années 2012 et 2013.	32
Tableau 5 :	Résultats de l'analyse statistique de la fécondité saisonnière durant l'année 2012 et 2013.	35
Tableau 6 :	Résultats de l'analyse statistique du nombre des adultes et des larves vivants durant la période d'expérimentation.	37
Tableau 7 :	Résultats de l'analyse statistique du taux de la mortalité corrigée des adultes de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra.	39
Tableau 8 :	Résultats de l'analyse statistique du taux de la mortalité corrigée des larves de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra.	40
Tableau 9 :	Paramètres toxicologiques pour les trois doses de Spirotetramate chez les larves de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra.	41
Tableau 10 :	Résultats de l'analyse statistique calculée des femelles pondueuses, des œufs pondus et de la fécondité durant la période d'expérimentation.	42
Tableau 11 :	Résultats de l'analyse statistique du taux de la fertilité.	46
Tableau 12 :	Résultats de l'analyse statistique calculée chez les larves de 1 ^{ier} stade et du 2 ^{ème} stade femelle et mâle durant la période d'expérimentation.	47

Figure 1 :	Les dix principaux pays producteur des dattes durant l'année 2016.	6
Figure 2 :	Les dix principales wilayas productrices des dattes de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017.	7
Figure 3 :	Les dix principales communes productrices des dattes de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017.	8
Figure 4 :	Les principaux maladies, ravageurs et mauvaises herbes de palmier dattier dans la zone phœnicicole.	9
Figure 5 :	Cycle biologique de <i>P.blanchardi</i> .	11
Figure 6 :	Situation géographique de la wilaya de Biskra.	15
Figure 7 :	Situation géographique de la station d'ITDAS.	16
Figure 8 :	Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен dans la station d'ITDAS durant 26 ans.	19
Figure 9 :	Localisation de la station d'ITDAS sur le climagramme d'Emberger à partir de 1989 jusqu'à 2015.	20
Figure 10 :	La parcelle d'étude et la position des palmiers choisies.	21
Figure 11 :	La structure chimique de Spirotetramate.	22
Figure 12 :	Fluctuation de la population globale de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	25
Figure 13 :	Fluctuation des œufs pondus de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	26
Figure 14 :	Fluctuation des larves du 1 ^{er} stade de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	27
Figure 15 :	Fluctuation des larves du 2 ^{ème} de <i>P.blanchardi</i> stade sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	28
Figure 16 :	Fluctuation des stades nymphaux du <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	29
Figure 17 :	Fluctuation des femelles du <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	29
Figure 18 :	Distribution selon les stades de développement de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	30
Figure 19 :	Distribution saisonnière de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	31

Figure 20 :	Nombre des individus vivants de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra selon les orientations cardinales durant l'année 2012 et 2013.	33
Figure 21 :	Fluctuation de la fécondité moyenne du <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	34
Figure 22 :	Fécondité saisonnière de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	35
Figure 23 :	Fécondité de <i>P.blanchardi</i> selon les quatre orientations cardinales sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.	36
Figure 24 :	Evolution des adultes vivants dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation dans la région de Biskra.	38
Figure 25 :	Evolution des larves vivantes dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation dans la région de Biskra.	38
Figure 26 :	Evolution de la mortalité corrigée calculée chez les adultes de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra.	39
Figure 27 :	Evolution de la mortalité corrigée calculée chez les larves de <i>P.blanchardi</i> sur palmier dattier dans la région de Biskra.	40
Figure 28 :	Evolution des œufs de <i>P.blanchardi</i> sur le palmier dattier témoins et traités dans la région de Biskra durant l'année d'étude.	43
Figure 29 :	Evolution des femelles pondeuses de <i>P.blanchardi</i> sur le palmier dattier témoins et traités dans la région de Biskra durant l'année d'étude.	44
Figure 30 :	Evolution du taux des femelles pondeuses de <i>P.blanchardi</i> sur le palmier dattier témoins et traités durant l'année d'étude.	45
Figure 31 :	Fluctuation de la fécondité moyenne calculée de <i>P.blanchardi</i> sur les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation.	45
Figure 32 :	Evolution des œufs et des larves L ₁ de <i>P.blanchardi</i> calculée sur les palmiers témoins et traités a Biskra durant l'année d'expérimentation.	46
Figure 33 :	Evolution des larves L ₁ dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'étude.	48
Figure 34 :	Evolution des larves L ₂ dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'étude.	49

Introduction

Le palmier dattier est l'une des plus anciennes espèces végétale cultivées. C'est un arbre d'un grand intérêt en raison de sa productivité élevée, de la qualité nutritive de ses fruits très recherchés et de ses facultés d'adaptation aux régions sahariennes. En plus de ses rôles écologique et social, il contribue essentiellement, dans le revenu agricole des paysans et offre des dattes et une multitude de sous-produits à usages domestique, artisanal et industriel (Sedra, 2003). La phœniciculture, constitue la principale ressource et l'activité agricole la plus importante dans les régions sahariennes. Le palmier dattier de par ses particularités représente non seulement la base de l'agriculture saharienne, mais aussi le moyen essentiel de fixation, de création et de maintien des centres de vie (Matallah et Biche, 2014).

Les oasis algériennes ont enregistré durant les deux dernières décennies une évolution remarquable aussi bien au niveau des superficies qu'au niveau de la production (Achoura *et al.*, 2013). Benziouche et Chehat (2010), montrent que la région des Ziban fait partie des régions phœnicicoles les plus importantes du pays de point de vue patrimoine et qualité de production. Parmi les principales communes productrices des dattes dans la wilaya de Biskra est la commune d'El-Hadjeb avec une production totale égale à 2,056,374 qx pour un nombre total de palmiers productifs égale à 231,949 palmiers dont 147,500 palmiers de la variété Deglet Nour avec un production égale à 132,750 qx durant la campagne 2016/2017 (DSA, 2018).

Le patrimoine phœnicicole algérien est confronté à des plusieurs maladies et ravageurs constituant une contrainte pour son développement et sa préservation (Benameur-Saggou *et al.*, 2015). D'après Munier (1973), plusieurs contraintes, notamment d'ordre phytosanitaire affectent la phœniciculture algérienne qui réduit la quantité et la qualité de la production par l'attaque de certains ravageurs telle que : la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti), qui fait l'objet de notre étude.

La cochenille blanche du palmier dattier est parmi les ravageurs les plus redoutables, dont toutes les régions phœnicicoles sont infestées (Idder, 1992). Selon Allam (2016), la variété Deglet Nour qui présente une grande valeur économique au niveau international est la plus sensible aux attaques de la cochenille. Cet insecte attaque à la fois la partie verte de l'arbre et aux fruits, en causant une réduction du rendement et la qualité commerciale des dattes (Munier, 1973 et Peyron, 2000). D'après Saber *et al* (2012), le poids frais des folioles infestées par *P. blanchardi* a perdu environ 5,8% par rapport à leur poids. En outre, la teneur

en humidité des folioles infestées a perdu environ 2,4% par rapport aux folioles non infestées. Aussi, l'infestation par cet insecte a provoqué une réduction de la teneur en cire dans les folioles infestées dans toutes les variétés testées jusqu'à 5,88%.

Les conditions trophiques et climatiques d'une région conditionnent l'activité prolifique et le nombre de générations annuelles de la cochenille (Iperti, 1970). De nombreux auteurs (Smirnoff, 1954 ; Le Rü et Fabres, 1987, Biche, 1987 ; Biche et Sellami, 2011 ; Obame-Minko, 2009; Idder-Ighil, 2013) ont noté que l'évolution, l'accroissement et la reproduction des cochenilles dans la nature est sous l'effet des conditions climatiques, notamment la température qui joue un rôle primordial sur l'importance de la cochenille.

Dans le but de lutter contre ce ravageur, il devient primordial d'étudier sa bioécologie et la relation entre le microclimat de la palmeraie et l'évolution des différents stades des populations de la cochenille. Aussi, les principales périodes du pontage et d'accouplement des adultes. Amichot (1999), montre que le processus de reproduction a été abordé sous différents angles en allant de la reconnaissance du partenaire, à la fécondité et la ponte pour terminer par la dynamique des populations.

Beaucoup de recherches ont été menées sur l'étude de la bioécologie de *P.blanchardi*. Toutefois, les études réalisées par certains auteurs tels que : Smirnoff (1954) et Madkouri (1975) au Maroc, Ben Chaabane *et al* (2009) en Tunisie, en Mauritanie Tourneur et Lecoustre (1975), en Egypte Bakry *et al* (2015 a et b), en Algérie, on peut citer les travaux de: Idder (1992), Boussaid et Maache (2001) et Idder-Ighil (2015) à Ouargla, et à Biskra : Remini (1997), Nadji (2011), Saighi (2015) à Féliache, Djoudi (1992), Maatalah (2010) à Sidi-Okba, Hoceini (1977), Chelli (1996) et Belkhiri (2010) à Ain Ben Noui. Concernant le nombre des générations, il varie entre deux à quatre générations par année qui subissent l'influence de plusieurs facteurs tels que le site d'étude, les facteurs climatiques, le type d'irrigation et l'année d'expérimentation.

Par contre, les travaux réalisés sur la lutte chimique contre la cochenille blanche sont peu nombreuses, où on peut citer le travail d'Abbas *et al.*, (2014) en Pakistan, qui utilise trois insecticides systémiques; Thiamethoxam, Carbosulfan et Fipronil et deux insecticides IGR; Pyriproxifène et Buprofézine, dont ils ont réduit de façon significative l'infestation à niveau 0,05%. Aussi, Idder *et al.*, (2007) à Ouargla ont été utilisés un insecticide organophosphoré

agissant par contact; le Ométhoate à 50% qui provoque des pourcentages de mortalité plus de 73,2%. Et le travail de Belkhiri (2010) à Biskra (Ain Ben Noui) par l'utilisation pour la première fois en Algérie contre la cochenille blanche du palmier dattier un insecticide systémique; le Spirotetramate qui a un effet très accusé sur l'ovogenèse, la fécondité et bloque la mue chez les stades larvaires.

D'après Smirnoff (1951), la méthode chimique est la plus radicale pour lutter contre les cochenilles. L'utilisation des insecticides systémiques, facilite la lutte contre les insectes vivants à l'intérieur du tronc, des pétioles et sous les boucliers, mais doit être appliquée avec beaucoup de prudence (Martin, 1965). En application foliaire, tous les Néonicotinoïdes systémiques comme l'Imidaclopride, la Clothianidine, l'Admirateur, le Thiaméthoxame et l'Acetamipride se sont révélés hautement toxiques pour les ennemis naturels en comparaison avec le Spirotetramate, la Buprofézine et le Fipronil (Kumar *et al.*, 2012). Selon Planes *et al.*, (2013), le Spirotetramate est un nouvel insecticide systémique a été incorporé dans les programmes de lutte intégrée, car il est inoffensif pour les ennemis naturels. Lozano *et al.*, (2008), montrent que le Movento plus fait preuve d'une excellente activité contre les pucerons, les aleurodes, les cochenilles et les pentatomes. Aussi, Biche *et al.*, 2010 affirment l'efficacité de Movento contre les cochenilles des agrumes. Le Spirotetramate étant une substance active en cours d'évaluation, la préparation devra être réexaminée ultérieurement sur la base des critères qui seront précisés dans le rapport d'évaluation et dans les délais qui seront indiqués dans la directive d'inscription (Mortureux, 2011).

A cet effet, notre travail a pour objectifs dans un premier temps, d'étudier la dynamique de la population de la cochenille blanche du palmier dattier et l'influence de la température sur l'évolution saisonnière des différents stades dans la palmeraie d'Ain Ben Noui durant une période de deux ans successifs 2012 et 2013. En deuxième lieu, nous avons étudié l'effet d'un insecticide systémique, le Spirotetramate sur le processus de reproduction du *P. blanchardi* durant une année, dans le but de déterminer principalement, la toxicité de cette molécule sur : la fécondité, la fertilité et la mue chez les différents stades larvaires et d'étudier également leurs effets différés sur la mortalité des adultes et des larves de la cochenille blanche du palmier dattier.

Notre travail est scindé en quatre chapitres. Le 1^{ier} chapitre est consacrée à la synthèse bibliographique du plant hôte; le palmier dattier et le ravageur ; la cochenille blanche. Le 2^{ème}

chapitre porte sur la présentation de la région d'étude et les matériel et méthodes adopté à l'étude de la dynamique des populations et l'impact du Spirotetramat sur le processus de la reproduction de l'insecte. Le 3^{ème} chapitre traite les résultats obtenus et le 4^{ème}, porte sur l'interprétation et la discussion des résultats. On termine par une conclusion générale qui regroupe les réflexions et les perspectives de ce travail.

Chapitre 1 :

**Synthèse bibliographiques
sur le palmier dattier et la
cochenille blanche**

1. Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier était primitivement cultivé dans les zones arides et semi arides chaudes de l'ancien monde. Il fut propagé, par la suite, en dehors de son aire d'extension et de culture, non seulement comme arbre fruitier, mais aussi comme essence ornementale (Munier, 1973). Selon le même auteur, le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734, signifie « l'arbre de Phénicie aux fruits comme des doigts » (Brac, 1995). Le palmier dattier est une plante dioïque monocotylédone, appartient à la famille de Palmacées, la sous famille de Coryphinées et la tribu de Phœniceae. Il est le seul genre de la tribu des Phœniceae, et le genre Phoenix comporte douze espèces (Munier, 1973 et Peyron, 2000).

D'après Dakhia *et al.*, (2013), le palmier dattier constitue le pivot de l'économie rurale en régions arides et sahariennes par ses fruits « dattes » de différents calibres, goûts, formes, couleurs et dates de maturation. Les dattes sont des sources alimentaires principales des populations locales dans de nombreux pays dans lesquels ils sont cultivés, et ont joué un rôle important dans l'économie, la société, et environnement de ces pays (Peyron, 2000).

Les dattes de Deglet Nour est le cultivar le plus important de point de vue nutritionnelle et économique. C'est une datte demi-molle à haute valeur marchande pouvant être consommée frais ou après conditionnement, offrant les meilleures possibilités de commercialisation au plan national ou international (Belguedj, 2002). La variété Deglet Nour représente des caractères morphologiques très articulés. Selon Hennachi *et al.*, (1998), elle est caractérisée par un stipe de forme cylindrique, long, fin et très garni des lufs. Les palmes sont de couleur vert claire mesurant 3,7 à 4,8m de longueur, souple, flexible et courbée surtout à partir de la couronne moyenne, avec des folioles sont très longues et peu larges (Rhouma, 1994). Aussi, Hennachi *et al.*, (1998) montrent que, les fruits sont de forme ovoïde et le spadice est de couleur jaune-orange à une longueur de 1,4 à 2,6 m.

Le palmier de Deglet Nour exige des conditions particulières pour se développer et surtout pour la maturité de ses fruits. Il est très sensible aux pluies au printemps; moment de la floraison et en automne; période de maturation (Munier, 1973). Selon Belguedj *et al.*, (2008), la durée de fructification est de 210 jours à une température moyenne de 26,1°C.

2. Importance et répartition du palmier dattier

2.1. Dans le monde

Le palmier dattier, arbre de providence des régions désertiques, est principalement localisé dans l'hémisphère nord, notamment aux abords du Golfe Persique, en Afrique du Nord et en Asie ainsi qu'en Amérique (Acourene, 2000). D'après Chehma et Longo (2001), le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde.

Selon Ixtapa et Guerrero (2015), la production mondiale de dattes a rapporté plus de 746 019 500 tonnes en 2012. Elles sont cultivées principalement en Égypte, Arabie Saoudite, Iran, Iraq, Algérie et Pakistan. Les zones et la production les plus importantes sont l'Algérie, le Maroc, l'Égypte, l'Arabie Saoudite, l'Emarats Arabes Unis, l'Iraq, l'Iran, le Pakistan. Par la même source en 2013, la production totale mondiale était de 762 762 440 tonnes, dont l'Égypte détenant 19,7% de parts de production, l'Arabie Saoudite 14% et l'Algérie 11 %. Selon les statistiques de la FAO, en 2016 l'Algérie est placée au 3^{ème} rang mondial pour la production des dattes avec 1 029 596 tonnes (Fig. 1), après l'Iran et l'Egypte (FAOStat, 2018).

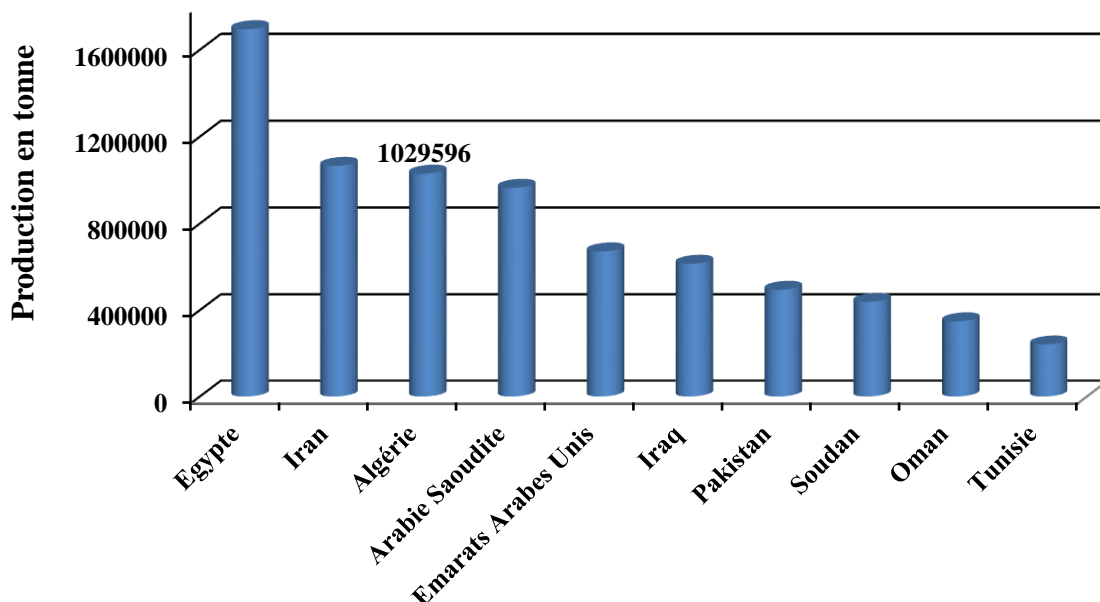


Figure 1 : Les dix principaux pays producteur des dattes durant l'année 2016 (FAOStat, 2018).

2.2. En Algérie

L'Algérie est classée parmi les principaux pays producteurs de dattes (14 % de la production mondiale de dattes) avec une production qui connaît une croissance continue passant de 600 096 tonnes en 2012 à environ 1 100 000 tonnes en 2017 (toutes variétés confondues), mais seulement 54 variétés parmi les 360 variétés existantes sont mises sur le marché national et international, principalement Deglet Nour, Degla Beida et Ghars (SIDAB, 2017).

Les palmeraies algériennes sont localisées essentiellement dans la zone de la partie sud-est du pays (Messar, 2010). Son importance décroissante allant vers l'ouest et le sud, où elles sont réparties comme suit: dans le sud-est (El Oued, Ouargla et Biskra) avec 67% de la palmeraie Algérienne, le sud-ouest (Adrar et Bechar) avec 21%, l'extrême sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) avec 10% et les autres régions qui restent représente 2% seulement (Achoura et Belhamra, 2010). Messar (2010), signale qu'une prédominance totale de la variété Deglet Nour dans la région sud-est avec la présence marquée de la variété Ghars et Degla Beida. La figure 2, représente que les principales wilayas productrices des dattes de Deglet Nour sont les wilayas du sud-est (Biskra, El'Oued et Ouargla) avec une production totale de l'Algérie égale à 52 494 946 qx durant la campagne 2016/2017 (DSA, 2018).

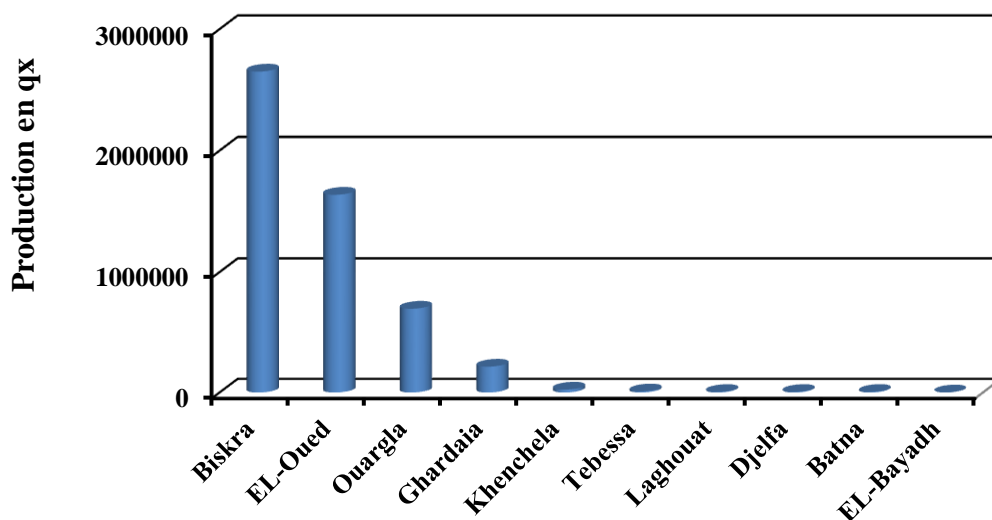


Figure 2 : Les dix principales wilayas productrices des dattes de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017 (DSA, 2018).

2.3. Situation de phœniculture à Biskra

La région de Biskra (Ziban) est l'un des principaux pôles de la production dattiers en Algérie, surtout ses oasis de Tolga et de Sidi-Okba. Elle produit essentiellement l'excellente variété de Deglet Nour (Belguedj, 2002). Avec plus de 42 911 ha de la superficie et plus de 4 057 294 palmiers productifs, dont la production annuelle est égale à 43 800 414 qx (DSA, 2018). Selon la même source, la production totale de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017 est estimée par 28 000 015 qx pour 2 454 336 palmiers productifs où la commune de Tolga regroupe plus de 229 560 palmiers avec une production égale à 344 340 qx (Fig. 3).

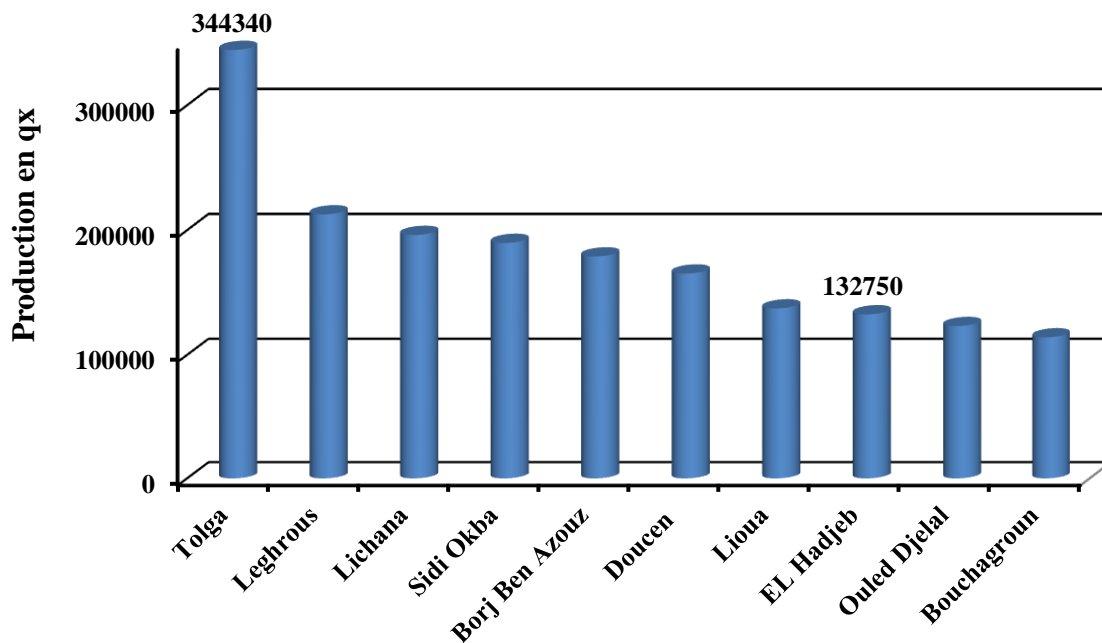


Figure 3 : Les dix principales communes productrices des dattes de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017 (DSA, 2018).

3. Maladies et ravageurs du palmier dattier

Les palmeraies de la région de Ziban sont actuellement menacé par divers ravageurs, maladies et mauvaises herbes dont les plus répandus (Fig. 4) sont: la Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), le Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*), la Cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*), le N'jem (*Cynodon dactylon*), le Blaât (*Phytophthora sp*) et le Khamedj (*Mauginiella scattae*). Ils provoquent des pertes considérables de la production et peuvent entraîner une érosion génétique (Dakhia *et al.*, 2013).

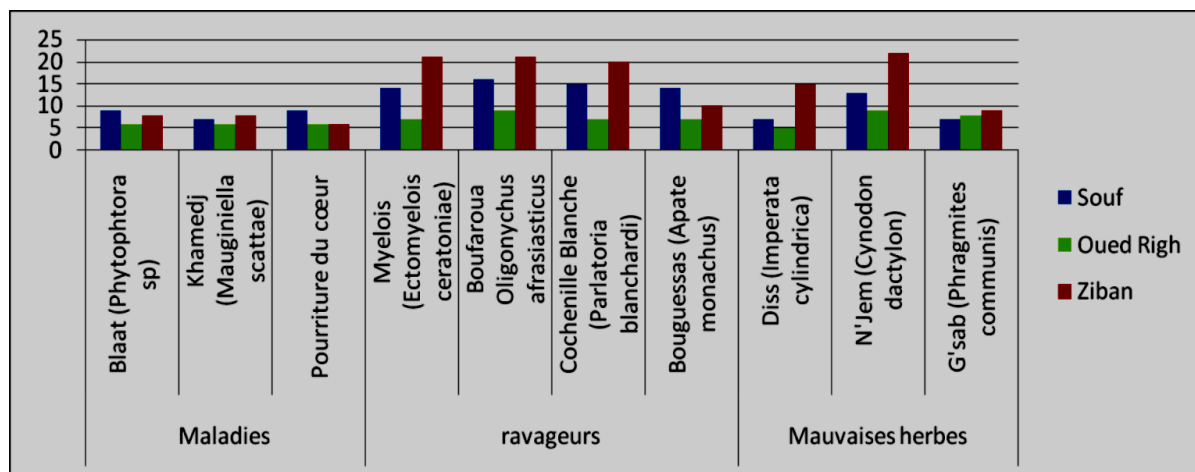


Figure 4 : Les principaux maladies, ravageurs et mauvaises herbes de palmier dattier dans la zone phœnicicole (Dakhia *et al.*, 2013).

Dans la région de Ziban, la cochenille blanche qui fait l'objet de notre étude est classée à la 3^{ème} position (Fig. 4). Elle est originaire de la Mésopotamie, son aire de répartition s'étend sur toutes les régions phœnicicoles (l'Afrique du Nord, Proche-Orient) à l'exception des Etats-Unis (Iperti, 1970). Cette espèce a été découverte pour la première fois en Algérie dans les oasis de l'Oued Rhir par Blanchard en 1868 (Munier 1973).




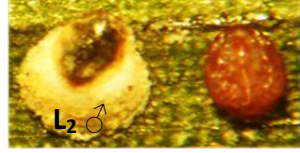
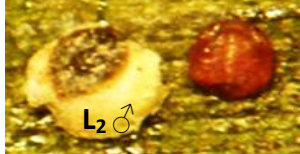
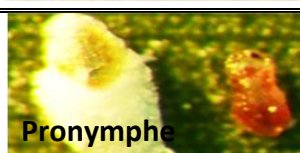
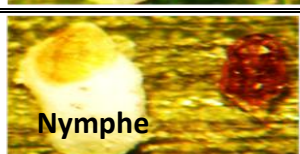


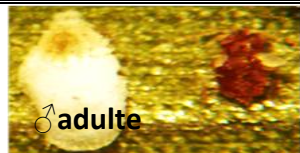
Balachowsky (1954), a proposé la nouvelle classification de la cochenille blanche qui basée sur les caractères morphologiques des mâles et des femelles. Elle appartient à l'ordre d'Hemiptera, la famille de Diaspididae et l'espèce est *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti 1868.

Chez la cochenille blanche, le dimorphisme sexuel est très accusé (Balachowsky, 1937a) et se reproduit par voie sexuée (Balachowsky, 1939). La femelle de *P.blanchardi* est ovipare, où la durée de maturation des ovules est variable; elle est de dix-huit à vingt jours au mois de mars et cinq à sept jours au mois de mai (Benhassine, 1991).

4. Description morphologique de la cochenille blanche

Le tableau 1, regroupe les principaux caractères morphologiques des différents stades évolutifs de *P. blanchardi* et de leurs boucliers (Cockerell, 1907; Stickney, 1934; Balachowsky, 1937a et 1937 b, 1939; Smirnoff, 1957; Belkhiri, 2010 et Maatallah 2010).

Tableau 1: Description morphologique des différents stades de *P.blanchardi* (Grx100).

Description du bouclier	Stade	Description de l'individu
-disposé sous le bouclier maternel au contact du corps.	 Œuf	-allongé de 0,04 mm de diamètre, de couleur mauve-rose pâle. -pourvu d'un chorion lisse.
-absence de bouclier (stade mobile).	 L ₁ mobile	-ovale et aplatie, de couleur chair ou lilas pâle. -possède trois paires des pattes.
-pseudo-bouclier blanchâtre.	 L ₁ fixe	-apode, large et plat.
- allongé pour le mâle et ovale pour la femelle de couleur jaune par fois noir ou noir verdâtre.	 L ₂ ♂	-allongé et possède des taches oculaires pourpres.
	 L ₂ ♀	-arrondie, de couleur rouge claire.
-linéaire de couleur blanc neigeux à cotés parallèles.	 Pronymphe	-pourvu des ébauches oculaires, des pattes et de l'allongement de l'extrémité abdominale.
	 Nymphe	-possède des antennes, des ailes et des pattes repliées. -l'apparition du stylet copulateur.
- ovale de couleur blanc, tacheté de brun.	 ♀ immature	-ovale, rose et vire à une teinte lilas. -de 1,1mm de long et 0,8 mm de large.
-ovale de couleur blanc, tacheté de brun, de 1,3 à 1,8 mm de long sur 0,7 mm de large.	 ♀ adulte	- ovale et aplati, de 1,2 à 1,6 mm de long et 0,3 mm de large. -pourvue d'une vulve.
-blanc allongé de 1 mm de long sur 0,4 mm de large.	 ♂ adulte	-roux jaunâtre de 0,8 à 1 mm de longueur avec des ailes transparentes. -possède de deux paires d'ocelles et dépourvu d'appareil buccal.

5. Cycle biologique de *P. blanchardi*

Selon Stickney, 1934; Balachowsky, 1939; Smirnoff, 1957; Dhouibi, 1991 et Belkhiri 2010 ; la figure ci-dessous représente le cycle évolutifs de *P. blanchardi*.

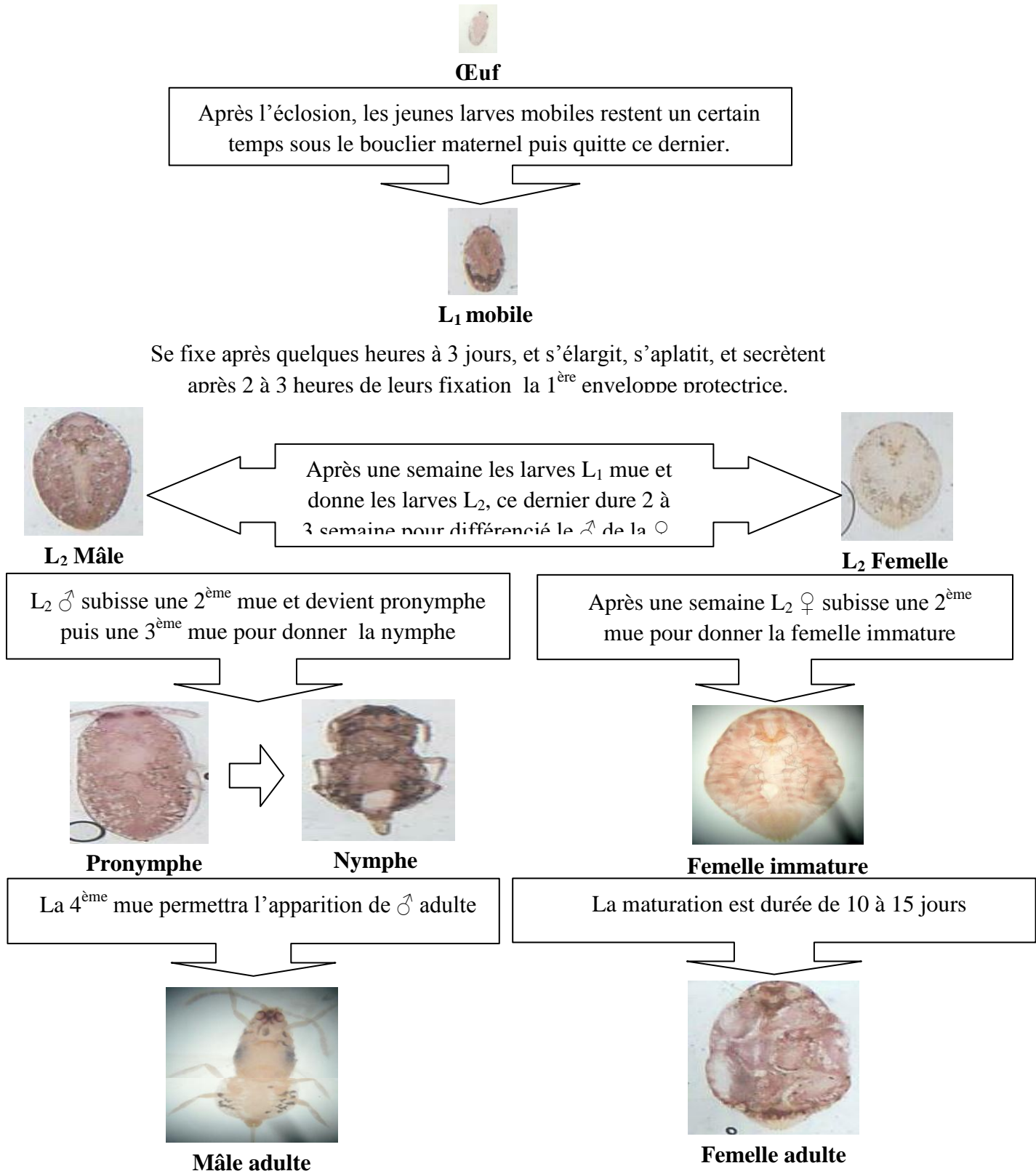


Figure 5 : Cycle biologique de *P. blanchardi* (Grx100).

6. Symptômes et dégâts

P. blanchardi est un insecte piqueur suceur, à l'aide de son rostre, elle aspire la sève de la plante et dans le même point d'alimentation elle injecte une toxine qui altère la chlorophylle. En cas de fortes attaques, l'encroutement sur les palmes devient brun, vert sale ou même grises ce qui empêche la respiration et la photosynthèse (Munier, 1973). Les conséquences sont un vieillissement rapide et une mort prématurée des palmes. Les dégâts sur les fruits sont également graves. Les dattes envahies sont ridées, déformés, et leurs développements est entravé (Peyron, 2000). D'après Chapin et Germain (2005), la population de *P. blanchardi* s'installe à l'abri de la lumière, dans les recoins des palmiers comme les gaines pétiolaires, la base des folioles, la base des inflorescences et les racines respiratoires. Dhoubi (1991), montre que tous les stades de la cochenille blanche sont susceptibles de s'attaquer aux divers organes du palmier.

Les dégâts sont plus importants dans les palmeraies mal entretenues, dont la cochenille blanche affecte préférentiellement les palmiers du cultivar Ghars, mais en cas de forte infestation, elle peut s'installer sur les dattes de tout cultivar (Dakhia *et al.*, 2013). Selon Mehaoua (2006) et Maatallah (2010), les variétés Ghars et Deglet Nour sont plus infestées que la variété Degla Beida. Cette différence paraît être influencée par les compositions chimiques et biochimiques des feuilles.

Saber *et al.*, (2012), montrent que les folioles infestées par *P. blanchardi* perdent près de 32,4% de la chlorophylle (a), 33 % de la chlorophylle (b) et 29,2%, de caroténoïde . Selon Madkouri (1975), au Maroc durant la période de la récolte, l'action de *P. blanchardi* provoque la perte de 70 à 80 % des dattes. En Algérie, elle réduit seulement de 5 à 10 % (Tirichine, 2003). Aussi Munier (1973), montre que les conséquences générales sont une mort prématurée des palmes et la plante s'épuise et végète et si elle ne meurt pas, sa production est considérablement réduite de 50 à 60 %. Delassus et Pasquier (1931), signalent qu'un palmier moyen de dix à quinze ans fortement envahi par la cochenille porte plus 180 millions d'individus.

7. Moyens de lutte

Selon Idder (2011), la méthode de lutte physique a eu la plus grande incidence sur la mortalité des cochenilles. La lutte chimique a également eu un impact important sur les populations de ce ravageur, bien qu'elle ait plus agité sur les larves mobiles que sur les formes protégées par un bouclier (larves fixes et adultes). La lutte biologique a par contre conduit à des taux de mortalité plus faibles des cochenilles. Brun (1990), montre que la lutte efficace contre *P.blanchardi* effectuée par l'utilisation séparément ou conjointement les diverses méthodes : physiques, chimiques et biologiques.

7.1. Lutte physique

Iperti (1970), montre que cette méthode consiste à élaguer complètement le dattier de toutes ses palmes à l'exception de celles du cœur et à brûler tous les déchets végétaux sans exception, puis à verser de l'eau salée et chaude sur la couronne des palmes restantes. Aussi Idder *et al.*, (2007), signalent que la méthode physique consiste à traiter le palmier à l'aide de chaleur. Il s'agit de placer des déchets secs provenant de la palmeraie (cornafs, lifs) autour des palmiers à traiter et mettre le feu. La durée du flambage est d'environ cinq minutes. Selon Forrest (2001), aux Etats-Unis la cochenille blanche a été éradiquée définitivement après 44 ans dans une campagne qui consistait fortement à mouiller les palmiers avec de l'essence et à les incendier, dont les palmiers dattiers peuvent survivre aux fortes incendies.

7.2. Lutte chimique

Smirnoff (1951), indique que la méthode chimique est la plus radicale pour lutter contre les cochenilles. L'INPV (2000), permet l'utilisation de deux traitements ; le 1^{er} à base de pétrole 100% (2L/ha) et le 2^{ème} le Fenoxycarbe 25% (40g/ha), mais ils doivent être menés à intervalle de quinze jours après la récolte. Selon le travail d'Idder qui utilise un insecticide organophosphoré agissant par contact ; le Ométhoate à 50%, qui provoque des pourcentages de mortalité égale à 73,2 à 80% (Idder *et al.*, 2007). Belkhiri (2010), montre que le Spirotetramate donne des résultats très encouragés sur les adultes, les larves et les œufs dont il est diminué plus de 50% de la fécondité.

7.3. Lutte biologique

En Algérie, les trois prédateurs autochtones; *Pharoscymnus numidicus* (Coccinellidae), *Pharoscymnus ovoideus* (Coccinellidae) et *Cybocephalus suminillum* (Nitidulidae) sont les espèces les plus abondantes au niveau des variétés de Deglet Nour et Ghars (Benmeur-Saggou *et al.*, 2015). Dans la région de Biskra, les lâchers des trois prédateurs autochtones; *Ph. semiglobosus*, *Ph. ovoideus* et *Cybocephalus sp.*, donne des résultats encourageants, avec un taux de prédation près de 50% (Salhi, 2000; Mohammedi et Salhi, 2000). Zenkhri (1988), trouve que les lâchers des individus de *P.semiglobosus* dans quelques palmeraies dans la région d'Ouargla, a réduit le nombre de *P.blanchardi* par un cm² jusqu'à 13,68 %. Saharaoui *et al* (2010), confirment la présence dans les palmeraies de Biskra d'un nombre très limité d'individus de coccinelle allochtones appartenant à la tribu des Chilocorini.

Dans le monde, les essais d'utilisation des coccinelles prédatrices naturelles de la cochenille blanche ont donnés des bons résultats (Iperti et Laudeho, 1969). La première intervention en Mauritanie (1967-1969) par l'utilisation de *Chilocorus bipustulatus var iraniensis* (Coccinellidae), qui réduit le niveau d'infestation de la note 1-2 jusqu'à 0,5 pour 90% des palmiers (Iperti *et al.*, 1970). Cette opération est reprise par Tourneur au Niger (1972-1975), où le taux d'infestation a été tombé de la note 3,5-4 jusqu'à 0,5 (Tourneur *et al.*, 1976). En Tunisie aussi par le même espèce, durant les années 1992-1994, après un mois des lâchers le niveau d'infestation ont baissé de la note 4,5 jusqu'à 2,5 et après quelques mois il a atteint la note 0,5 (Khoualdia *et al.*, 1997).

Chapitre 2 :
Présentation de la région
d'étude et
Méthodologie de travail

1. Situation géographique de la région de Biskra

La région de Biskra (4°15' à 6°45' E et 35°15' à 33°30' N) est située au centre-est de l'Algérie, aux portes du Sahara algérien, à environ 400 km au sud-est de la capitale. Elle s'étend sur une superficie d'environ 2167120km². Elle est limitée au nord par les wilayas de Batna et M'sila, au sud par les wilayas d'Ouargla et El-Oued, à l'est par la wilaya de Khenchela et à l'ouest par la wilaya de Djelfa (ANAT, 2002) (Fig. 6).

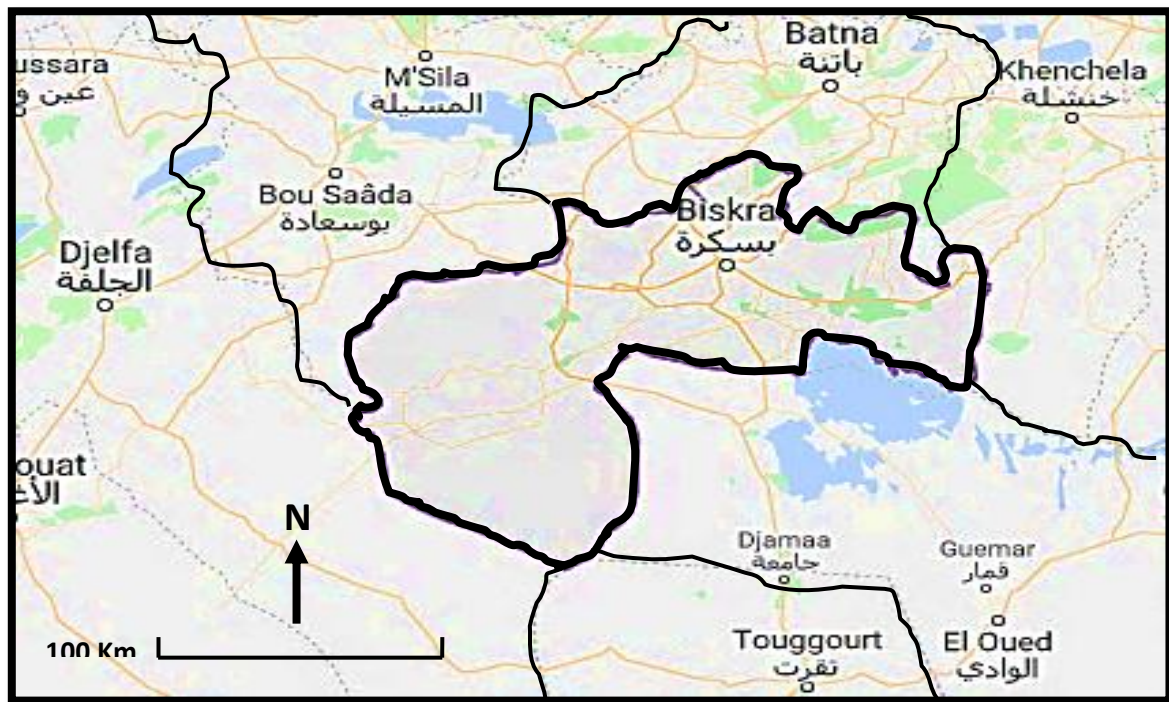


Figure 6 : Situation géographique de la wilaya de Biskra (Google Maps, 2018).

2. Présentation de la station d'étude (Ain Ben Noui)

Notre travail a été réalisé dans la station expérimentale de l'ITDAS¹, situé dans la région d'Ain Ben Noui dans la commune d'El-Hadjeb à 7 Km du chef-lieu de la wilaya sur la route nationale n°46 (Fig. 7). Ses coordonnées géographiques sont : altitude (124 m), latitude (34° 44' Nord) et longitude (5° 39' Est) (Google Earth, 2018).

¹ Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne.



Figure 7 : Situation géographique de la station d'ITDAS (Google Earth, 2018).

La surface globale de la palmeraie d'ITDAS est de 20,4 ha, dont 14 ha plantée par le palmier dattier. Le nombre total de palmiers est de 1630 palmiers réparti comme suit : 1260 Deglet Nour, 150 Mech Degla, 120 Ghars et 100 Dgoules. La nature du sol est limoneux-sableux et salé. L'irrigation se fait par submersion pour l'ensemble des parcelles et est assurée par une eau à un $\text{pH} = 7,62$ (ITDAS, 2018).

3. Climat de la station d'étude

Les données climatiques de la station d'étude sont obtenues à partir des relevés de la station météorologique de l'ITDAS pour une période s'étalant de l'année 1989 jusqu'à l'année 2015. Le tableau 2 rassemble les valeurs des températures (minimales, moyennes et maximales), des précipitations, d'humidité, de vent et d'insolation.

Tableau 2: Données climatiques moyennes mensuelles dans la station d'ITDAS durant 26 ans à partir de 1989 jusqu'à 2015 (ITDAS, 2016).

Paramètres Mois	Température (°C)			Précipitation (mm)	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (%)
	Max	Moy	Min				
Janvier	17,3	12,0	7,4	19,7	57,2	4,7	74,1
Février	18,9	13,2	11,6	11,3	48,5	4,8	75,1
Mars	23,4	17,5	13,0	14,0	42,8	4,9	73,4
Avril	27,5	21,0	15,2	15,3	38,5	5,4	75,4
Mai	32,9	26,4	20,2	10,9	33,2	5,2	77,2
Juin	37,7	31,3	24,7	10,9	28,9	6,0	78,1
Juillet	41,2	34,7	28,1	2,3	25,8	5,7	81,2
Août	40,3	34,2	28,0	3,1	30,5	5,0	79,6
Septembre	35,0	29,0	23,5	14,7	39,6	3,7	70,9
Octobre	29,5	23,9	18,4	20,6	48,0	3,6	73,6
Novembre	22,2	17,0	13,4	14,6	54,2	4,0	70,7
Décembre	17,7	14,6	12,5	10,6	59,4	3,5	71,1

3.1. Les températures

La température a une action directe sur la durée de développement des cochenilles (Obame-Minko, 2009). Les variations des températures entraînent les modifications les plus sensibles de la durée de développement et de la capacité d'accroissement des cochenilles (Le Rü et Fabres, 1987).

Durant la période de 26 ans (1989-2015), les températures moyennes maximales mensuelles sont les plus chauds durant le mois de juillet avec 41,2°C. Le mois de janvier est le mois le plus bas avec 7,4°C et la température moyenne annuelle est de 22,9°C (Tab. 2).

3.2. Les précipitations

Selon Ramade (1984), les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. Mais le végétal subi un lessivage au cours des pluies violentes qui élimine des fractions importantes des colonies de la cochenille (Fabres, 1984).

D'après le tableau 2, la précipitation moyenne la plus élevée est enregistrée pendant le mois d'octobre avec 20,6 mm et la plus faible au mois de juillet avec 2,3 mm, dont la précipitation moyenne annuelle est égale à 148 mm.

3.3. L'humidité

Selon Moussi (2012), l'humidité relative de l'air varie sensiblement en fonction des saisons. Durant l'été, elle chute jusqu'à 25% en juillet sous l'effet d'une forte évaporation. Par contre en hiver, elle s'élève jusqu'à 62% au maximum en décembre.

Les données du tableau 2, montrent que l'humidité moyenne annuelle est égale à 42,21%. Elles varient généralement de 25,8 % durant le mois de juillet jusqu'à 59,4 % au mois de décembre pour la période de 1989 à 2015.

3.4. Le vent

Le vent est un agent important de la désertification. En effet, il accentue l'évapotranspiration et contribue à abaisser l'humidité (Ozenda, 1958). Dans la région de Biskra, les vents sont fréquents durant toute l'année. On enregistre la prédominance des vents froids et humides venant des hauts plateaux et du nord-ouest, les vents issus du sud sont les plus secs et froids (Benbouza, 1994).

Entre 1989 et 2015, la vitesse moyenne mensuelle du vent la plus élevée est enregistrée dans le mois de juin avec 6 m/s, alors que, la plus faible est obtenue au mois de décembre avec 3,5 m/s (Tab. 2).

3.5. L'insolation

La lumière, facteur essentiel intervient dans l'entretien du rythme biologique. Son action est en relation avec sa durée journalière, mais aussi avec les variations lunaires et saisonnières. La lumière agit par son intensité, sa longueur d'onde, son degré de polarisation, sa direction et sa durée d'exposition (Dajoz, 1985).

Durant la période allant de 1989 et 2015 (26 ans), la station d'étude est caractérisée par une forte insolation avec un minimum égale à 70,7 % au mois de novembre et un maximum égale à 81,2 % au mois de juillet. L'insolation moyenne annuelle égale à 75,03 % (Tab. 2).

3.6. Synthèse climatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés, les plus employés font intervenir la température et la pluviosité, qui sont les facteurs les mieux connus. Ces derniers permettent de définir les limites climatiques d'une espèce donnée (Lebreton, 1978 et Dajoz, 1996).

3.6.1. Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен

Ce diagramme pluviothermique a été réalisé avec les données climatiques relevées durant de la période 1989-2015 dans la station d'ITDAS. Selon Bagnouls et Gausсен (1953), un mois est considéré biologiquement sec, lorsque le cumul des précipitations (P) exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température (T) exprimée en °C. L'intersection de la courbe thermique avec la courbe ombrique détermine la durée de la période sèche. L'analyse de diagramme montre que dans la station d'étude la période sèche s'étale sur toute la période de 1989 à 2015 (Fig. 8).

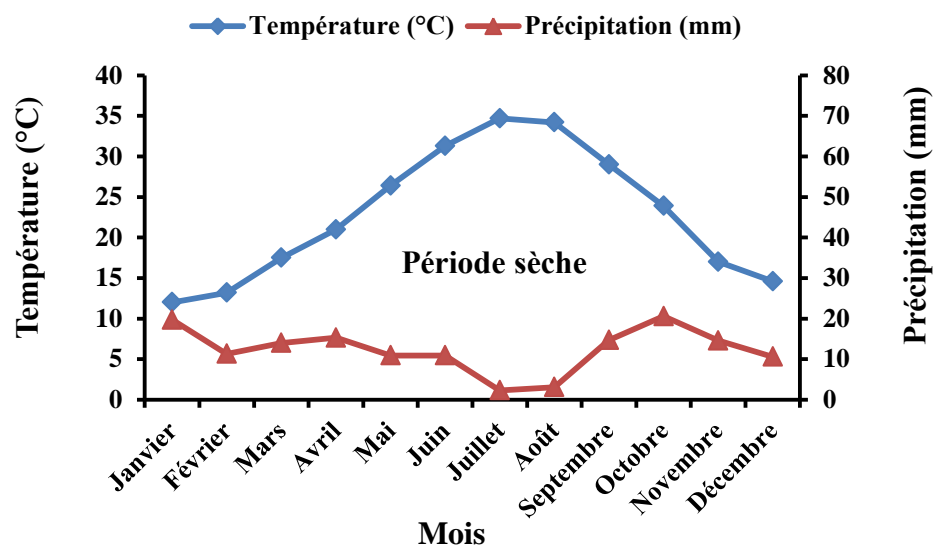


Figure 8: Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gausсен dans la station d'ITDAS durant 26 ans.

3.6.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Emberger a construit un climagramme avec le Q_2 en ordonnées et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) en abscisse. En générale, pour l'Algérie on utilise la formule simplifiée par Stewart (1969) : $Q_2 = 3,43 \times P / M - m$

Où : P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

$M - m$: Amplitude thermique ($^{\circ}C$).

D'après les données du tableau 2, $Q_2 = 15,01$. Donc, notre station d'étude est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud (Fig. 9).

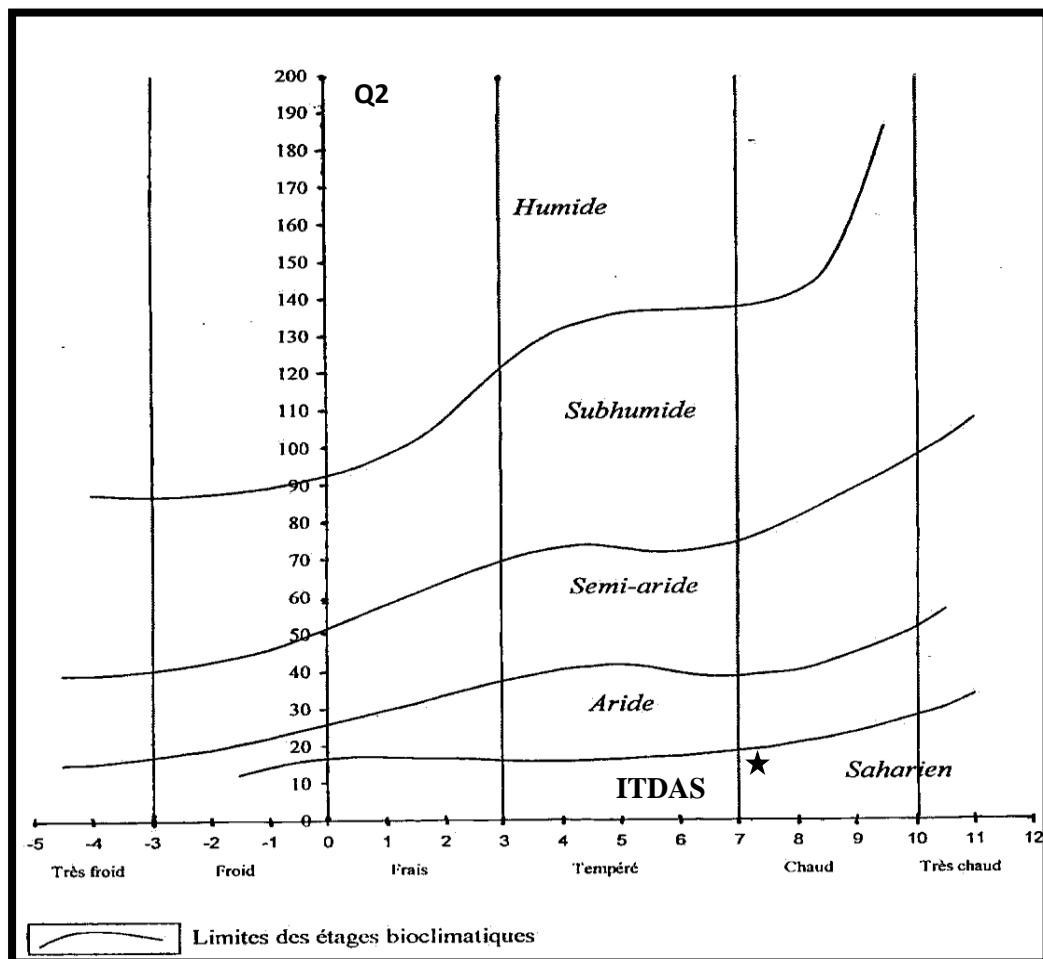


Figure 9: Localisation de la station d'ITDAS sur le climagramme d'Emberger à partir de 1989 jusqu'à 2015.

4. Matériel et méthodes

4.1. Description et choix de la parcelle d'étude

La parcelle d'étude, est constituée de 104 palmiers, de variété Deglet Nour uniquement, âgées de 25 ans, plantés en quinconce à distance de 9 m x 9 m (Fig. 10). Des cultures maraîchères sont pratiquées à l'intérieur de la palmeraie sont représenté par : sesbania, luzerne et orge. Les insecticides contre la cochenille blanche ne sont pas utilisés dans cette station (ITDAS, 2018).

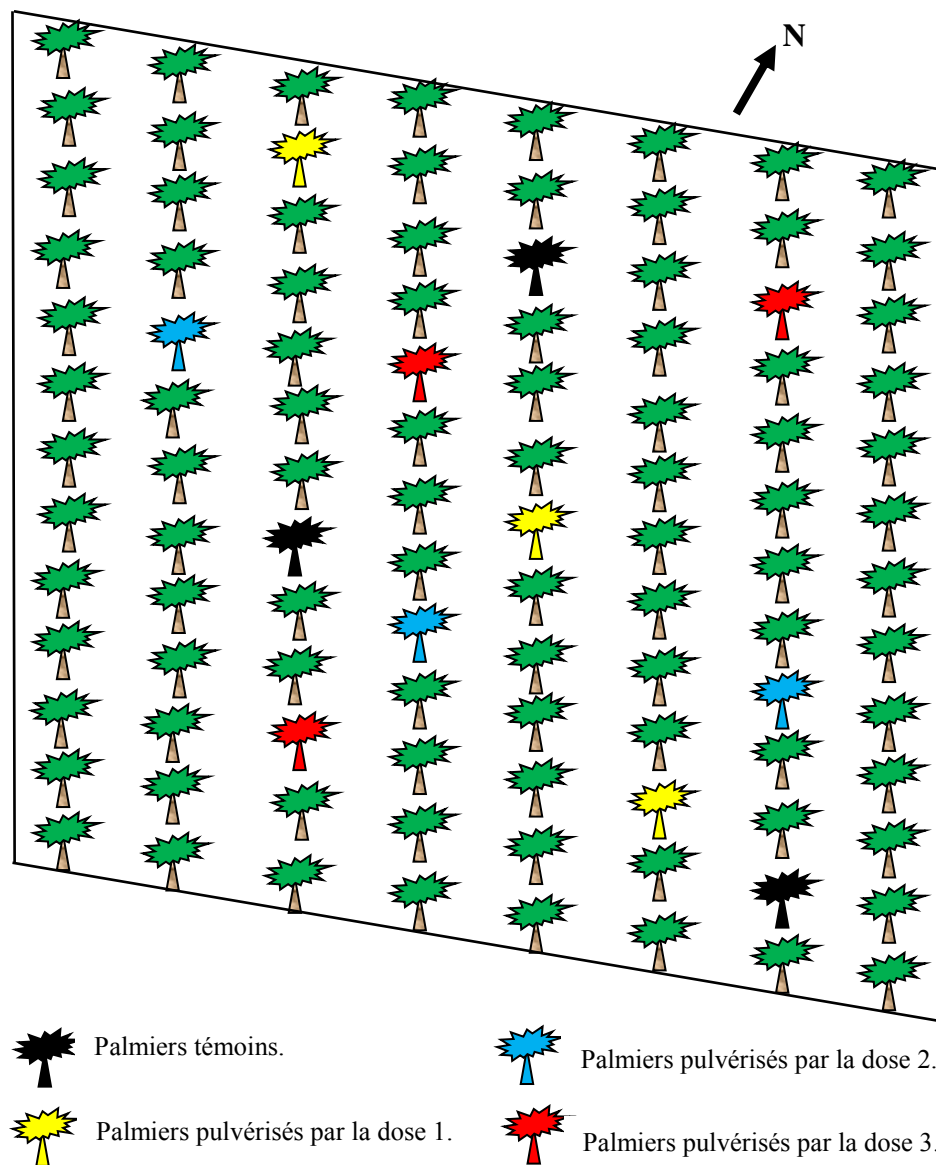


Figure 10: La parcelle d'étude et la position des palmiers choisies.

4.2. Produit utilisé

Le Spirotetramate 150 OD² est un insecticide dispersable dans l'huile, utilisé contre les insectes piqueurs-suceurs ravageurs des plantes cultivées (Hubner, 2008). Il appartient à la famille des acides tétramique (Kétoénole), et agit par l'inhibition de la biosynthèse des lipides (IBL) qui ont un effet sur le développement des stades larvaires et sur la fécondité des femelles adultes (Nauen *et al.*, 2008). C'est un produit systémique (Bell *et al.*, 2008), ayant une mobilité à la fois du phloème et du xylème de la plante (Mohapatra *et al.*, 2012 a et b). Selon Kühnhold *et al.*, (2008), le Spirotetramate (Movento®) est considéré comme un régulateur de croissance des insectes (IGR). Il inhibe l'acétyl-CoA carboxylase, une enzyme clé de la biosynthèse des lipides et entraîne une diminution des taux de lipides chez les insectes (Lümmen *et al.*, 2014).

Le Spirotetramate classé parmi les produits peu dangereux, il a été testé dans une vaste gamme d'études sur la génotoxicité. Des résultats négatifs ont été trouvés dans des études in vivo et in vitro. Le Spirotetramate a une faible toxicité aiguë: les DL₅₀ par voie orale et cutanée chez les rats étaient > 2000 mg/ kg et la CL₅₀ par inhalation était > 4,18 mg/L d'air (Tong-Sang, 2010). D'après Singh *et al.*, (2016), le Spirotetramate ne sont pas nuisibles aux ennemis naturels et peuvent être adoptés dans les programmes de lutte intégrée. Sa formule chimique est (Fig. 11): C₂₁H₂₇NO₅ (Bayer CropScience, 2008).

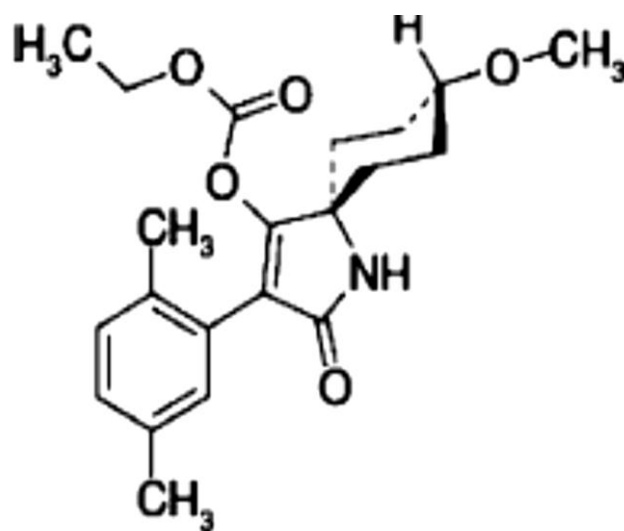


Figure 11: La structure chimique de Spirotetramate (Zhu *et al.*, 2013).

² Oil Dispersion.

4.3. Méthodologie de travail

4.3.1. Traitement par le Spirotetramate

L'étude de l'effet de Spirotetramate sur la reproduction du *P.blanchardi* a été réalisée par l'application foliaire de trois doses : $D_1= 450$ ppm, $D_2= 900$ ppm et $D_3= 1800$ ppm. Ces doses ont été déterminées et choisies à partir; des tests préliminaires, la fiche technique de l'insecticide et selon les résultats de Belkhiri (2010). La pulvérisation foliaire a été appliquée le 02 février 2012. Belkhiri (2010), montre que l'application du traitement contre la cochenille blanche est pratiquée au mois de février pendant la fin de l'hivernation et avant le début de la ponte printanière qui est numériquement la plus importante. Le Spirotetramate ne pas appliquer durant la période de la floraison pour protéger les abeilles et les insectes pollinisateurs (Mortureux, 2011). Selon Muneer *et al.*, (2014), la pulvérisation foliaire est la méthode la plus efficace par rapport à la méthode d'injection dans le sol avec l'eau d'irrigation. Aussi d'après Belien *et al.*, (2013), une seule application de Spirotetramate est suffisante pour donner des bons résultats.

4.3.2. Echantillonnage des folioles

La méthode consiste à un échantillonnage aléatoire et périodique (Vasseur et Schvester, 1957). Le travail est réalisé sur douze palmiers de Deglet Nour. Selon Messak *et al.*, (2008), la variété Deglet Nour est la datte la plus coûteuse et la plus demandée aussi bien sur le marché intérieur qu'international, grâce à sa qualité très appréciée. La dynamique des populations de *P.blanchardi* est suivie sur trois palmiers durant deux années successives 2012 et 2013 (105 sorties). Concernant la méthode de lutte, elle est réalisé sur neuf palmiers ont été pris en considération. On a pulvérisé trois palmiers pour chaque dose que l'on a suivi durant une année à partir du mois de janvier 2012 jusqu'à le mois de décembre 2012 (53 sorties) (Fig. 10). Nous prélevons chaque semaine quatre folioles dans les quatre orientations cardinales (nord, sud, est et ouest) de la couronne extérieure qui est la plus infestée (Iperti, 1987). Chaque foliole est placée dans un sachet en papier Kraft sur lesquelles sont mentionnées le numéro du palmier et l'orientation du palme. Le nombre total des folioles échantillonnées est de 3168 folioles.

Au laboratoire, on compte les œufs pondus, les larves et les adultes vivants sous une loupe binoculaire à un grossissement x40. Sur chaque foliole, le comptage s'effectue sur une surface d'un cm² par foliole (Madkouri, 1973). La lecture est réalisée sur la face supérieure de la foliole qui est la plus infestée par rapport à la face inférieure (Bakry *et al.*, 2015 a; Saighi *et al.*, 2015).

4.4. Analyse statistique

Les différents taux calculés subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss (Fischer et Yates, 1975). Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification, le calcul de la plus petite différence significative (p.p.d.s) permet le classement et la comparaison des différentes moyennes. Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme Stat View. La mortalité est corrigée par la formule d'Henderson et Tilton (1955):

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = \left(1 - \left(\frac{N \text{ dans Co avant traitement} \times N \text{ dans T après traitement}}{N \text{ dans Co après traitement} \times N \text{ dans T avant le traitement}}\right)\right) \times 100$$

Où: N = Nombre d'individu vivant.

Co = Témoin.

T = traitée.

Chapitre 3 :

Résultats

1. Ecologie de la cochenille

1.1. Dynamique globale des populations

Au cours des deux années d'étude 2012 et 2013 et durant chaque année, nous avons enregistré deux sommets de population de la cochenille ; le premier est enregistré au cours du mois d'avril et le deuxième durant le mois d'octobre avec respectivement 1633 et 944 individus pour l'année 2012 (température moyenne : avril 21,3°C ; octobre 25,1°C) et avec respectivement 1627 et 890 individus vivants en 2013 (température moyenne : avril 22,1°C ; octobre 26,3°C). Toutefois, on a remarqué que l'activité de la cochenille a commencé dès le mois de mars où la température moyenne était supérieure à 17°C pour l'année 2012 et à 18°C pour l'année 2013. De plus, nous avons remarqué que cette activité s'échelonne jusqu'au mois de mai pour les deux années, où les températures moyennes affichaient respectivement 26°C et 25°C. Par la suite, on a noté une diminution remarquable des populations de la cochenille pendant les mois de juin, juillet, août et septembre où les températures moyennes sont comprises entre 29°C et 36°C. Cette régression de la population a été observée aussi du mois de novembre jusqu'au mois de février où les températures moyennes sont inférieures à 17°C (Fig. 12).

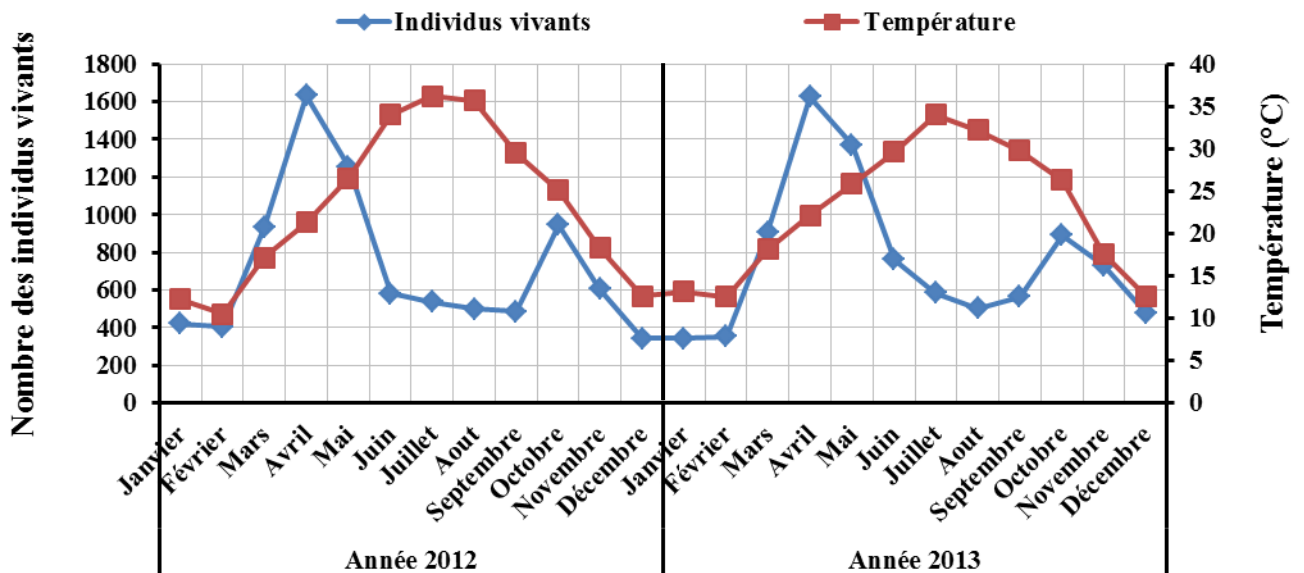


Figure 12: Fluctuation de la population globale de *P. blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.2. Dynamique des populations des différents stades

1.2.1. Fluctuation des œufs

Durant la période de notre expérimentation, on a noté l'absence totale des œufs pendant les mois de décembre janvier, février et mars où les températures étaient inférieures à 17°C. Le déclenchement de la ponte a été enregistré le 2 avril pour l'année 2012 (température moyenne 21,3°C) et le 8 avril pour l'année 2013 (température moyenne 22,1°C) où l'on a noté 995 et 800 œufs respectivement pour les deux années. La ponte est échelonnée jusqu'à la dernière semaine du mois de novembre (18,3°C en 2012 et 17,6°C en 2013), avec une diminution remarquable pendant la saison estivale où la température est inférieure à 36,2°C et 34°C pour l'année 2012 et 2013 respectivement. On note aussi une deuxième période de ponte au mois d'octobre avec 416 œufs en 2012 et 349 œufs en 2013 (Fig. 13).

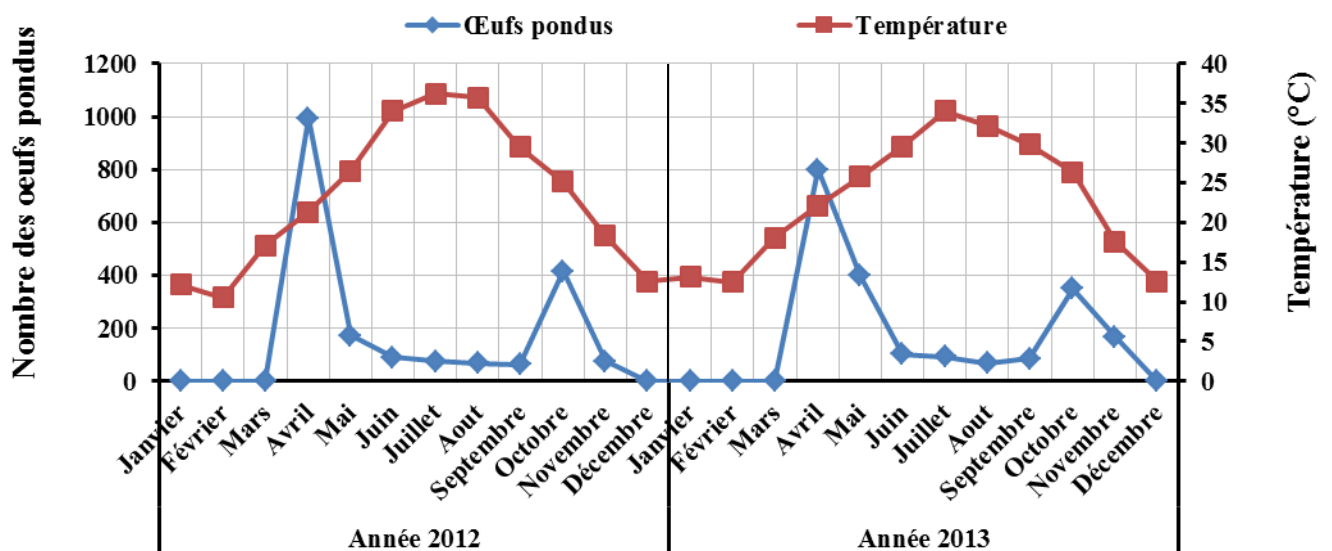


Figure 13: Fluctuation des œufs pondus de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.2.2. Fluctuation des larves du 1^{er} stade

Les résultats des relevés hebdomadaires pour les larves du 1^{er} stade (L_1) de *P.blanchardi* durant les années 2012 et 2013 ont montré la présence de deux sommets de populations maximales (Fig. 14). Le premier est noté au cours du mois de mai avec respectivement 449 larves (en 2012) et 347 larves (en 2013). Le deuxième sommet est observé durant le mois de novembre avec 196 larves (en 2012) et 138 larves (en 2013). Les

températures moyennes enregistrées pendant le mois de mai et de novembre étaient égales à 26,5°C et 18,3°C respectivement pour l'année 2012. Durant l'année 2013 la température moyenne est égale à 25,8°C au mois de mai et 17,6°C au mois de novembre.

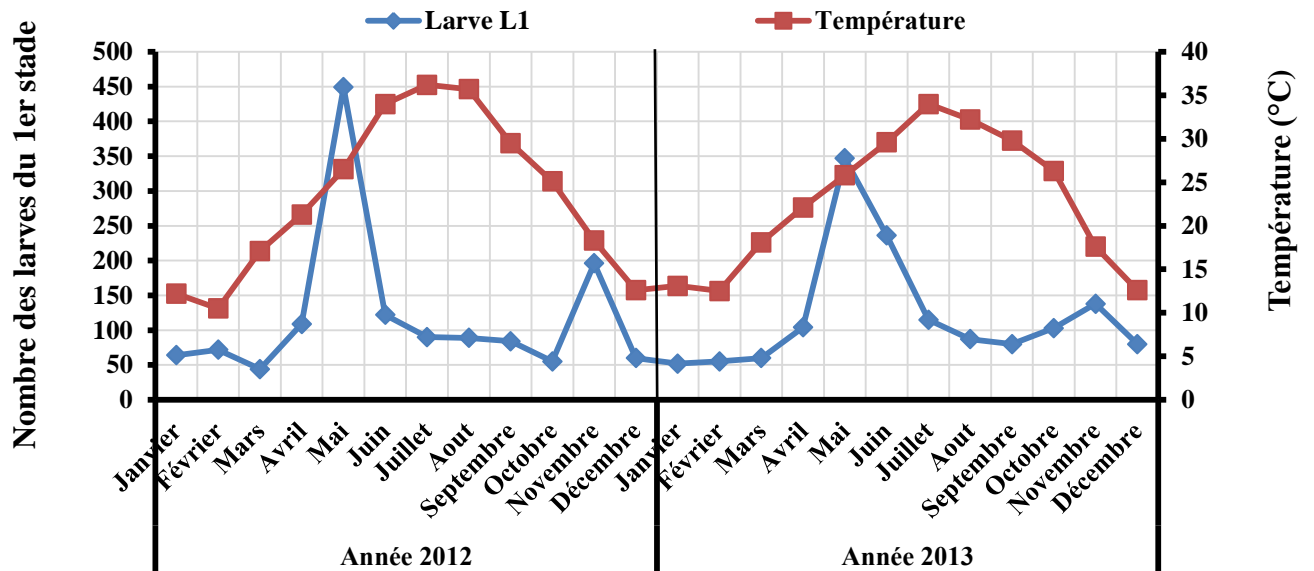


Figure 14: Fluctuation des larves du 1^{er} stade de *P. blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.2.3. Fluctuation des larves du 2^{ème} stade

Durant les années 2012 et 2013, la fluctuation des larves du 2^{ème} stade (mâles et femelles) a montré la présence de deux pics (Fig. 15). Le premier pic été enregistré au cours du mois de mai avec 379 larves en 2012 et 303 larves en 2013. Le deuxième sommet est noté durant le mois de novembre avec respectivement 128 et 135 larves pour les années 2012 et 2013. Les températures moyennes enregistrées à cette date étaient comprises entre 25,8°C et 26,5°C au cours du de mois de mai et entre 17,6 et 18,3 °C au mois de novembre.

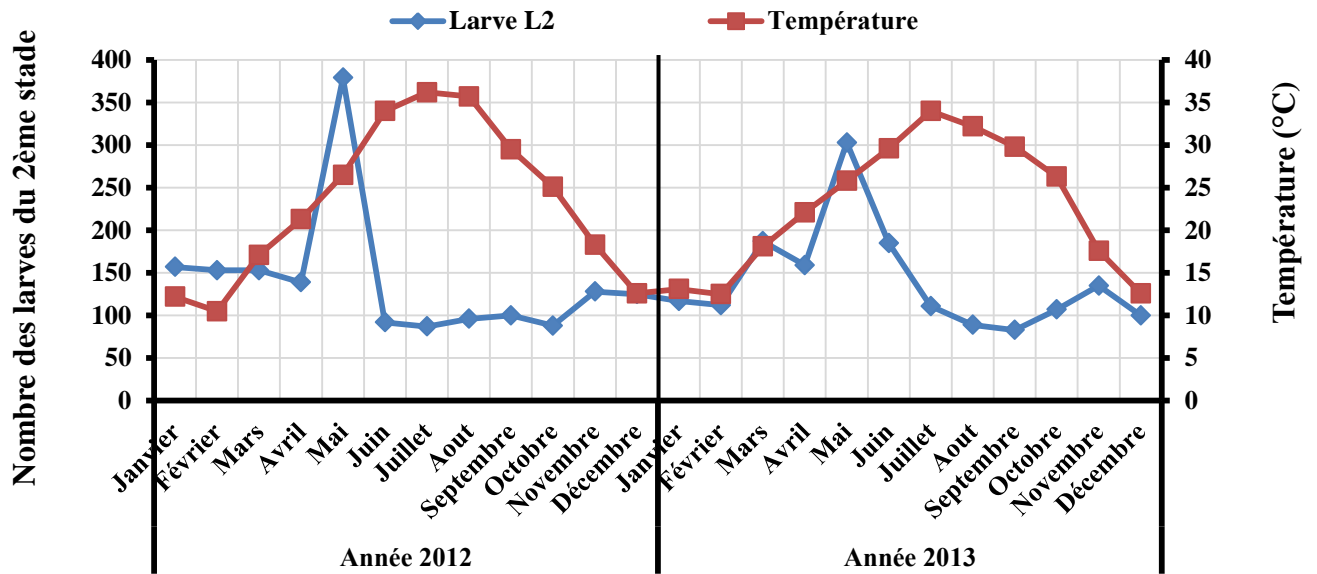


Figure 15: Fluctuation des larves du 2^{ème} de *P.blanchardi* stade sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.2.4. Fluctuation des stades nymphaux

A la lumière des résultats reportés sur la figure 16, nous remarquons la présence de trois pics pour l'évolution des stades nymphaux (pronymphes et nymphes) pendant les années 2012 et 2013. Le premier est observé au cours du mois d'avril avec 57 individus pour l'année 2012 (température moyenne : 21,3°C) et 73 individus pour l'année 2013 (température moyenne : 22,1°C). Le deuxième sommet de population est enregistré durant le mois de juillet avec respectivement 47 et 62 individus pour les années 2012 et 2013 (température moyenne : 36,2 et 34°C). Le troisième pic été enregistré au mois de novembre avec 34 et 41 individus pour respectivement 2012 (18,3 °C) et 2013 (17,6°C).

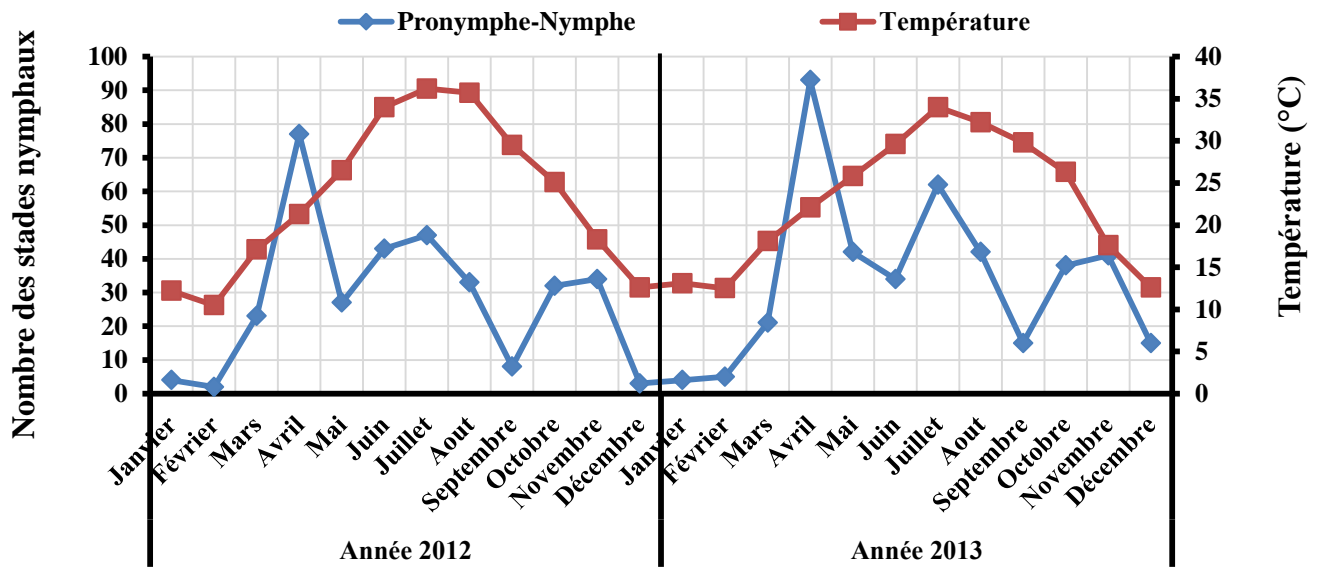


Figure 16: Fluctuation des stades nymphaux du *P. blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.2.5. Fluctuation des femelles

La lecture de l'évolution des femelles adultes de *P. blanchardi* durant l'année 2012 et 2013, montre la présence de deux pics par an (Fig. 17). Le premier est observé au cours du mois de mars avec 676 individus où la température moyenne avoisinait 17,1°C et 596 individus à 18,1°C pour respectivement l'année 2012 et 2013. Le deuxième pic est enregistré durant le mois d'octobre pour les années 2012 et 2013 avec respectivement 320 femelles où la température avoisinait 25,1°C et 282 femelles à 26,3°C.

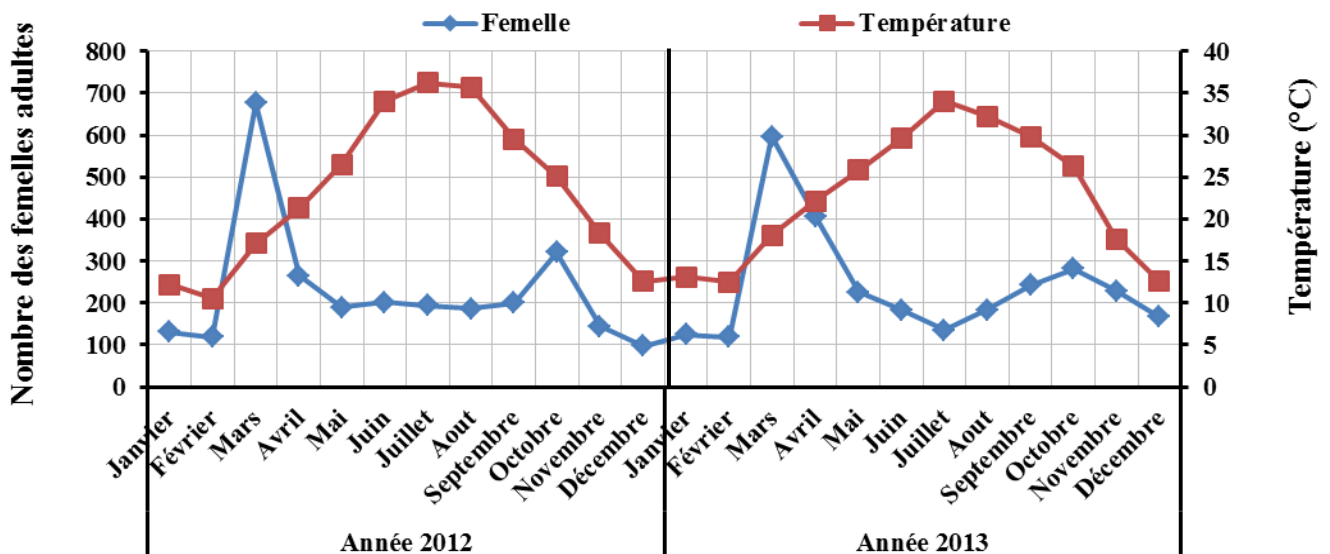


Figure 17: Fluctuation des femelles du *P. blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

Conclusion

L'activité des populations de la cochenille a débuté dès le mois de mars où la température moyenne est supérieure à 17°C pour l'année 2012 et à 18°C pour l'année 2013. Alors, dans notre site d'étude le zéro de développement de *P.blanchardi* est probablement égal à 17°C. L'évolution des populations de *P.blanchardi*, montre la présence de deux fortes périodes d'activité : la première au cours du mois d'avril et la deuxième au cours du mois d'octobre pour chaque année, où les températures étaient comprises entre 21°C et 22 °C au mois d'avril et entre 25°C et 26°C au mois d'octobre. Tous les stades de développement de la cochenille (les œufs, les larves du 1^{er} et 2^{ème} stade et les femelles adulte) sont représentés par deux pics d'évolution à l'exception du stade nymphaux a été représenté par trois pics d'évolution.

1.3. Importance numérique selon les stades de développement

L'importance numérique des différents stades de développement de *P.blanchardi* montre que les femelles adultes sont le stade le plus important avec 2724 et 2895 individus respectivement pour l'année 2012 et 2013. Elles sont suivie par les stades larvaires L₂ et L₁ avec respectivement 1731 larves L₂ en 2012 ; 1735 larves L₂ en 2013 et 1434 larves L₁ en 2012 ; 1457 larves L₁ en 2013. Notons également que les stades mâles (pronymphes-nymphes et mâle adulte) sont les moins abondants dans les populations de la cochenille (Fig. 18).

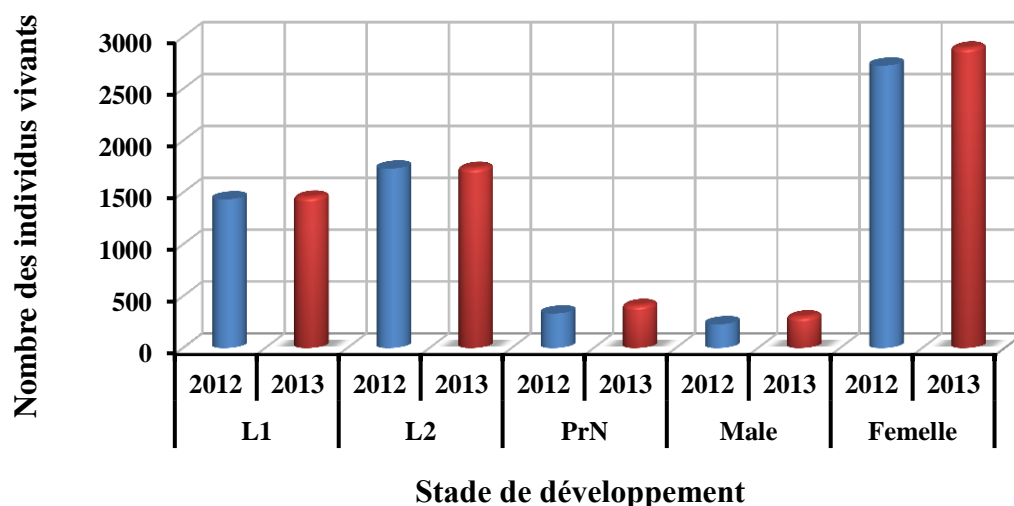


Figure 18: Distribution selon les stades de développement de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

Les résultats regroupés dans le tableau 3, montrent une différence très hautement significative pour l'année 2012 ($p=0,0001$) et pour l'année 2013 ($p=0,0013$). Le groupe a est représenté par le stade femelle, le groupe b par les stades larvaires (L_1 , L_2) et le groupe c représenté par les stades mâles (pronymphes-nymphes et mâle adulte).

Tableau 3: Résultats de l'analyse statistique de l'abondance des stades de développement de *P.blanchardi* durant l'année 2012 et 2013.

	2012		2013	
	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
Femelle	681,000 ± 88,803 a	0,0001	550,750 ± 309,087 a	0,0013
L2	432,750 ± 36,124 b		473,500 ± 94,691 b	
L1	358,500 ± 25,528 b		395,750 ± 80,421 b	
PrN	83,250 ± 31,160 c		127,750 ± 70,840 c	
Mâle	54,750 ± 40,352 c		68,250 ± 26,550 c	

1.4. Distribution saisonnière

La figure 19, montre que la plus grande proportion des populations de la cochenille est notée durant la saison printanière avec un 4490 et 4557 individus respectivement pour l'année 2012 et 2013. Suivie par la saison automnale avec 2674 individus pour l'année 2012 et 2711 individus pour l'année 2013. Par contre, le plus faible effectif de la cochenille est enregistré durant la saison estivale et hivernale.

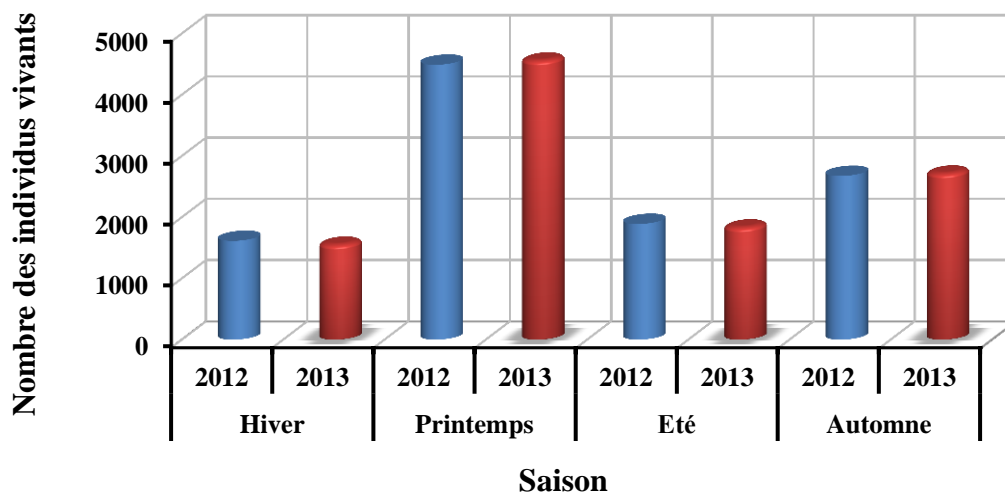


Figure 19: Distribution saisonnière de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

Les analyses statistiques appliquées aux résultats de la distribution saisonnière des individus de la cochenille, confirment la présence d'une différence hautement significative ($p=0,0001$) entre les quatre groupes homogènes (a, bc, cd et d) (Tab. 4).

Tableau 4: Résultats de l'analyse statistique de la distribution saisonnière de *P.blanchardi* durant les années 2012 et 2013.

	2012		2013	
	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
Printemps	954,750 ± 105,853 a	0,0001	1022,750 ± 29,971 a	0,0001
Automne	508,500 ± 90,699 bc		538,750 ± 30,224 bc	
Eté	403,750 ± 105,812 cd		415,250 ± 91,842 cd	
Hiver	292,000 ± 57,833 d		301,500 ± 30,260 d	

On a noté aussi que durant la saison hivernale où les températures moyennes enregistrées sont comprises entre 10,5 à 12,6 °C pour l'année 2012 et 12,5 à 13,1°C pour l'année 2013 ; la population de *P.blanchardi* est prédominée par les femelles adultes, suivie par les larves de deuxième stade mâle et femelle avec respectivement 48,81%, 14,82% et 13,68% en 2012 ; 48,37%, 13,64% et 13,40% en 2013.

1.5. Distribution cardinale

Les palmes des quatre orientations cardinales sont toutes colonisées par les différents stades de *P.blanchardi*. Les résultats mentionnés dans la figure 20, montrent que le nombre des individus de la cochenille blanche est plus élevé dans l'orientation nord avec 833 et 853 individus pour respectivement 2012 et 2013 suivie par l'orientation ouest. Alors qu'il est faible dans les orientations est et sud.

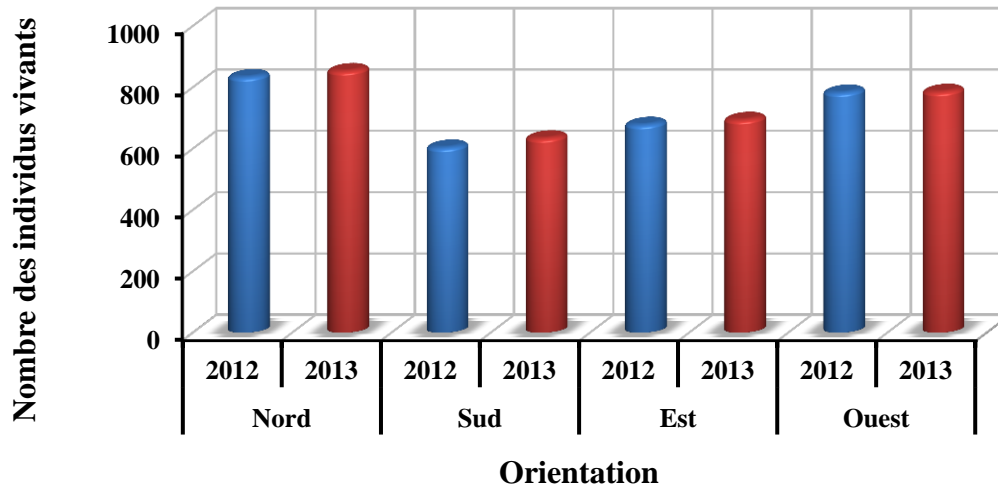


Figure 20: Nombre des individus vivants de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra selon les orientations cardinales durant l'année 2012 et 2013.

Les résultats des traitements statistiques calculés pour le nombre total des individus vivants dans les quatre orientations cardinales, montrent une différence non significative entre les quatre orientations ($p=0,5319$) en 2012 et en 2013 ($p=0,5408$). Par ailleurs, on remarque aussi, une différence non significative ($p=0,8962$) entre l'année 2012 et 2013.

Conclusion

La cochenille blanche du palmier dattier dans la région de Biskra se développe fortement au printemps et en automne avec une prédominance du stade femelle adulte et des stades larvaires (L_1 , L_2). Le faible nombre d'individus vivants est enregistré pendant la saison estivale (température moyenne supérieure à 29°C) et la saison hivernale (température moyenne inférieure à 17°C). Dans notre station d'étude, l'orientation des palmes n'influe pas sur l'évolution des populations de *P.blanchardi*.

1.6. Etude de la fécondité

1.6.1. Fécondité globale

D'après nos résultats représentés dans la figure 21, on a noté aussi que la fécondité moyenne passe également par deux maxima durant les deux années d'études. Le premier est enregistré au cours du mois d'avril avec 5,62 œufs/femelle pour l'année 2012 et 5,03 œuf/femelle pour l'année 2013. Le deuxième est observé durant le mois d'octobre avec 4,24

et 4,15 œufs/femelle respectivement pour l'année 2012 et 2013. On a remarqué aussi que la fécondité la plus élevée est enregistrée lorsque les températures moyennes sont comprises entre 21,3°C et 22,1°C au cours du mois d'avril et entre 25,1°C et 26,3°C durant le mois d'octobre. Alors que la fécondité s'annule pendant la période où les températures moyennes sont inférieures à 17,1°C.

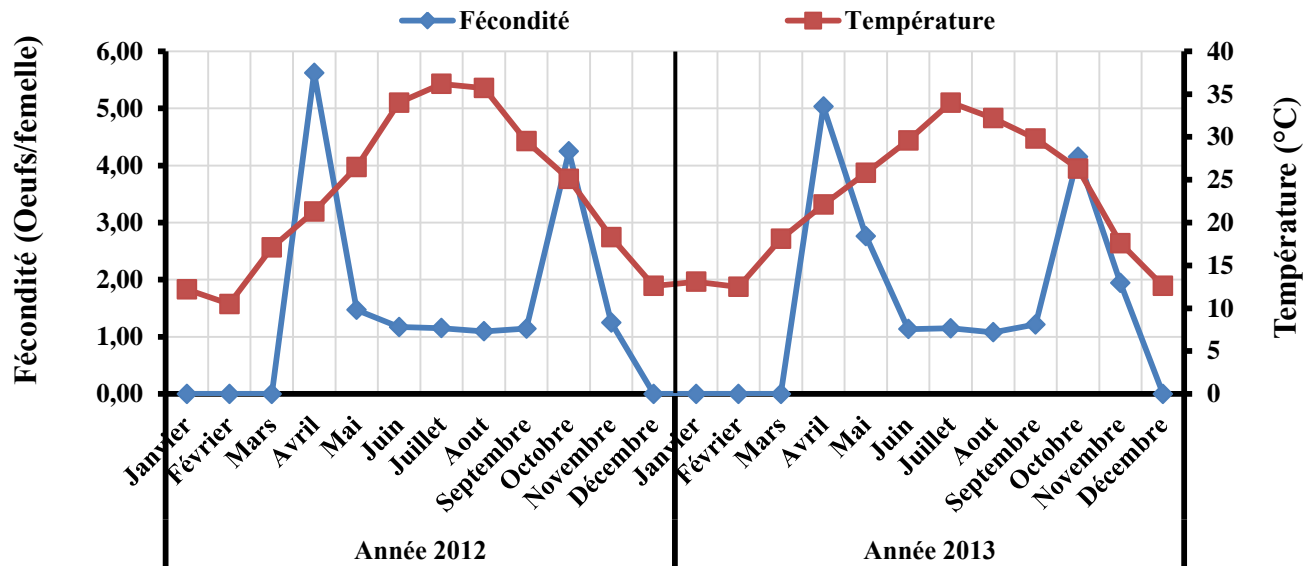


Figure 21: Fluctuation de la fécondité moyenne du *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

1.6.2. Fécondité saisonnière

A la lumière des résultats consignés dans la figure 22, on remarque que la fécondité est plus importante durant la saison printanière avec 3,71 et 3,59 œufs/femelle respectivement pour 2012 et 2013. Elle est suivie par la saison automnale avec 2,41 œufs/femelle pendant l'année 2012 et 2,40 œufs/femelle pendant l'année 2013. Alors que la plus faible fécondité est relevée durant la saison estivale avec 1,14 et 1,15 œufs/femelle respectivement pour 2012 et 2013. Notons que la fécondité est nulle pendant la saison hivernale.

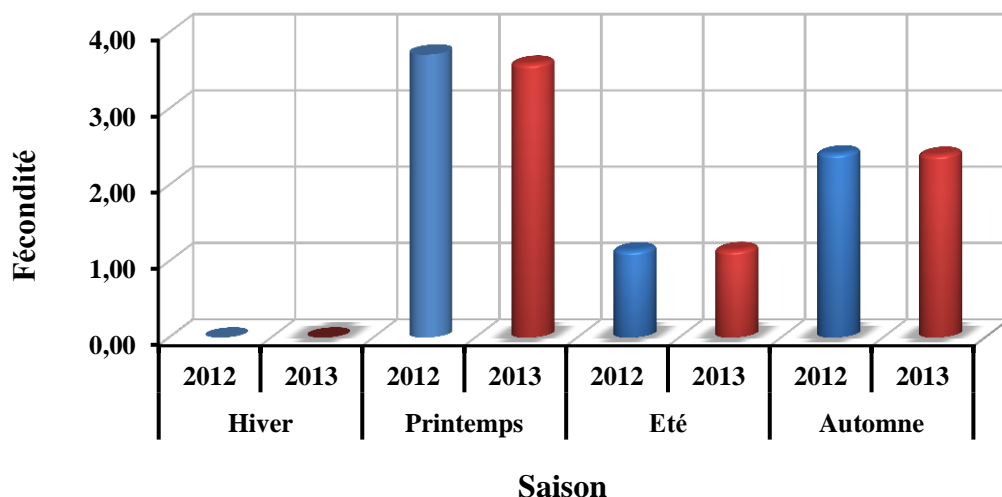


Figure 22: Fécondité saisonnière de *P. blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

Les analyses statistiques appliquées à la fécondité saisonnière montrent une différence hautement significative pour 2012 ($p=0,0004$) et pour 2013 ($p=0,0009$). En effet, la fécondité printanière forme le groupe a, la fécondité automnale, forme le groupe b et la fécondité estivale le groupe c (Tab. 5).

Tableau 5: Résultats de l'analyse statistique de la fécondité saisonnière durant l'année 2012 et 2013.

	2012		2013	
	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
Printemps	3,710 ± 0,599 a	0,0004	3,590 ± 0,684 a	0,0009
Automne	2,415 ± 0,767 b		2,393 ± 0,782 b	
Eté	1,140 ± 0,037 c		1,143 ± 0,038 c	

1.6.3. Fécondité selon les orientations cardinales

Les résultats reportés dans la figure 23, montrent une ressemblance remarquable entre les quatre orientations où la fécondité est comprise entre 2,06 et 2,67 œufs/femelle, avec une légère prédominance pour les orientations nord et ouest pour les deux années d'étude. Aussi, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative de la fécondité dans les quatre orientations cardinales avec $p=0,9531$ en 2012 et $p=0,9340$ en 2013.

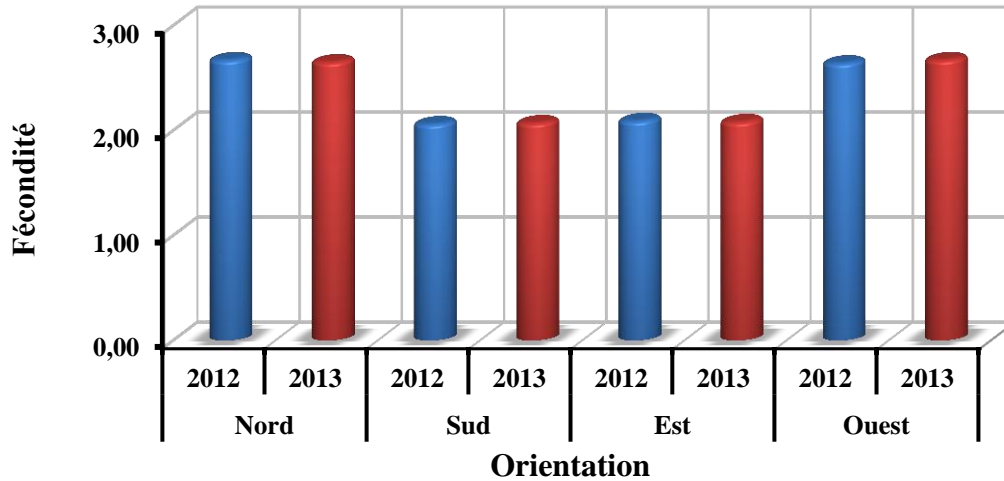


Figure 23: Fécondité de *P.blanchardi* selon les quatre orientations cardinales sur palmier dattier dans la région de Biskra durant l'année 2012 et 2013.

Conclusion

La fécondité la plus importante est notée au cours du mois d'avril et octobre où la température moyenne est comprise entre 21 et 26°C. Aussi, on a constaté que la fécondité printanière est la plus importante soit trois fois plus de la fécondité estivale. Pendant la saison hivernale où les températures moyennes sont inférieures à 17,1°C la fécondité était nulle. Par ailleurs, l'orientation cardinale des palmes n'a pas une influence sur la fécondité des femelles de la cochenille blanche.

2. Effet du Spirotetramate sur les populations de *P.blanchardi*

L'analyse de la variance du nombre des individus vivants (adultes et larves), a montré la présence d'une différence significative entre les palmiers témoins et les palmiers traités par les trois doses utilisées ($D_1= 450$ ppm, $D_2= 900$ ppm et $D_3= 1800$ ppm) (Tab. 6). Cette différence a commencé à partir du mois de février chez les larves et le mois de mars chez les adultes. Elle est restée inchangée jusqu'au mois de décembre (Fig 24 et 25).

Tableau 6: Résultats de l'analyse statistique du nombre des adultes et des larves vivants durant la période d'expérimentation.

		Adultes		Larves	
		Moyennes±Ecart-type	Probabilité	Moyennes±Ecart-type	Probabilité
<i>Février</i>	Témoin	36,500 ± 13,528 a	0,5743	64,750 ± 8,180 a	0,0183
	Dose 1	25,750 ± 5,439 a		29,500 ± 15,046 b	
	Dose 2	29,500 ± 15,478 a		31,750 ± 19,824 b	
	Dose 3	36,250 ± 13,868 a		38,500 ± 12,689 b	
<i>Mars</i>	Témoin	172,000 ± 32,833 a	0,0001	60,500 ± 17,935 a	0,0024
	Dose 1	24,000 ± 8,287 b		24,500 ± 3,786 b	
	Dose 2	30,000 ± 4,646 b		28,500 ± 4,435 b	
	Dose 3	30,250 ± 5,831 b		28,750 ± 12,633 b	
<i>Avril</i>	Témoin	73,750 ± 27,134 a	0,0112	85,750 ± 31,574 a	0,0223
	Dose 1	35,250 ± 13,178 b		44,250 ± 10,436 b	
	Dose 2	36,250 ± 4,573 b		47,750 ± 12,816 b	
	Dose 3	36,500 ± 7,762 b		49,250 ± 5,679 b	
<i>Mai</i>	Témoin	51,500 ± 11,091 a	0,0034	219,500 ± 19,209 a	0,0001
	Dose 1	19,750 ± 8,539 b		20,500 ± 10,145 b	
	Dose 2	23,000 ± 7,932 b		30,250 ± 11,902 b	
	Dose 3	29,250 ± 12,247 b		36,750 ± 10,813 b	
<i>Juin</i>	Témoin	53,500 ± 15,716 a	0,0005	69,250 ± 21,093 a	0,0003
	Dose 1	17,250 ± 5,560 b		18,750 ± 9,469 b	
	Dose 2	18,750 ± 7,848 b		27,750 ± 3,500 b	
	Dose 3	22,500 ± 5,196 b		30,500 ± 5,679 b	
<i>Juillet</i>	Témoin	53,250 ± 18,145 a	0,0023	62,000 ± 19,218 a	0,0009
	Dose 1	16,500 ± 9,465 b		18,000 ± 9,605 b	
	Dose 2	18,250 ± 8,963 b		25,250 ± 9,129 b	
	Dose 3	21,250 ± 6,946 b		29,750 ± 0,957 b	
<i>Août</i>	Témoin	49,500 ± 10,116 a	0,0001	57,750 ± 18,337 a	0,0168
	Dose 1	16,750 ± 2,872 b		20,500 ± 15,756 b	
	Dose 2	17,000 ± 7,746 b		24,500 ± 16,941 b	
	Dose 3	19,750 ± 5,852 b		25,750 ± 7,895 b	
<i>Septembre</i>	Témoin	50,000 ± 6,928 a	0,0001	55,000 ± 14,376 a	0,0021
	Dose 1	8,250 ± 1,258 b		20,750 ± 11,489 b	
	Dose 2	11,250 ± 4,787 b		21,000 ± 9,946 b	
	Dose 3	15,750 ± 7,500 b		22,000 ± 8,327 b	
<i>Octobre</i>	Témoin	86,000 ± 26,242 a	0,0001	46,000 ± 19,270 a	0,0495
	Dose 1	15,500 ± 11,121 b		21,750 ± 9,912 b	
	Dose 2	20,500 ± 2,646 b		23,750 ± 4,992 b	
	Dose 3	22,500 ± 4,203 b		31,000 ± 8,165 b	
<i>Novembre</i>	Témoin	38,250 ± 16,174 a	0,0035	94,500 ± 3,317 a	0,0001
	Dose 1	5,750 ± 9,777 b		22,750 ± 16,378 b	
	Dose 2	16,750 ± 2,062 b		30,750 ± 8,846 b	
	Dose 3	20,250 ± 2,630 b		43,000 ± 12,517 b	
<i>Décembre</i>	Témoin	30,500 ± 8,888 a	0,0025	54,750 ± 17,557 a	0,0007
	Dose 1	8,750 ± 9,815 b		18,500 ± 5,196 b	
	Dose 2	10,250 ± 2,500 b		23,500 ± 1,291 b	
	Dose 3	12,500 ± 2,872 b		30,500 ± 3,512 b	

La figure 24, représente l'évolution des adultes vivants de la cochenille blanche durant l'année d'étude. Les résultats révèlent que le nombre des adultes vivants sur les palmiers traités par les trois doses de Spirotetramate est toujours plus faible que chez les palmiers témoins. Cette différence est apparue 45 jours après traitement et elle s'est échelonnée jusqu'au le mois de décembre.

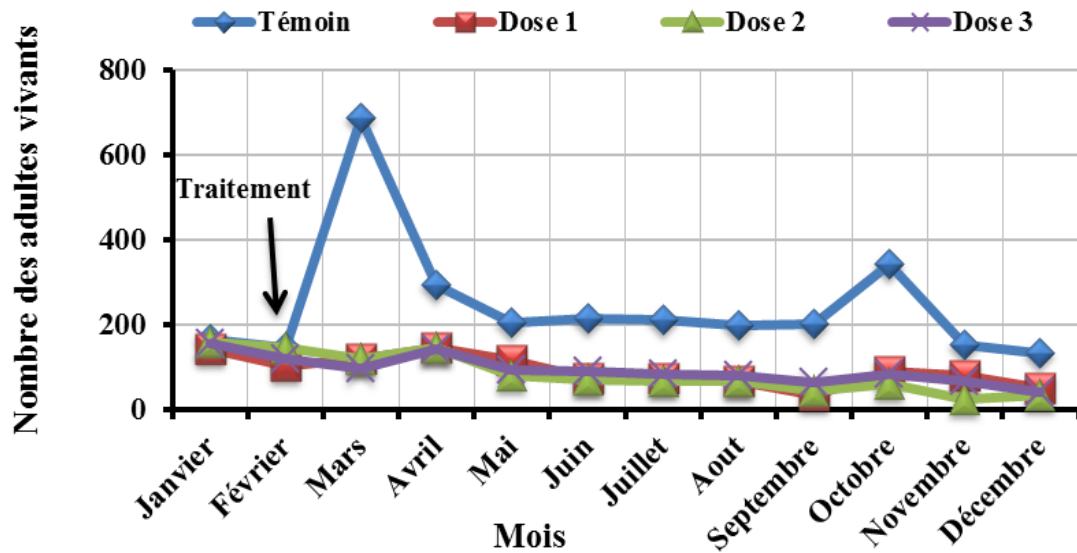


Figure 24: Evolution des adultes vivants dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation dans la région de Biskra.

Chez les larves, nous avons constaté aussi une différence remarquable entre le nombre des larves vivantes sur les palmiers témoins et les palmiers traités. Cette dissemblance a débuté après 15 jours du traitement pour s'étaler jusqu'au mois de décembre (Fig. 25).

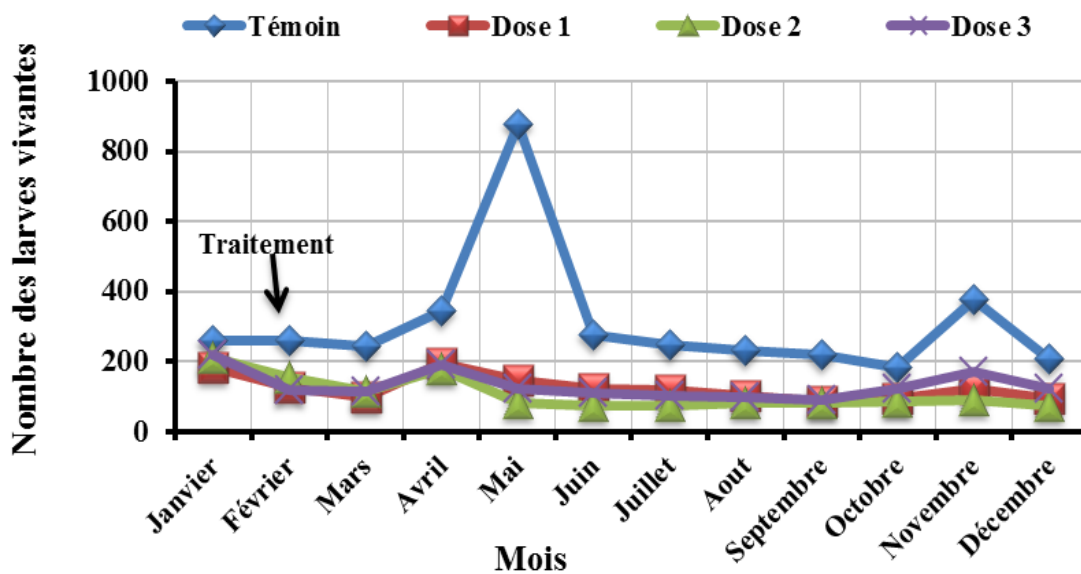


Figure 25: Evolution des larves vivantes dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation dans la région de Biskra.

2.1. Etude de la mortalité des adultes

On a remarqué qu'à partir du 45^{ème} jour après traitement, les effectifs des adultes de *P.blanchardi* diminuent progressivement et s'échelonnent jusqu'au 90^{ème} jour après l'application du Spirotetramate soit environ 3 mois (Fig. 26). La mortalité corrigée la plus élevée pour les trois doses a été enregistrée au 90^{ème} jour (450 ppm: 54,20 %; 900 ppm: 60,90% et 1800 ppm: 63,96%).

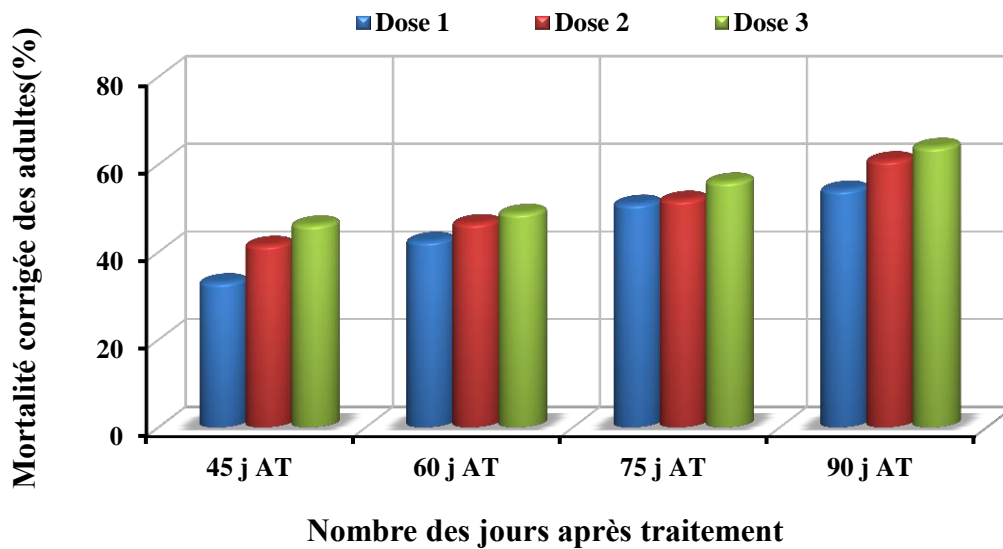


Figure 26: Evolution de la mortalité corrigée calculée chez les adultes de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra (AT : après traitement).

Les résultats des analyses statistiques regroupés dans le tableau 7, montrent que pour chaque dose, il n'y a pas de différence significative entre les mortalités corrigées des différents temps létaux (Dose 1: $p=0,092$; Dose 2: $p=0,165$ et Dose 3: $p=0,274$).

Tableau 7: Résultats de l'analyse statistique du taux de la mortalité corrigée des adultes de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra (AT : après traitement).

	Dose 1		Dose 2		Dose 3	
	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
45 j AT	21,852 ± 17,700 a	0,092	33,803 ± 3,526 a	0,165	44,575 ± 3,766 a	0,274
60 j AT	37,572 ± 14,658 a		38,450 ± 5,270 a		46,725 ± 2,614 a	
75 j AT	40,800 ± 15,031 a		44,305 ± 5,027 a		47,305 ± 2,942 a	
90 j AT	48,998 ± 16,399 a		48,505 ± 4,247 a		52,377 ± 5,900 a	

2.2. Etude de la mortalité des larves

La mortalité de la cochenille blanche sur les palmiers traités a été observée qu'à partir du 15^{ème} jour après traitement (Fig. 27). Nous avons remarqué aussi que le Spirotetramate a provoqué une diminution remarquable des larves où la mortalité augmente graduellement jusqu'à 90 jours, où les mortalités corrigée calculées sont les plus élevées pour les doses 450ppm, 900 ppm et 1800 ppm avec respectivement 84,78 %, 88,00 % et 89,67 %.

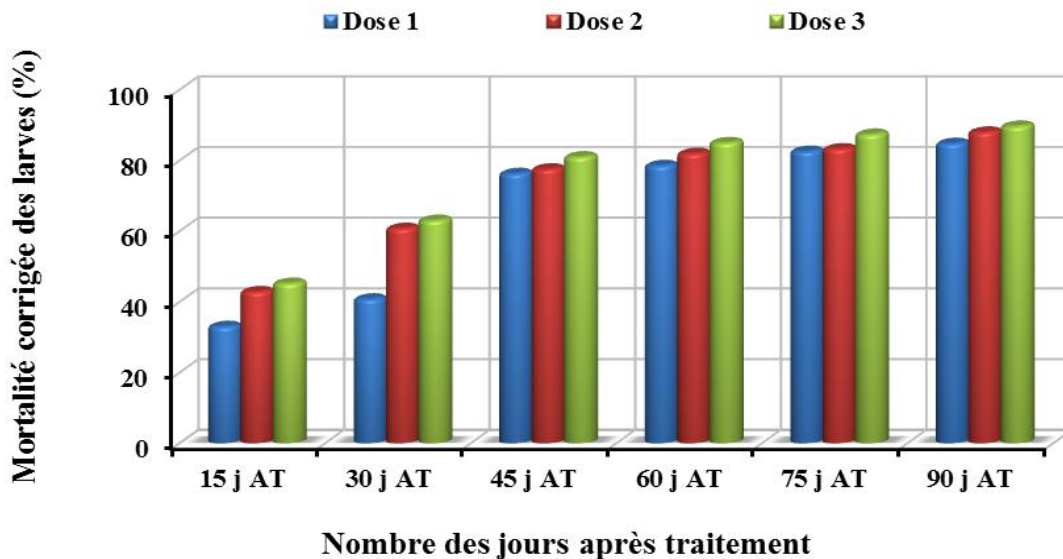


Figure 27: Evolution de la mortalité corrigée calculée chez les larves de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra (AT : après traitement).

Les résultats de l'analyse statistique par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, montrent la présence d'une différence significative entre les mortalités corrigées des différents temps létaux, entre les trois doses; D₁, D₂ et D₃ avec respectivement p=0,0001; p=0,002 et p=0,0001 (Tab. 8).

Tableau 8: Résultats de l'analyse statistique du taux de la mortalité corrigée des larves de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra (AT : après traitement).

	Dose 1		Dose 2		Dose 3	
	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
15 j AT	41,985 ± 1,584 a	0,0001	41,160 ± 15,118 a	0,002	36,070 ± 3,530 a	0,0001
30 j AT	51,070 ± 1,837 ab		46,075 ± 12,722 ab		36,513 ± 3,885 a	
45 j AT	60,488 ± 6,759 bc		62,160 ± 5,870 bc		59,595 ± 6,354 b	
60 j AT	61,350 ± 6,836 bc		62,995 ± 5,338 bc		65,240 ± 8,456 b	
75 j AT	64,058 ± 6,960 c		64,405 ± 4,799 bc		67,998 ± 3,588 b	
90 j AT	65,980 ± 7,003 c		68,958 ± 2,513 c		70,485 ± 2,218 b	

Pour les larves, l'étude toxicologique de Spirotetramate mentionné dans le tableau 9, montre qu'il y a une corrélation significative entre la dose de Spirotetramate et le temps de la mortalité avec $R^2=0,9920$ et $p=0,0023$ pour la dose 1, $R^2=0,9759$ et $p=0,0002$ pour la dose 2 et $R^2=0,8866$; $p=0,0050$ pour la dose 3.

Tableau 9: Paramètres toxicologiques pour les trois doses de Spirotetramate chez les larves de *P.blanchardi* sur palmier dattier dans la région de Biskra.

	Droite de régression	R²	P	TL₅₀	Slope	Limite inférieur	Limite supérieur
Dose 1	$Y = 2,459X+1,519$	0,8866	0,0023	26,04	2,54	22,10	30,68
Dose 2	$Y = 1,494X+3,152$	0,9220	0,0002	17,26	4,63	14,10	21,12
Dose 3	$Y = 1,302X+3,583$	0,9759	0,0050	12,26	5,81	9,54	15,74

Les résultats consignés dans le tableau 9, montrent que la durée de la mortalité des larves a diminué de plus en plus que les doses utilisés augmentent. Avec un TL₅₀ égale à 26,04 jours, 17,26 jours et 12,26 jours pour les trois doses respectivement.

Conclusion

L'effet de Spirotetramate est déclenché dès le 15^{ème} jour pour les larves et le 45^{ème} jour pour les adultes et cet effet s'échelonne jusqu'à le 90^{ème} jour après l'application. La mortalité corrigée la plus élevée pour les trois doses est enregistré au 90^{ème} jour pour les larves et les adultes avec respectivement: 84,78 %; 88,00 %; 89,67 % et 54,20 %; 60,90% ; 63,96%.

3. Effet du Spirotetramate sur la reproduction de *P.blanchardi*

Le processus de reproduction de *P. blanchardi* a été réalisé par l'étude de la fécondité, la fertilité et le développement des larves néonates.

3.1. Effet du Spirotetramate sur la fécondité

Le tableau 10, regroupe les résultats des traitements statistiques pour le nombre des femelles pondueuses, le nombre des œufs pondus et la fécondité, durant la période de ponte qui débute au mois d'avril et s'échelonne jusqu'à le mois de novembre.

Tableau 10: Résultats de l'analyse statistique calculé des femelles pondeuses, des œufs pondus et de la fécondité durant la période d'expérimentation.

		Femelle pondeuses		Œufs pondus		Fécondité	
		Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
Avril	Te	44,250 ±11,644 a	0,0010	248,750 ±28,371a	0,0001	5,902 ± 1,586 a	0,0001
	D ₁	15,000 ±11,576 b		20,500 ± 17,059 b		1,288 ± 0,236 b	
	D ₂	15,750 ± 2,217 b		20,250 ± 3,403 b		1,367 ± 0,087 b	
	D ₃	17,500 ± 4,655 b		23,750 ± 4,924 b		1,380 ± 0,208 b	
Mai	T	29,250 ± 4,992 a	0,0035	43,000 ± 10,924 a	0,0048	1,520 ± 0,536 a	0,2869
	D ₁	10,500 ± 7,326 b		11,500 ± 14,213 b		1,085 ± 0,268 a	
	D ₂	12,500 ± 5,066 b		15,500 ± 5,802 b		1,190 ± 0,062 a	
	D ₃	14,500 ± 6,557 b		19,000 ± 9,147 b		1,218± 0,179 a	
Juin	T	19,000 ± 5,657 a	0,0008	22,250 ± 6,994 a	0,0010	1,170 ± 0,067 a	0,1121
	D ₁	5,250 ± 2,000 b		5,500 ± 3,000 b		1,035 ± 0,100 a	
	D ₂	5,250 ± 4,573 b		5,750 ± 5,560 b		1,043 ± 0,085 a	
	D ₃	7,000 ± 2,217 b		7,500 ± 2,517 b		1,050 ± 0,070 a	
Juillet	Té	16,500 ± 4,123 a	0,0020	19,000 ± 3,559 a	0,0004	1,168 ±0,072 a	0,1062
	D ₁	5,000 ± 3,500 b		5,250 ± 3,500 b		1,000 ± 0,001 a	
	D ₂	5,250 ± 4,082 b		5,500 ± 4,573 b		1,023 ± 0,045 a	
	D ₃	6,750 ± 2,500 b		6,750 ± 2,517 b		1,050 ± 0,100 a	
Août	Té	15,750 ± 3,403 a	0,0001	17,250 ± 4,349 a	0,0001	1,090 ± 0,080 a	0,4958
	D ₁	3,000 ± 1,291 b		3,000 ± 1,291 b		1,000 ± 0,001 a	
	D ₂	3,500 ± 2,160 b		3,500 ± 2,160 b		0,750 ± 0,500 a	
	D ₃	4,500 ± 3,873 b		4,750 ± 4,272 b		0,778 ± 0,521 a	
Septembre	Té	14,000 ± 7,659 a	0,0051	16,000 ± 3,266 a	0,0001	1,700 ± 1,536 a	0,2765
	D ₁	1,000 ± 1,155 b		1,000 ± 1,155 b		0,500 ± 0,577 a	
	D ₂	3,000 ± 1,826 b		3,000 ± 1,826 b		1,750 ± 0,001 a	
	D ₃	4,250 ± 3,304 b		4,250 ± 3,304 b		1,000 ± 0,500 a	
Octobre	Té	24,500 ± 9,883 a	0,0030	99,000 ± 49,160 a	0,0003	4,322 ± 1,142 a	0,0001
	D ₁	4,750 ± 7,047 b		5,000 ± 10,551 b		0,930 ± 0,682 b	
	D ₂	7,250 ± 3,403 b		7,500 ± 4,272 b		1,035 ± 0,110 b	
	D ₃	7,750 ± 1,258 b		10,000 ± 1,291 b		1,055 ± 0,070 b	
Novembre	Té	15,000 ± 8,327 a	0,0349	18,750 ± 13,048 a	0,0464	1,213 ± 0,437 a	0,2814
	D ₁	0,750 ± 7,848 b		0,750 ± 9,345 b		0,500 ± 0,637 a	
	D ₂	4,250 ± 0,957 b		4,250 ± 0,957 b		0,547 ± 0,577 a	
	D ₃	4,250 ± 4,646 b		5,000 ± 4,646 b		0,750 ± 0,500 a	

3.1.1. Evolution des œufs

La figure 28, représente l'évolution des œufs pondus sur les palmiers témoins et les palmiers traités durant notre période d'expérimentation. On note que la ponte débute dès le mois d'avril et s'échelonne jusqu'à le mois de novembre avec l'absence des œufs aux mois de décembre, janvier, février et mars pour les palmiers témoins et traités. La période de ponte est représentée par deux pics; le premier au cours du mois d'avril et le deuxième durant le mois d'octobre avec respectivement 995 et 416 œufs pour les palmiers témoins, par contre pour les palmiers traités le nombre des œufs ne dépasse pas 95 œufs.

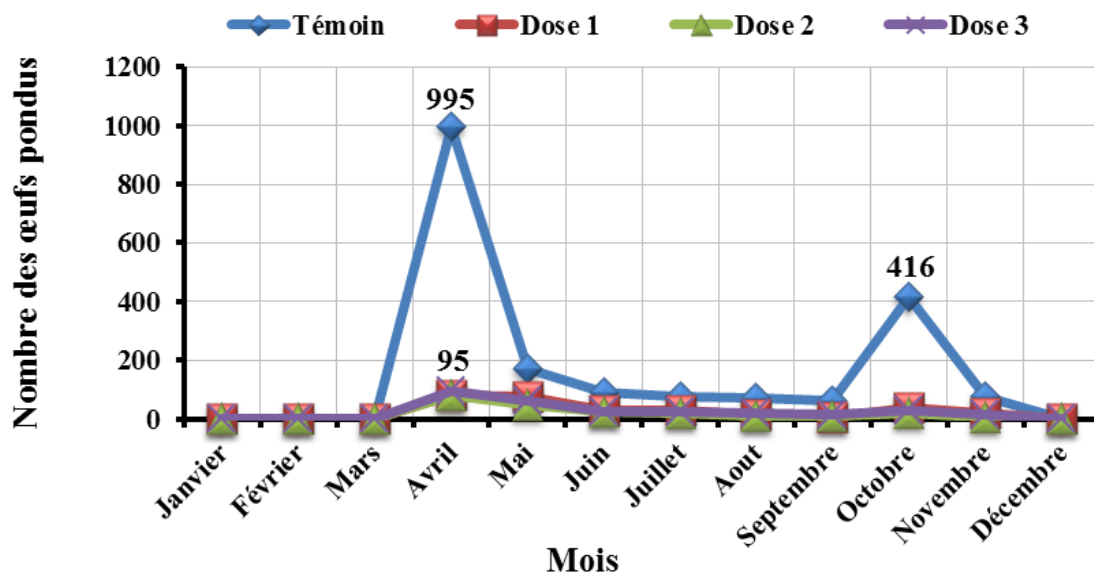


Figure 28: Evolution des œufs de *P. blanchardi* sur le palmier dattier témoins et traités dans la région de Biskra durant l'année d'étude.

Le tableau 10, montre qu'il existe une différence significative entre les palmiers témoins (groupe homogène a) et les palmiers traités (groupe homogène b), durant toute la période de notre expérimentation. Au cours du mois d'avril et d'octobre, le nombre des œufs pondus sur les palmiers témoins est presque égal à 100 fois le nombre des œufs pondus sur les palmiers traités.

3.1.2. Evolution des femelles pondeuses

Nous avons consigné nos résultats dans la figure 29. L'évolution du nombre des femelles pondeuses calculée durant une année est caractérisée par la présence de deux maxima : le premier au cours du mois d'avril et le deuxième au mois d'octobre. Mais, on a

enregistré qu'il y a une similitude entre les palmiers traités par les trois doses, par rapport aux palmiers témoin pendant le reste de l'année.

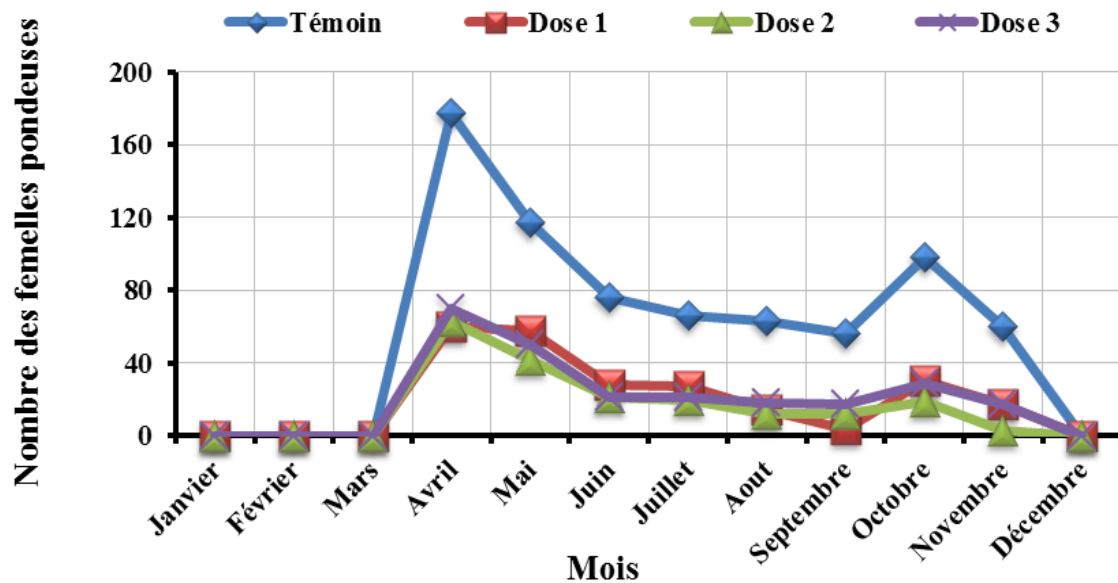


Figure 29: Evolution des femelles pondueuses de *P.blanchardi* sur le palmier dattier témoins et traités dans la région de Biskra durant l'année d'étude.

Nos résultats sont confirmés par les analyses statistiques, où nous avons observé une différence significative entre le nombre des femelles pondueuses chez les palmiers témoins et les palmiers traités par les trois doses, durant toute la période du ponte, du mois d'avril jusqu'à le mois de novembre (Tab. 10). Pourtant, on n'a pas observé un effet du Spirotetramate sur le pourcentage des femelles pondueuses, avec une différence non significative entre les palmiers témoins et les palmiers traités durant toute la période d'étude (Fig. 30).

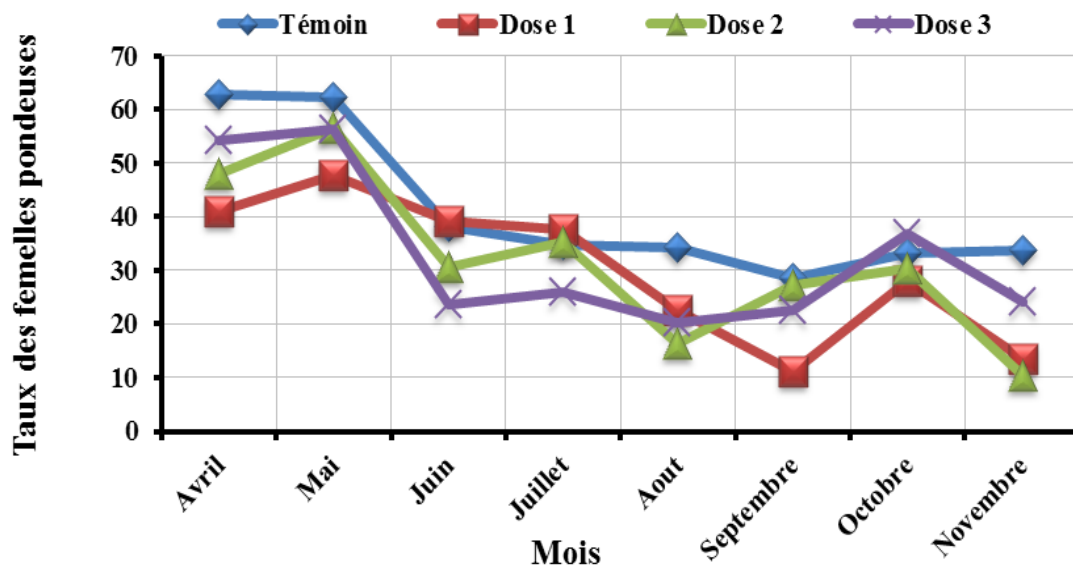


Figure 30: Evolution du taux des femelles pondueuses de *P.blanchardi* sur le palmier dattier témoins et traités durant l'année d'étude.

3.1.3. Evolution de la fécondité

D'après nos résultats, on remarque que la fécondité moyenne dans les palmiers témoins est supérieure à la fécondité moyenne sur les palmiers traités, principalement pendant la période de ponte ; avec un maximum au mois d'avril (5,62 œufs/femelle) et au mois d'octobre (4,24 œufs/femelle) pour les palmiers témoins. Alors qu'elle ne dépasse pas 1,36 œufs/femelle pour les palmiers témoins et les palmiers traités par les trois doses et durant toute la période d'expérimentation (Fig. 31).

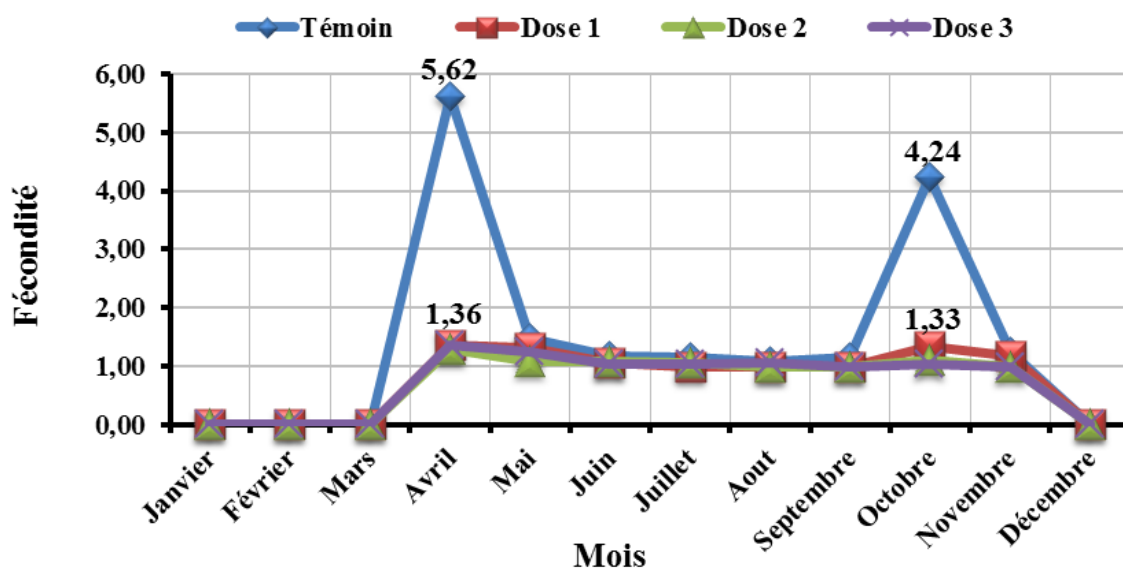


Figure 31: Fluctuation de la fécondité moyenne calculée de *P.blanchardi* sur les palmiers témoins et traités durant l'année d'expérimentation.

L'analyse statistique de la fécondité moyenne, montre une différence significative ($p=0,0001$) entre les palmiers témoins et les palmiers traités par le Spirotetramate, au cours du mois d'avril et d'octobre seulement (Tab. 10).

3.2. Effet du Spirotetramate sur la fertilité

La figure 32, retrace l'évolution des œufs pondus et des larves L_1 pendant l'année d'étude. On a observé que chaque pic de ponte (avril et octobre) sont suivi un mois après par un pic de larves L_1 (mai et novembre) sur les palmiers témoins seulement.

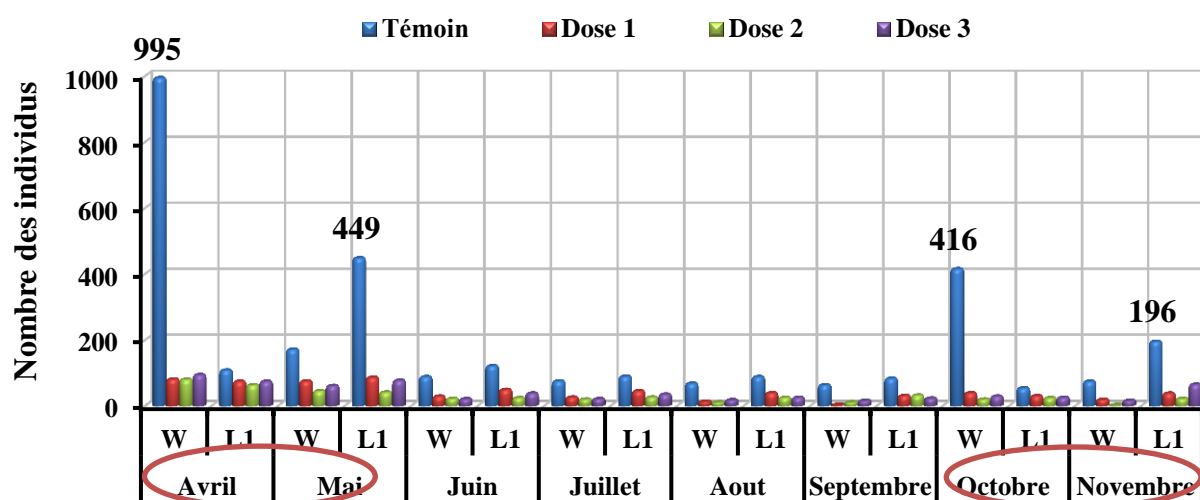


Figure 32: Evolution des œufs et des larves L_1 de *P. blanchardi* calculée sur les palmiers témoins et traités a Biskra durant l'année d'expérimentation (w: œufs).

Les résultats du tableau 11, montrent que la fertilité des œufs est significative seulement pendant les mois d'avril-mai avec $p=0,0083$ et d'octobre-novembre avec $p=0,0431$ entre les palmiers témoin qui représentent le groupe homogène a et les palmiers traités qui représentent le groupe homogène b, et non significative durant tous les autres mois.

Tableau 11: Résultats de l'analyse statistique du taux de la fertilité.

	Avril-Mai			Octobre-Novembre		
	Moyennes	Ecar-type	Probabilité	Moyennes	Ecar-type	Probabilité
Témoin	55,250 a	1,055	0,0083	52,852 a	6,443	0,0431
Dose 1	47,602 b	4,020		33,413 b	9,031	
Dose 2	44,850 b	4,421		33,160 b	9,745	
Dose 3	43,545 b	5,698		30,860 b	3,478	

3.3. Effet du Spirotetramate sur les différents stades larvaires

Le développement larvaire est le passage des larves d'un stade à l'autre pour atteindre le stade adulte. D'après les résultats des analyses statistiques représentées dans le tableau 12, on remarque une différence significative entre les palmiers témoins (groupe homogène a) et les palmiers traités par les trois doses utilisées (groupe homogène b) durant toute l'année d'expérimentation pour les larves de premier stade (L₁) et les larves de deuxième stade femelle (L₂♀) et mâle (L₂♂).

Tableau 12: Résultats de l'analyse statistique calculée chez les larves de 1^{er} stade et du 2^{ème} stade femelle et mâle durant la période d'expérimentation.

		Larves L ₁		Larves L ₂ ♀		Larves L ₂ ♂	
		Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob	Moy±Ecart-type	Prob
Février	Té	18,000 ±15,546 a	0,0052	18,500 ± 4,359 a	0,0094	19,750 ± 2,363 a	0,0002
	D ₁	9,250 ±5,521 b		6,000 ± 0,816 b		6,750± 1,291 b	
	D ₂	10,750 ± 5,252 b		9,500 ± 10,739 b		7,500± 4,000 b	
	D ₃	13,750 ± 3,862 b		13,000 ± 5,916 b		10,000± 3,594 b	
Mars	Té	11,000 ±4,899 a	0,0426	18,750 ± 5,650 a	0,0125	19,500 ± 6,028 a	0,0007
	D ₁	5,250 ±1,893 b		6,500 ± 2,380 b		6,500 ± 1,000 b	
	D ₂	6,000 ± 1,414 b		8,000 ± 2,449 b		7,500 ± 2,082 b	
	D ₃	6,250 ± 1,893 b		11,500 ± 6,557 b		8,250 ± 2,872 b	
Avril	Té	27,250 ±10,275 a	0,0263	17,500 ± 5,260 a	0,0079	17,250 ± 4,272 a	0,0018
	D ₁	16,000 ±6,850 b		8,750 ± 2,160 b		8,500 ± 2,160 b	
	D ₂	18,000 ±8,641 b		9,000 ± 2,944 b		10,000 ± 1,633 b	
	D ₃	18,750 ± 5,123 b		11,000 ± 0,957 b		10,500 ± 1,000 b	
Mai	Té	112,250±10,500a	0,0001	48,500 ± 7,188 a	0,0001	46,250 ± 6,652 a	0,0001
	D ₁	10,500 ± 6,021 b		4,750 ± 5,686 b		1,750 ± 3,500 b	
	D ₂	19,500 ± 2,646 b		5,500 ± 4,425 b		3,000 ± 3,559 b	
	D ₃	21,750 ± 7,141 b		6,500 ± 3,109 b		4,750 ± 2,363 b	
Juin	Té	30,500 ±10,786 a	0,0006	13,250 ± 1,893 a	0,0016	9,750 ± 4,349 a	0,0188
	D ₁	6,250 ± 5,000 b		5,500 ± 1,708 b		3,000 ± 0,816 b	
	D ₂	9,750 ± 3,594 b		6,750 ± 1,732 b		4,500 ± 0,577 b	
	D ₃	12,500 ± 1,258 b		8,750 ± 3,096 b		5,250 ± 2,754 b	
Juillet	Té	22,500 ± 7,326 a	0,0035	11,000 ± 4,690 a	0,0097	10,750 ± 3,594 a	0,0007
	D ₁	6,750 ± 4,726 b		3,000 ± 0,957 b		2,250 ± 0,957 b	
	D ₂	9,250 ± 4,500 b		7,250 ± 1,414 b		4,750 ± 0,500 b	
	D ₃	11,500 ± 1,414 b		7,500 ± 1,915 b		5,000 ± 1,826 b	
Août	Té	22,250 ± 6,850 a	0,0018	14,250 ± 3,862 a	0,0499	9,750 ± 4,992 a	0,0060
	D ₁	6,000 ± 5,354 b		6,000 ± 3,830 b		3,000 ± 2,160 b	
	D ₂	6,500 ± 3,697 b		6,750 ± 5,679 b		4,000 ± 3,559 b	
	D ₃	10,000 ± 2,517 b		7,000 ± 2,708 b		4,500 ± 1,732 b	
Septembre	Té	21,000 ± 8,869 a	0,0055	18,000 ± 5,164 a	0,0024	13,000 ± 3,830 a	0,0008
	D ₁	6,000 ± 4,000 b		5,750 ± 3,304 b		2,000 ± 1,633 b	
	D ₂	8,000 ± 2,754 b		6,000 ± 4,031 b		3,500 ± 3,697 b	
	D ₃	8,250 ± 2,160 b		8,250 ± 2,208 b		4,500 ± 1,732 b	

Octobre	Té	13,750 ± 8,342 a	0,0135	12,000 ± 5,099 a	0,0355	10,000 ± 3,464 a	0,0072
	D ₁	6,250 ± 3,775 b		5,000 ± 1,633 b		3,500 ± 1,915 b	
	D ₂	6,500 ± 0,957 b		7,250 ± 2,500 b		4,750 ± 0,957 b	
	D ₃	7,750 ± 3,109 b		9,750 ± 1,500 b		7,000 ± 1,826 b	
Novembre	Té	49,000 ± 8,042 a	0,0001	17,750 ± 2,872 a	0,0084	14,250 ± 2,630 a	0,0024
	D ₁	5,750 ± 5,909 b		9,000 ± 4,509 b		4,750 ± 4,272 b	
	D ₂	6,500 ± 3,304 b		9,500 ± 2,944 b		6,750 ± 2,217 b	
	D ₃	9,750 ± 9,574 b		11,000 ± 2,160 b		8,000 ± 0,816 b	
Décembre	Té	15,000 ± 3,742 a	0,0002	16,250 ± 7,805 a	0,0105	17,500 ± 7,724 a	0,0040
	D ₁	4,750 ± 1,414 b		5,250 ± 1,285 b		4,750 ± 2,816 b	
	D ₂	6,000 ± 1,708 b		5,250 ± 1,500 b		6,000 ± 2,217 b	
	D ₃	8,250 ± 1,708 b		9,000 ± 2,944 b		9,750 ± 1,893 b	

Pour les larves de premier stade (L_1), on a enregistré une similitude remarquable entre les trois doses utilisées pendant toute la période d'étude, contre les larves des palmiers témoins qui présentent une légère différence durant l'année d'étude sauf pendant les mois du mai et novembre qui représentent les pics des larves de premier stade (Fig. 33).

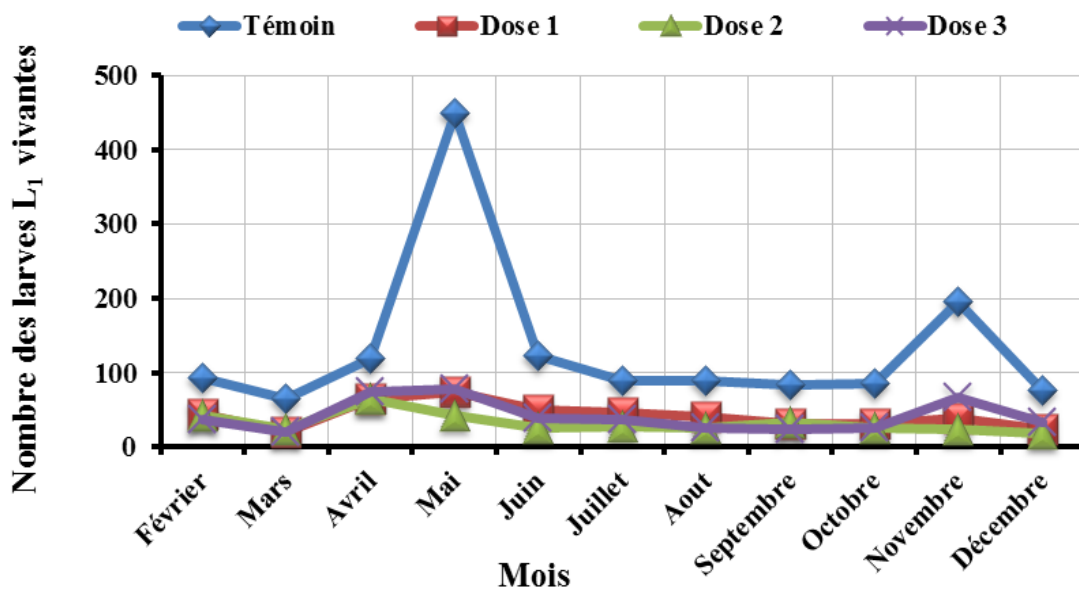


Figure 33: Evolution des larves L_1 dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'étude.

D'abord on note une ressemblance considérable entre l'évolution des larves de deuxième stade femelle et mâle, durant toute la période d'expérimentation et sur les palmiers témoins et traités. Aussi on observe pour chaque stade une différence notable entre les larves des palmiers témoins et les larves des palmiers traités (Fig. 34).

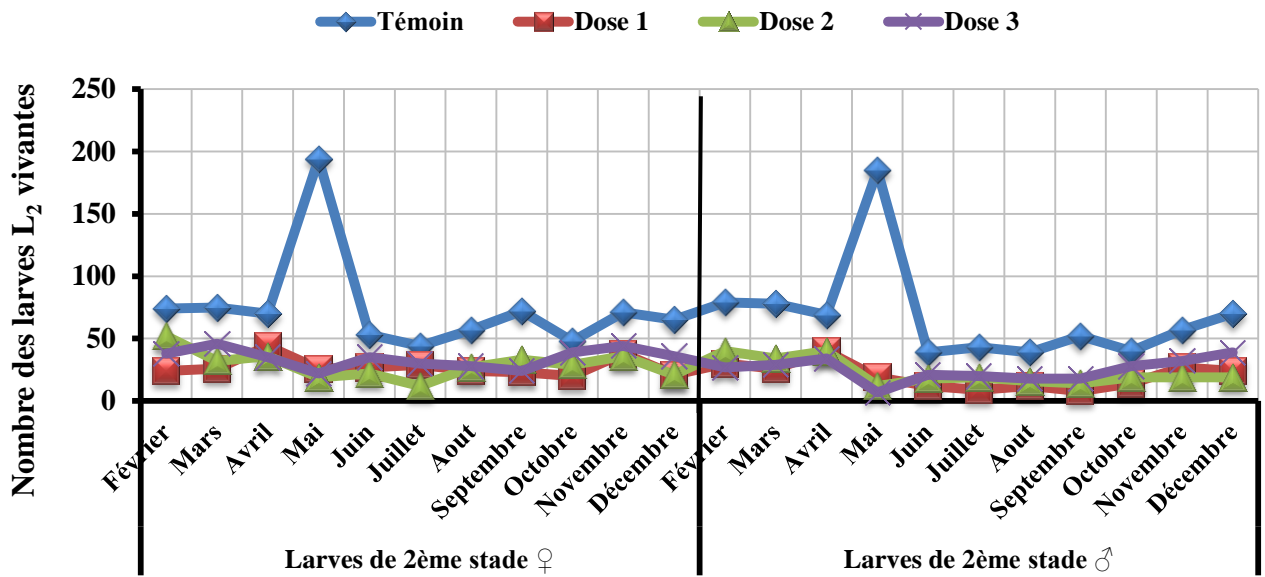


Figure 34: Evolution des larves L_2 dans les palmiers témoins et traités durant l'année d'étude.

Conclusion

Par son effet sur le nombre des femelles pondueuses, le Spirotetramate a réduit le nombre des œufs pondus jusqu'à 100 fois. Pourtant, il n'a aucun effet sur le taux des femelles pondueuses. Le Spirotetramate a été diminué la fécondité moyenne pendant les périodes du ponte de *P.blanchardi* et cela aux mois d'avril et d'octobre seulement. Aussi, la fertilité des œufs est significative seulement pendant les mois d'avril-mai et d'octobre-novembre. Ainsi le Spirotetramate a été influencé sur le développement larvaire et le passage des larves de premier stade (L_1) et les larves de deuxième stade femelle ($L_2♀$) et mâle ($L_2♂$).

Chapitre 4 :

Discussions

1. Etude de l'écologie de la cochenille

Les résultats obtenus au cours de cette présente étude, montrent que les températures idéales pour le développement des populations de *P.blanchardi* sont comprises entre 21°C et 22°C au mois d'avril et entre 25°C et 26°C au mois d'octobre durant les deux années d'expérimentation. D'après Laudeho et Benassy (1969), la température est le facteur principal influençant la durée du cycle. Aussi Tourneur *et al.*, (1975), montrent que la température joue un rôle primordial dans l'évolution de la cochenille blanche.

Les deux sommets des populations enregistrés, montrent la présence de deux générations annuelles: une génération printano-estivale et une génération automnale. La première génération débute du mois de mars jusqu'au mois de septembre et la deuxième du mois d'octobre au mois de novembre pour l'année 2012. En 2013, la génération printano-estivale débute du mois de mars et s'achève au cours du mois d'août, et la génération automnale débute au mois de septembre jusqu'au mois de novembre. La vitesse de développement de la cochenille est proportionnelle aux sommes de températures cumulées au-dessus de 17°C (Annexe 1). Cette mesure, d'écrite par Bodenheimer (1951) et Biche (1987), permet de déterminer le nombre de générations de la cochenille blanche par année, dans la mesure où chaque génération exigerait un total d'environ 1300 degrés-jours. Dans la station d'ITDAS, on a enregistré un total de 2776,6 degrés-jours en 2012 et 2526,4 degrés-jours en 2013. Ceci équivaut à deux générations par année. Aussi, Idder (2011) signale que le développement de *P.blanchardi* est très faible à nul lorsque la température moyenne est inférieure à 16°C. Par contre, Smirnoff (1957) montre qu'au Maroc la température minimale de développement de *P.blanchardi* est égale à 14°C.

Nos résultats sont confirmés par Tourneur *et al.*, (1975) qui ont travaillé sur la relation entre les variations de la température et l'évolution de la cochenille blanche dans l'Adrar mauritanien. Ils ont distingué deux maxima en période tempérée (température moyenne entre 21 à 32°C), l'un important, en avril-mai et le second de moindre amplitude, en octobre-décembre. Aussi Boussaid et Maache (2001), montrent que dans une palmeraie à Ouargla l'évolution de la cochenille blanche présente également deux périodes de développement ; une printanière et une autre automnale où la température est modérée entre 15 et 28°C. Ainsi, Belkhiri (2010) signale que dans la région d'Ain Ben Noui (Biskra), la cochenille blanche développe deux générations annuelles, l'une printanière et l'autre automnale.

De même que, Hoceini (1977) et Chelli (1996) ont distingué également deux générations dans la même région. Par contre, Djoudi (1992) et Maatalah (2010), montrent la présence de trois générations; automnale, printanière et estivale dans une palmeraie à Sidi-Okba (Biskra). Toujours dans la région de Biskra notamment à Féliache, *P.blanchardi* évolue en trois générations annuelles ; printanière, estivale et automnale (Remini, 1997; Nadji, 2011 et Saighi, 2015). En tout état de cause, cette variation est dû vraisemblablement aux températures, qui jouent un rôle primordial dans l'évolution de la cochenille blanche (Tourneur *et al.*, 1975).

Aussi, dans la région d'Ouargla, Allam (2008) signale la présence d'une génération printano-estivale (mars-septembre) et une génération automno-hivernale (septembre-février) dans une palmeraie moderne à Touggourt. Selon Idder *et al.*, (2015), les effectifs de cochenilles vivantes semblent indiquer l'existence de trois générations annuelles, la première génération commencerait en février et s'étendrait jusqu'en juin, il s'agirait de la génération la plus importante, et la deuxième génération semble plus courte puisqu'elle ne durerait que deux mois (juillet-août), et la troisième génération, débiterait en septembre pour prendre fin en janvier. D'après Idder-Ighili *et al.*, (2015), le suivi hebdomadaire de *P.blanchardi* a révélé l'existence de quatre générations par an qui se chevauchent partiellement (hivernale, printanière, estivale et automnale).

Au Maroc, Smirnoff (1957) et Madkouri (1975) ont montré l'existence de quatre générations dans la vallée de Draa. Ben Chaabane *et al.*, (2009) en Tunisie, ont noté une augmentation sensible de la population de *P. blanchardi*, au printemps et en automne et un minimum au cours de la saison froide. En revanche, une augmentation notable est enregistrée au cours des mois d'été; bien que cette saison soit caractérisée par des chaleurs excessives ainsi que par l'apparition des vents brûlants et secs. En Egypte, au laboratoire et sous des conditions contrôlés, Alouan et Said (2009), signalent que *P.blanchardi* a évolué en quatre générations chevauchantes par an; deux générations estivales (22,5 à 23,3°C), une génération automnale (19,7°C) et une génération hivernale (18,5°C). Aussi dans la même région, Salim *et al.*, (2013) ; Bakry *et al.*, (2015a), montrent la présence de quatre générations par an. En Jordanie, Al-Antary *et al.*, (2015), comptent quatre à cinq générations chevauchantes. D'après Masaoud et Mahchid (2010), en Iran pendant quatre ans (2000-2004) les activités nuisibles de *P.blanchardi* ont débuté en mars et la population a augmenté en raison de l'augmentation de la température et de l'humidité. Le résultat a montré qu'il y avait trois périodes d'activités. Les

première, deuxième et troisième périodes d'activités ont débuté respectivement en avril, septembre et décembre. La première période a été la plus longue et la troisième période a été la plus courte. Il y avait une corrélation significative entre l'abondance de la population et les conditions météorologiques, dont la population la plus élevée s'est produite lorsque la température se situait entre 16 et 24°C. Au Pakistan, la population de *P.blanchardi* apparaît au cours du mois de mars et augmente progressivement pour atteindre son pic durant la période août-septembre (Abbas *et al.*, 2014).

D'après nos résultats, nous constatons que la deuxième génération est moins importante que la première génération, cela est probablement dû à la phénologie de la plante-hôte, où la qualité nutritive de la sève des palmiers est très importante au moment de l'émission des palmiers et à la période de la floraison (au printemps), par contre elle est moins abondante à l'automne, à cause du développement et de la maturation des dattes. Ainsi, Iperiti (1970) indique que le degré d'activité de la cochenille blanche est conditionné par l'état végétatif des palmiers. Aussi, Toutain (1967) montre que les éléments nutritifs augmentent dans les palmiers aux périodes où l'activité physiologique est très intense.

Il faut noter également que, l'activité de la population est beaucoup plus faible pendant le reste de l'année alors que les températures sont soit très élevées pendant la période estivale, soit relativement basses pendant la période hivernale. Aussi Tourneur *et al.*, (1975), signalent la présence de deux minima, l'un très marqué, en août-septembre, durant la période chaude (température moyenne supérieure à 30°C) et l'autre plus faible, en février, durant la période froide (température moyenne inférieure à 14°C). La diminution des effectifs durant les périodes défavorables est due à la fois à des taux élevés de mortalité et au ralentissement du développement de l'insecte (Idder, 2011). Selon Fabres et Boussiengue (1981), tous les stades de développement sont sensibles à l'influence de facteurs thermiques saisonniers. La température de l'été des deux années d'expérimentation n'a pas été létale mais elle provoque seulement un ralentissement du développement de la cochenille, sachant que la température létale est située entre 39-40°C (Tourneur *et al.*, 1975). Les mêmes auteurs indiquent que l'irrigation maintient un microclimat plus humide et légèrement moins chaud en été.

On note aussi, que durant les années 2012 et 2013, les individus de deuxième stade larvaire (mâle et femelle) et les femelles adultes subissent une diapause hivernale pendant les mois de janvier, février et décembre. En effet, durant la période hivernale la température

moyenne est relativement basse (inférieure à 13°C) (Annexe 1). Selon Balachowsky (1939), la diapause hivernale est susceptible à tous les stades de développement de la cochenille à l'exception aux stades nymphal et imaginal du mâle, grâce à l'absence de pièces buccales. Le même auteur montre aussi qu'une femelle fécondée peut vivre une long période à une température de 8°C, mais incapable de pondre. Madkouri (1973), signale que les jeunes femelles et les larves de deuxième stade sont les plus abondants pendant la période hivernale. Selon Tourneur *et al.*, (1975), la cochenille blanche rentre en diapause hivernale et son cycle s'allonge si la température est inférieure à 14°C. D'après Munier (1973), l'influence des températures relativement basses provoquent un arrêt complet de développement de la cochenille, dont la durée de diapause de *P.blanchardi* varié selon le microclimat de la palmeraie.

Les périodes de ponte sont observées lorsque les températures moyennes sont comprises entre 17,6 à 36,2°C et les niveaux de ponte les plus importants sont notés lorsque les températures moyennes sont comprises entre 21 à 26°C. D'après Smirnoff (1954), l'intervalle de la température idéale pour l'évolution optimale de la prolifération de *P.blanchardi* est compris entre 14°C et 42°C. Smirnoff (1957) signale que l'humidité intense et l'insolation directe, influent directement sur la pullulation de la cochenille blanche. Aussi Madkouri (1975), signale que l'évaluation quantitative de la population de *P.blanchardi* permet d'estimer l'influence des variations climatiques sur l'impact des pullulations du ravageur. Selon Munier (1973), l'humidité apportée par les pluies est considéré comme un facteur de régression de la prolifération de cet insecte.

Concernant l'évolution des stades larvaires, Benassy (1975), signale que les différentes phases caractérisant le développement des jeunes larves depuis l'éclosion jusqu'à leur fixation, sont sous l'influence des conditions climatiques. Aussi Idder-Ighili *et al.*, (2015), montrent que l'évolution des stades larvaires passe par deux maxima, le premier au mois d'avril et le deuxième au mois d'octobre. Idder (2011), signale que les larves vivantes des stades L₁ et L₂ font apparaître deux principales périodes d'activité. La première présente un maximum au mois de mars et, est relativement courte. La deuxième période commence au mois de mai et elle est plus longue puisqu'elle ne s'achève qu'en mois de décembre. Bakry *et al.*, (2015 a), indiquent que l'évolution des stades larvaires passe par trois pics. Au mois d'avril, juin et octobre. Belkhiri (2010), montre la présence de trois pics pour les stades nymphaux: avril, juillet et novembre. Par contre, Matallah (2010) de son côté signale que

l'évolution des stades nymphaux est caractérisée par la présence de plusieurs pics, dont les plus importants sont enregistrés au mois de janvier, mars, avril et septembre.

Pour les femelles adultes, nos résultats montrent que ces dernières présentent deux pics d'évolution où la température est comprise entre 17 et 26 °C. Aussi, Idder-Ighili *et al.*, (2015) trouvent que l'évolution des femelles montre deux phases de forte activité; au printemps (février-fin mai) et l'autre en automne (août-novembre), avec un léger pic au mois de juillet. Par contre, Salim *et al.*, (2013), à Luxsor en Egypte, signalent que les femelles adultes présentent quatre pics : septembre, novembre, avril et juin. La plus faible densité de la population adulte est enregistrée au mois de février, ce qui peut être attribué à la forte diminution de la température (moins de 10 °C) et à une humidité relative élevée.

Nos résultats montrent que, la saison printanière est la plus favorable pour le développement de *P.blanchardi* où les femelles adultes sont les plus fréquentes. Selon Djoudi (1992) ; Allam (2008); Matallah (2010); Belkhiri (2010); Idder (2011); et Idder-Ighili *et al.*, (2013), la cochenille blanche évolue mieux surtout au printemps, lorsque les températures moyennes sont modérées ou commencent à décroître. Le nombre élevé des femelles adultes par rapport aux autres stades est dû probablement à son bouclier protecteur qui la protège contre les facteurs externes notamment les conditions climatiques et à son rostre rigide qui lui permet d'être bien fixé sur le végétal et de bien s'alimenter. En effet, Laudeho et Benassy (1969), montrent que l'essentiel de la population est le stade des femelles, son bouclier reste très adhérent au végétal pendant les périodes des vents, des hautes températures et de sécheresse.

Dans notre site d'étude, le côté Est caractérisé par une durée et une intensité d'ensoleillement qui débute faible le matin au lever de soleil. Le côté Sud caractérisé par une intensité plus au moins élevée mais de courte durée dans l'après-midi et une longue durée d'ensoleillement au côté Ouest jusqu'au coucher de soleil le soir, le côté Nord ne subit qu'une très faible exposition au soleil. Aussi, l'orientation des vents dans le site d'étude est Sud-Est. Mais en générale, on n'observe pas une grande différence entre les quatre orientations cardinales. Djoudi (1992), montre une variabilité de l'évolution des populations de la cochenille blanche dans les quatre orientations. L'auteur a trouvé que les endroits les plus fréquentés sont l'Ouest et le Sud avec respectivement 26,70%, 22,00%. Par contre Chelli (1996), les orientations les plus infestées sont le Centre avec 40,44% et le Sud avec 19,29%.

Remini (1997), a observé que l'orientation la plus infestée se situe à l'Est avec 27,80%. D'après Mehaoua (2006), l'orientation Nord est la plus infestée (31,24 %), suivi par l'Est (27,64%) et en troisième position l'orientation Sud (24,89 %) alors que l'orientation Ouest est la moins infestée (16,23%). Allam (2008) signale que l'orientation la plus peuplée par la population de la cochenille blanche est l'Ouest avec une densité de 8,81 cochenille/cm². Aussi, Nadji (2011), a noté que l'orientation Ouest est la plus peuplée avec 26,55%, suivie du Sud avec 25,21%, de l'Est avec 24,23% et enfin le Nord avec 23,41%.

D'après les résultats obtenus par Idder-Ighili *et al.*, (2013), la plupart des palmes les plus infestées sont celles situées au niveau des orientations Nord et Est avec des densités égales à 10,49 individus/cm² pour l'orientation Nord et 8,02 individus /cm² pour l'orientation Est. Selon Saighi *et al.*, (2015), les orientations les plus infestées par la cochenille blanche sont l'Est avec un taux de 26,02% et le Nord avec 25,50%. L'orientation Sud reste la moins infestée étant donné que l'exposition est la plus exposée aux vents dominants, le Sirocco en particulier et aux insulations directes. Bakry *et al.*, (2015 b), montrent que les effectives de *P.blanchardi* sont les plus élevées dans la direction Est (94,03 à 102,8 individus/feuillet), alors que la direction Ouest est la moins infestée (66,43 à 83,03 individus/feuillet). Tandis que El-Said (2000); El-Sherif *et al.*, (2001) ont rapporté que les infestations par *P.blanchardi* étaient plus élevées pour l'orientation Sud.

P.blanchardi est une espèce ovipare où sa fécondité est exprimée par le nombre moyen d'œufs pondus par femelle (Biche, 1987). D'après nos résultats, la cochenille blanche présente deux grandes périodes de ponte : une printanière et une autre automnale, comprise entre 4,15 et 5,62 œufs/femelle. Par contre, Hoceini (1977), a trouvé que la fécondité moyenne par femelle avoisinait sept à neuf et peut atteindre quinze à dix-huit œufs. Il a montré aussi que la ponte est sous l'influence de la température. Chelli (1996), a enregistré une fécondité moyenne annuelle égale à 3,5 œufs/femelle dans la région d'Ain Ben Noui (Biskra). Alors que Matallah et Biche (2014), la fécondité enregistrée sur la variété Deglet Nour est égale à 1,87 œufs/femelle. La fluctuation de la fécondité paraît sous l'influence de la température, dont le nombre d'œufs pondus est échelonné durant la période où les températures moyennes sont comprises entre 17,6 °C et 36,2 °C (Annexe 1). Selon Biche et Sellami (2011), la fécondité est en étroite relation avec la phénologie de l'arbre et son environnement où l'élévation de la température et la poussée de sève printanière favorisent le potentiel de ponte et par contre, les hautes températures diminuent la durée d'oviposition et de

nombre des œufs pondus. Ainsi, les températures comprises entre 30°C et 35°C, diminuent la période d'oviposition et le nombre d'œufs pondus par femelle (Biche, 1987). Le même auteur signale aussi que la durée d'oviposition printanière est plus étalée grâce à l'abondance des réserves emmagasinées par des femelles hivernantes.

2. Effet du Spirotetramate sur les populations de *P.blanchardi*

Les effectifs des adultes et des larves de *P.blanchardi* diminuent considérablement sur les palmiers traités dès le 45^{ème} et le 15^{ème} jour après la pulvérisation du Spirotetramate jusqu'au mois de décembre. D'après Elizondo-Silva et Murguido-Morales (2010), le Spirotetramate réduit le nombre des adultes ailés des pucerons après le 10^{ème} jour de traitement. Aussi Belkhiri (2010), a enregistré une diminution des effectifs de *P.blanchardi* après 10 jours du 1^{er} traitement par le Spirotetramate. Contre les pucerons, l'action du Movento a été observée après le 14^{ème} jour de traitement, avec un taux d'efficacité égale à 92,8 % (Baldessari *et al.*, 2012). Ainsi, Iqbal *et al.*, (2018), indiquent que le Spirotetramate était l'insecticide le plus efficace et a entraîné une réduction de 52,27% de la population du mouche blanche (*Bemisia tabaci*) après 15 jours de l'application. Selon Gong *et al.*, (2016), le Spirotetramate fonctionne lentement mais avec une efficacité élevée pour le contrôle des pucerons (*Aphis gossypii*). En outre, les vignes traitées au Spirotetramate pendant deux années ont abouti à un nombre significativement plus faible de la cochenille au début de la 3^{ème} année, indiquant des effets résiduels potentiels à long terme (Taylor et Mizuho, 2016). D'après les mêmes auteurs, le nombre moyen de cochenilles des vignes traitées au Spirotetramate était significativement inférieur à celui des vignes traitées au dinotéfuran et au témoin, indiquant que le Spirotetramate peut avoir un effet résiduel à long terme, surtout quand il a été appliqué plus d'un an. Donc le Spirotetramate n'a pas un effet choc sur les individus vivants de la cochenille blanche. Azod *et al.*, (2016), montrent que le Spirotetramate n'est pas un insecticide à action rapide sur la faune auxiliaire notamment *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera, Coccinellidae).

Après l'application du Movento, nos résultats montrent que l'évolution des adultes sur les palmiers traités, est faible par rapport au palmier témoin. Ceci est dû à la mortalité élevée des larves suite au blocage de leur mue. Le Spirotetramate montre une toxicité remarquable sur les larves du *P. blanchardi*. Ceci peut être expliqué par le fait que le Spirotetramate inhibe l'acétyl-Coenzyme A carboxylase, une enzyme clé de la biosynthèse des lipides qui intervient

dans la mue (Bayer CropScience, 2008). Ainsi, le produit interfère avec la lipogenèse des larves de la cochenille en empêchant la biosynthèse de leurs acides gras et de leurs dérivés biologique qui intervient dans la mue des larves (Brück *et al.*, 2009 ; Zhu *et al.*, 2013). L'efficacité larvicide aiguë du Movento est plus prononcée que l'action adulticide (Emanuel et Hubner, 2008). En effet, sur d'autres bio-agresseurs, notamment les pucerons adultes immatures du coton, le Spirotetramate est moins efficace (Brück *et al.*, 2009). Par conséquent, le Spirotetramate est mieux appliqué sur le terrain lorsque les pucerons sont en début de vie, c'est-à-dire au cours des stades larvaires (Gong *et al.*, 2016). Brück *et al.*, (2009) ont déclaré que la vitesse d'action de Spirotetramate est variable, et dépend de la stade de vie de l'insecte cible et sur les paramètres externes.

Abbas *et al.*, (2014), montrent que les insecticides systémiques (Thiaméthoxam 25 WG, Carbosulfan 25 EC et Fipronil 80 WG) et les régulateurs de croissance des insectes (Pyriproxifène 10,8 EC et Buprofézine 25 WP) peuvent être les meilleures options pour stopper l'infestation par la cochenille blanche du palmier dattier. Les résultats ont montré que tous les produits chimiques réduisaient significativement l'infestation mais le Carbosulfan 25 EC présentait une réduction maximale. Après 21 jours d'application, le Thiaméthoxam, le Pyriproxifène, le Fipronil, le Buprofézine et le Carbosulfan ont montré une diminution remarquable avec respectivement 61,25; 68,48; 69,64 ; 73,27 et 79,41%. Les résultats de Sen *et al.*, (2017), ont révélé que le Spirotetramate à 75 g/ha a réduit la population de *Amrasca biguttula* (Hemiptera : Cicadellidae) (46,29%), *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) (83,33%) et *Tetranychus sp* (Acarina : Tetranychidae) (90,20 %). Aussi, Biche *et al.*, 2011 trouvent que les agrumes traités par le Spirotetramate étaient presque indemnes d'infestation par *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, Diaspididae) avec une réduction égale à 91,38 et 89,92% respectivement pour la dose 1 (1,2 L/ha) et la dose 2 (3000 L/ha).

On a remarqué que la mortalité corrigée calculée pour les adultes, est égale à 54,20% pour la dose 1; 60,90% pour la dose 2 et 63,96% pour la dose 3. Selon Bell *et al.*, (2008), les fortes réductions des populations de *Diaspidiotus perniciosus* (Homoptera : Diaspididae) sur le pommier, par le Spirotetramate à plus de 80% ont été enregistrées après 77 à 176 jours de traitement. Aussi, Qureshi *et al.*, (2014), montrent que le Spirotetramate réduit le nombre des adultes du psylle (*Diaphorina citri*) près de 60% après 26 jours de traitement. Korzeniowski et Solarska (2011), de leur part trouvent qu'après 14 jours de traitement par le Spirotetramate contre *Phorodon humuli* (Homoptera, Aphididae), la mortalité corrigée est égale à 99,9%.

Biche *et al.*, (2010), montrent que le Spirotetramate réduit 36% le nombre des adultes de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, Diaspididae), sur agrumes par rapport à la population totale durant 140 jours. De leur part, Mansour *et al.*, (2011) rapportent qu'après seulement 24 et 48h de traitement, la mortalité des adultes de la cochenille farineuse traités par le Spirotetramat a été estimé à 4% avec $p=0,0001$. Hall et Nguyen (2010), ont rapporté que, lorsque des adultes de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera, Eulophidae) ont été directement pulvérisés par le Spirotetramate, la mortalité est de 68%. De même que sur les adultes des thrips, l'efficacité du Spirotetramate après 24, 72 h de pulvérisation est égale à 56,32 et 64,09% respectivement (Babar *et al.*, 2016). Après 2 jours les deux concentrations de Spirotetramate réduit drastiquement la survie des adultes de plus de 80% (Francesena *et al.*, 2017). Tous les pucerons (*Aphis gossypii*) parentaux dans le groupe de traitement LC_{75} sont morts au 8^{ième} jour de traitement (Gong *et al.*, 2016). Par contre, le pourcentage de réduction chez l'adulte d'aleurode de *Bemisia tabaci* est égal à 16%, cela signifie que le Spirotetramate est moins toxique sur *B.tabaci*, qui peut être dû à la variation des substrats dans lesquels les pesticides appliqués et des conditions climatiques variées (Al-kazafy *et al.*, 2015). Agagna (2009), montre que le Spirotetramate a été réduit plus de 30% des adultes de la cochenille virgule des agrumes par rapport à la population totale.

Pour les larves, la mortalité corrigée la plus élevée a été enregistré au 90^{ème} jour après traitement avec respectivement 84,78%; 88,00% et 89,67%. Sur les agrumes, le Spirotetramate a été diminué plus de 50 % des stades larvaires de *Lepidosaphes beckii* sur une durée de 140 jours (Biche *et al.*, 2010). Aussi, Jaworska *et al.*, (2012), montrent que le même produit à la dose de 2,25 l/ha a été réduit les larves des psylles de poirier (*Cacopsylla pyri*) jusqu'à 91,4% après une semaine seulement et 97,6% après deux semaines. Selon Qureshi *et al.*, (2014), la pulvérisation foliaire de Spirotetramate sur les agrumes a réduit plus de 82% des larves de *Diaphorina citri* (Hemiptera : Psyllidae), après 23^{ème} jours de traitement. Agagna, (2009) sur les agrumes a Rouiba, signale que le Spirotetramate a permis un abaissement remarquable près de 60 % des larves de la cochenille virgule des agrumes (*Lepidosaphes beckii*) qui s'échelonne jusqu'à 140 jours après traitement. L'utilisation du Spirotetramate à la dose de 400 mL/ha, a provoqué une diminution de 78,8 et 87,7% des larves de *Diaphorina citri* après 3 et 14 jours respectivement (Hernández-Fuentes *et al.*, 2013). Aussi, Varghese et Mathew (2012) montrent que le Spirotetramate a réduit considérablement les larves de pucerons du piment (*Aphis gossypii*). Elizondo-Silva et Murguido-Morales (2010), montrent que l'efficacité du Spirotetramate à des doses de 0,5 et

0,6 L/ha est acceptable pour des insectes suceurs de sèves sur la pomme de terre. On a également constaté que ce nouvel insecticide n'avait aucun effet sur les bio-régulateurs associés aux ravageurs, puisqu'ils ont terminé leurs cycles et ont été observés jusqu'à la fin de l'expérience (Bayer CropScience, 2008).

3. Effet du Spirotetramate sur la reproduction de *P.blanchardi*

Le Spirotetramate n'a aucune influence sur le taux des femelles pondueuse, donc il paraît que ce produit n'a pas d'effet stérilisant sur les femelles de la cochenille blanche. Belkhiri (2010), trouve que les résultats des analyses statistiques ne montrent aucune différence pour le taux des femelles pondueuses entre le palmier témoin et les palmiers traités avec $p=0,2781$. Marcic *et al.*, (2011), montrent que les femelles adultes sont beaucoup moins sensibles, mais leur reproduction était fortement affectée. On remarque par contre une action très accusée du Movento sur l'ovogenèse de *P.blanchardi* par l'inhibition de sa biosynthèse des lipides ce qui a diminué la fécondité moyenne des femelles fixées sur les palmiers traités. Ces résultats confirment les travaux de Kühnhold *et al.*, (2008) qui signale l'action du Spirotetramate sur la fécondité des homoptères. Les travaux d'Emanuel et Hubner (2008), montrent une réduction marquée de la fécondité des femelles après le traitement par le Movento.

On note par ailleurs, que le Spirotetramate a réduit le nombre des œufs pondus jusqu'à 100 fois. Sur le blé infesté par le nématode *Heterodera avenae*, Smiley *et al.*, (2011), montrent que le Spirotetramate (88 g/ha), a réduit la densité des œufs plus de 35% avec $p=0,03$ par rapport au témoin non traité. Chez les femelles de *B.tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) et de *M.persicae* (Homoptera : Aphididae), le nombre des œufs déposés ont été réduit de manière dépendante de la concentration (Marcic *et al.*, 2011).

L'efficacité du Movento sur la fécondité moyenne est apparue pendant les périodes de ponte de *P.blanchardi* et cela au mois d'avril et octobre seulement. Agagna (2009), signale que la pulvérisation de Spirotetramate sur les agrumes a permis d'abaisser presque 100% le taux de la fécondité de la cochenille virgule (*Lepidosaphes beckii*). Aussi, Belkhiri, (2010) montre qu'il existe une différence hautement significative avec $p=0,0082$ où la fécondité moyenne sur les palmiers traités est presque égale à la moitié de la fécondité moyenne sur les palmiers témoins. De plus, la fécondité a diminué chez les femelles traitées au Spirotetramate avec une réduction supérieure à 50% par rapport aux valeurs témoins avec un $p=0,0001$

Francesena *et al.*, (2017). De même pour *Menochilus sexmaculatus*, Azod *et al.*, (2016) signalent que la fécondité des femelles a été réduite de 64% par rapport au témoin. En outre, le Spirotetramate réduit la fécondité quotidienne des pucerons du coton (*Aphis gossypii*), pour toutes les concentrations utilisées, avec une réduction allant jusqu'à 90% (Gong *et al.*, 2016). Marcic *et al.*, (2011 et 2012) ont conclu que la fécondité de *Tetranychus urticae* a diminué de 98% après l'application de 200 mg/L de Spirotetramate, comparativement au témoin. Leur fécondité a été affectée par le fait que les œufs produits n'ont pas pu être déposés, et la plupart des femelles sont mortes après plusieurs jours, probablement en raison de l'impossibilité de pondre. Certaines femelles avaient une taille inhabituelle, en raison du nombre élevé d'œuf accumulés dans leur corps. Garcera *et al.*, (2013), ont rapporté que le taux d'application sur le terrain du Spirotetramate a réduit la fécondité d'*Aonidiella aurantii* (Homoptera : Diaspididae) sur agrumes à près de 89%.

Concernant la fertilité des œufs, elle a été significative seulement pendant les mois d'avril-mai et d'octobre-novembre. Francesena *et al.*, (2017), montrent que le Spirotetramate exerce un effet léger mais significatif sur la fertilité des œufs, produisant une réduction de ce paramètre à 8% par rapport à la valeur témoin. Aussi Mansour *et al.*, (2011), signalent que l'effet du Spirotetramate sur la fertilité a été significative avec $p=0,27$. L'éclosion des œufs pour devenir des larves du premier stade était légèrement réduite (10%) mais l'effet est significatif avec $p=0,015$ par rapport au témoin (Azod *et al.*, 2016). D'après Belkhiri *et al.*, (2013), le faible taux des larves vivantes enregistrées sur les palmiers traités est expliqué par le nombre réduit des œufs et par la diminution du taux de fertilité. On remarque aussi une bonne corrélation entre le nombre des œufs pondus et le nombre des larves vivantes sur les palmiers non traité avec $r = 0,976$. Par contre, les palmiers traités montrent aucune corrélation entre les œufs pondus et les larves vivantes avec $r=0,163$ à cause de la faible fertilité des œufs. Selon Fang *et al.*, (2018), le temps de développement de l'œuf à la larve du premier stade pour *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), traité par le Spirotetramate est significatif avec $p=0,021$.

D'après nos résultats, le Spirotetramate influence sur le développement larvaire et le passage des larves de premier stade (L_1) et les larves de deuxième stade femelle ($L_2♀$) et mâle ($L_2♂$). Emanuel et Hubner (2008), montrent aussi que la molécule du Spirotetramate est particulièrement active sur les stades immatures des insectes suceurs juste après leur mue, les nymphes apparaissent immobiles, et bientôt après, ils se dessèchent complètement. En outre,

Kühnhold *et al.*, (2008), signalent qu'après l'ingestion de la molécule active du Spirotetramate par les stades mineurs de la cochenille, la mue est stoppée grâce au blocage de leur biosynthèse des lipides. Ainsi, le Spirotetramate interfère avec la lipogénèse des larves de cochenille en empêchant la biosynthèse de leurs acides gras et de leurs dérivés biologique qui intervient dans la mue des larves (Bayer CropScience, 2008). De plus, bien que l'émergence adulte après l'exposition nymphale au Spirotetramate aux deux concentrations (10 et 20 mg/L) a été réduite l'émergence chez l'adulte de 28-64% comparaison avec le contrôle avec $p=0,0001$ (Francesena *et al.*, 2017). Les stades juvéniles des insectes cibles meurent dans les 2 à 5 jours suivant le traitement, car ils sont incapables de muer après l'ingestion du Spirotetramate (Brück *et al.*, 2009). Après un traitement avec des concentrations relativement faibles, les stades immatures (larve, protonympe, deutonympe) meurent habituellement après avoir atteint le stade suivant, c'est-à-dire proto-, deuto- ou téléiochrysalis (Marcic *et al.*, 2011). Le Spirotetramate a montré une excellente activité contre les nymphes de *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Phorodon humuli* et *B.tabaci*, elles ne pouvaient pas muer correctement et mouraient en quelques jours (Marcic *et al.*, 2011).

En conclusion, le Spirotetramate est inoffensif lorsqu'il est utilisé contre des coccinelles prédatrices, mais ceux qui appliquent l'insecticide doivent respecter les périodes de sécurité et les doses qui affirmé que le Spirotetramate peut être inclus dans un programme de lutte intégrée si appliqué tôt dans la saison (Azod *et al.*, 2016). Ne pas appliquer le Spirotetramate dans les 10 jours avant la floraison (Rogers *et al.*, 2016). Le nouveau mode d'action et l'efficacité à long terme de Spirotetramate, sont des avantages fondamentaux des cétoénols. En outre, les cétoénols ont des profils toxicologiques et éco-toxicologiques favorables et montrent un fort potentiel de mise en œuvre dans les programmes de lutte intégrée (Marcic *et al.*, 2011). Aussi, Biche *et al.*, (2011) montrent que l'efficacité de Spirotetramate, son mode d'action, sa rémanence font de lui un produit novateur, ayant un profil environnemental favorable et un impact dans un processus de lutte intégrée. Plusieurs travaux consiste à utiliser le Spirotetramate dans un programme intégrée de lutte antiparasitaire (IPM) tel que : Lozano *et al.*, (2008), Bell *et al.*, 2008, Maus (2008); Garcera *et al.*, (2013); Planes *et al.*, (2013); Vanaclocha *et al.*, 2013, Boetel *et al.*, (2017).

Conclusion

Durant les deux années expérimentales 2012 et 2013, de l'étude de la dynamique des populations de la cochenille blanche, on a constaté l'apparition de deux générations par année, une génération printano-estivale et une génération automnale. Pour l'année 2012, la première génération s'effectue du mois d'avril jusqu'au septembre et la deuxième du mois d'octobre jusqu'au novembre. En 2013, la génération printano-estivale débute au mois d'avril et s'étale jusqu'au mois d'août, suivi par une génération automnale, qui débute à partir du mois de septembre jusqu'au novembre.

En effet, on a remarqué que l'activité des populations de la cochenille dépend étroitement aux variations de températures moyennes, dont ces dernières variaient entre 17 à 36°C. Cependant, au cours les deux grandes périodes d'activité, les températures optimales étaient comprises entre 21 et 22 °C au mois d'avril, ainsi, 25 et 26°C pour le mois d'octobre.

Également, on a décelé l'absence totale des œufs pendant les mois de décembre, janvier, février et mars où les températures étaient inférieures à 17°C. Le déclenchement de la ponte est enregistré au cours de la première semaine du mois d'avril où les températures étaient comprises entre 21,3 à 22,1°C. On note aussi la présence de deux fortes périodes du ponte, une durant le mois d'avril et la deuxième en octobre.

D'autre part, les larves du 1^{er} stade (L₁) ont présenté deux pics de populations: le premier est noté au cours du mois de mai (25,8 à 26,5°C) et le deuxième est observé durant le mois de novembre (17,6 à 18,3°C).

La fluctuation des larves du 2^{ème} stade (mâles et femelles) montre aussi la présence de deux pics ; le premier pic est enregistré au cours du mois de mai et le deuxième durant le mois de novembre. Les températures moyennes enregistrées à cette date éteint comprises entre 25,8 et 26,5°C au cours du de mois de mai et entre 17,6 et 18,3 °C en novembre.

Toutefois, pour l'évolution des stades nymphaux (pronymphes et nymphes) on a remarqué la présence de trois pics. Le premier est observé au cours du mois d'avril (21,3 à 22,1°C), le deuxième durant le mois de juillet (36,2 et 34°C) et le troisième en novembre (17,6 à 18,3 °C).

L'évolution des femelles adultes, montre la présence de deux pics; le premier est observé au cours du mois de mars où les températures moyennes oscillaient entre 17,1 à 18,1°C et le deuxième est enregistré durant le mois d'octobre où les températures varient entre 25,1 à 26,3°C. De ce fait, l'importance numérique des différents stades de développement de *P.blanchardi* montre que les femelles adultes sont le stade le plus important et le plus abondant suivie par les stades larvaires L₂ et L₁. Notons également que les stades mâles (pronymphes-nymphes et mâle adulte) sont très rares dans les populations de la cochenille.

Concernant la distribution saisonnière, la plus grande proportion des populations de la cochenille est notée durant la saison printanière suivie par la saison automnale. Par contre, les plus faibles effectifs de la cochenille sont enregistrés durant la saison estivale et hivernale avec la présence d'une différence hautement significative ($p=0,0001$).

Les quatre orientations cardinales du palmier sont toutes colonisées par les différents stades de *P.blanchardi*. On a trouvé que le nombre des individus de la cochenille est légèrement élevé dans l'orientation nord suivie par l'orientation ouest. Alors qu'il est faible dans les orientations est et sud. Par ailleurs, on a remarqué, une différence non significative entre les quatre orientations.

Par ailleurs, la fécondité moyenne des femelles passe par deux fortes périodes de ponte. La première est enregistrée au mois d'avril avec 5,62 œufs/femelle pour l'année 2012 et 5,03 œufs/femelle pour l'année 2013 où la température est comprise entre 21,3 à 22,1°C. La deuxième maxima est observée au cours du mois d'octobre avec 4,24 et 4,15 œufs/femelle respectivement pour les années 2012 et 2013 où les températures sont comprises entre 25,1 à 26,3°C. Alors que la fécondité s'annule pendant la période où les températures moyennes sont inférieures à 17,1°C.

De même, on a remarqué que la fécondité est plus importante durant la saison printanière suivie par la saison automnale. Alors que la plus faible fécondité est constatée durant la saison estivale. Avec la présence d'une différence hautement significative entre la fécondité au cours des quatre saisons.

De plus, on note la présence d'une similarité remarquable entre les quatre orientations dont la fécondité est comprise entre 2,06 et 2,67 œufs/femelle, avec une légère prédominance des œufs les orientations nord et ouest. En effet, l'analyse statistique ne montre aucune différence significative de la fécondité dans les quatre orientations cardinales.

La durée d'hivernation de *P.blanchardi* a été apparemment très longue s'étalant sur trois mois: décembre, janvier et février pour les deux années d'expérimentation 2012 et 2013, par conséquent, cette période semble varier selon le microclimat de la palmeraie d'étude.

En parallèle, au cours de la saison hivernale durant lesquelles, les températures moyennes enregistrées étaient comprises entre 10,5 à 12,6 °C pour les années 2012 et 12,5 à 13,1°C en 2013 ; la population de *P.blanchardi* est prédominée par les femelles adultes, suivie par les larves de deuxième stade mâle et femelle.

Concernant l'essai de lutte, nous avons pu déterminer que l'effet de Spirotetramate est déclenché dès le 15^{ème} jour pour les larves et le 45^{ème} jour pour les adultes, donc il n'est pas un insecticide à action rapide. Avec une période de rémanence qui s'étale à environ trois mois après la pulvérisation.

La mortalité corrigée la plus élevée pour les trois doses; 450 ppm, 900 ppm et 1800 ppm est enregistrée au 90^{ème} jour pour les larves avec respectivement: 84,78; 88,00; 89,67 % et pour les adultes avec respectivement: 54,20; 60,90 ; 63,96 %. Ceci, peut nous permettre d'affirmer que la faible dose efficace est la deuxième dose ($D_2=900$ ppm).

Le Spirotetramate a réduit le nombre des œufs pondus jusqu'à 100 fois, grâce à son action sur le processus de l'ovogénèse chez les femelles et non sur leurs maturations, car il n'a aucun effet sur le taux des femelles pondeuses.

D'après nos résultats, on remarque que la fécondité moyenne dans les palmiers témoins est supérieure à celle des palmiers traités, particulièrement pendant les principales périodes de ponte; quatre fois au mois d'avril et trois fois au mois d'octobre.

Le Spirotetramate a un effet significatif sur la fertilité des œufs uniquement pendant les périodes d'activité enregistrée aux mois d'avril-mai ($p=0,0083$) et d'octobre-novembre ($p=0,0431$) et non significatif pour les autres mois de l'année.

Cependant, le Spirotetramate a influencé notablement sur le développement larvaire et le passage des larves de premier stade (L_1) et les larves de deuxième stade femelle ($L_2♀$) et mâle ($L_2♂$) pendant toute la période de notre expérimentation grâce à son effet sur la mue chez les stades larvaires.

Finalement, ce travail peut nous permettre de proposer un programme de lutte intégrée contre la population de *P.blanchardi*. Commençant, par une lutte chimique au mois d'avril avant le démarrage de la génération printanière, ainsi avant la période de la floraison des palmiers, par l'utilisation de la faible dose efficace de Spirotetramate ($D_2=900$ ppm). Puis, on accède à la lutte biologique pendant la saison printanière caractérisée typiquement par la présence naturelle de trois prédateurs autochtones; *Pharoscymnus numidicus* (Coccinellidae), *Pharoscymnus ovoideus* (Coccinellidae) et *Cybocephalus suminillum* (Nitidulidae). Après la récolte des dattes, la lutte physique paraît la plus convenable par les différentes pratiques culturales visant le nettoyage de la palmeraie notamment. Pour réussir ce programme, il est préconisé de le refaire au moins pendant trois ans successifs pour éliminer les traces de ce redoutable ravageur définitivement.

Références bibliographiques

- Abbas M., Hafeez F., Ali A., Farooq M., Latif M., Saleem M., et Ghaffar A., 2014-** Date palm white scale (*Parlatoria blanchardii* T): a new threat to date industry in Pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2 (6): Pp 49-52.
- Achoura A., et Belhamra M., 2010-** Aperçu sur la faune Arthropodologique des palmeraies d'El-Kantara. *Courrier du Savoir*, n°10: Pp 93-101.
- Achoura A., Tarai N., Belhamra M., 2013-** Impact de l'activité prédatrice sur le développement de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans une palmeraie à Biskra. *Revue des Régions Arides*, n° 35. Actes du 4^{ème} Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes: Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides', Pp 1957-1962.
- Acourene S., 2000-** Effets des types de pollen et de ciselage sur le rendement et la qualité de la datte de trois variétés (Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beida) de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Thèse de magister Sc. Agro., Inst. nat. agro. El- Harrach, 133 p.
- Agagna Y., 2009-** Effet du Spirotétramate sur une population de *Lepidosaphes beckii* (Homoptera, Diaspididae) dans un verger d'agrumes à Rouïba. Mém.Ing. ENSA. El-Harrach, 73 p.
- Al-Antary T.M., Al-Khawaldeh M.M., et Ateyyat M.A., 2015-** Economic importance and seasonal population trends of grey date scale *Parlatoria blanchardi* (Targioni Tozzetti, 1892) (Homoptera: Diaspididae) in Jordan Valley. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, Vol. 2, n° 3: Pp 101-109.
- Al-kazafy H.S., Tarek A.A., Shaker M.A., 2015-** Influence of some new insecticides on sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* and American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* and their residues in cucumber fruits. *International Journal of Advanced Research*, Vol 3, Issue 10: Pp 1874-1881.
- Allam A., 2008-** Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ (Homoptera. Diaspididae) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. Thèse Magister. INA. El-Harrach, 107 p.
- Allam A., 2016-** Study of the level of infestation by the white cochineal *Parlatoria blanchardi* Targ (Homoptera. Diaspididae) on the principal varieties of date palm in the valley of Oued Righ (South East of Algeria). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4(6): Pp 653-656.

- Alouan S.A., et Said M.I., 2009-** Biological study on the white scale of the date palm *Parlatoria blanchardi* (Targ-Tozz) in the laboratory. Proceeding of Journal Plant Protection Vol 27, 45 p.
- Amichot M., 1999-** Effet des pesticides sur les capacités d'adaptation et de reproduction des insectes. *Réponse des Organismes aux Stress Environnementaux*. INRA, n° 1112 : Pp 87-91.
- ANAT., 2002-** Etude « schéma directeur des ressources en eau » wilaya de Biskra. Phase préliminaire, 100 p.
- Azod F., Shahidi-Noghabi S., Mahdian K., et Smaghe G., 2016-** Lethal and sublethal effects of Spirotetramat and Abamectin on predatory beetles (*Menochilus sexmaculatus*) via prey (*Agonoscena pistaciae*) exposure, important for integrated pest management in pistachio orchards. *Belg. Journal. Zoololgy 146 (2)*: Pp 113-122.
- Babar T.K., Karar H., Hasnain M., Arshad M., Ahmad A., Ali A., et Akram M., 2016-** Field evaluation of new insecticides against cotton thrips (*Thrips tabaci* Lind.) in District Multan. *Pakistan Entomol*, 38(1): Pp 7-13.
- Bagnouls F., et Gaussen H., 1953-** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88: Pp 193-239.
- Bakry M.M.S., Arbabtaffi R., Abdrabbou M.A.A., et Moussa S.F.M., 2015 a-** Estimate the effect of climatic factors on population density of *Parlatoria data* scale insect, *Parlatoria blanchardii* by different models of correlation and regression. *Academic Research of Journal of Agricultural Science and Reseach*.Vol, 3(8): Pp 207-218.
- Bakry M.M.S., Salman A.M.A et Moussa S.F.M., 2015 b-** Factors affecting distribution patterns of the white date palm scale insect, *Parlatoria blanchardii* (Targiono-Tozzetti), on date palm trees at Esna district, Luxor governorate, Egypt. *AshEse Journal of Agricultural Science*.Vol, 1(2): Pp 6-13.
- Balachowsky A., 1937a-** Les cochenilles de France d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Ed. Herman et C^{ie}. Paris Coll. Act. Sci. Ind. T.I, 67p.
- Balachowsky A., 1937b-** Les cochenilles de France d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranée. Ed. Herman et C^{ie}. Paris Coll. Act. Sci. Ind. T.II, Pp 118-124.
- Balachowsky A., 1939-** Les cochenilles de France d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Ed. Herman et C^{ie}. Paris Coll. Act. Sci. Ind. T.III, 242p.
- Balachowsky A., 1954-** Les cochenilles de France d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, N°4, T.V, 163 p.

- Baldessari M., Giuliani G., Tolotti G., et Angeli G., 2012-** Efficacy of Spirotetramat (Movento®) on apple aphids. *ACTS Phytopathological Days (1)*: Pp 149-154.
- Bayer CropScience., 2008-** Projet de décision d'homologation, Spirotetramate. Ed. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire. Canada, 129 p.
- Belguedj M., 2002-** Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *Revue annuelle de L'INRAA N°1/2002*: 28-289 p.
- Belguedj M., Tirichine A. et Guerradi M., 2008-** La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa (Algérie) Ed, INRAA, El Harrach, Alger, 96p.
- Belien T., Bangels E., et Peusens G., 2013-** Integrated control of psyllids. *New perspectives in Phytoplasma Disease Management*. FAO807 workshop, Barcelona: Pp 32-37.
- Belkhiri D., 2010-** Effet d'un nouveau insecticide systémique (Spirotetramate) sur l'ovogénèse de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homo, Diaspididae) dans la région de Biskra. Mém. Magister. Univ-Biskra, 55 p.
- Belkhiri D., Mehaoua M.S., et Biche M., 2013-** Study of fecundity of *Parlatoria blanchardi* of the date palm and essay of chemical control in a palmeraie in Biskra. Proceeding of the first international symposium on date palm. Ed. *Acta Horticulturae (ISHS)*. n° 994: Pp 379-383.
- Bell J., Krueger S., et Steffens R., 2008-** Development of Movento™ for sucking pest control on annual and perennial crops in the United States. *Bayer CropScience Journal*; 61, Pp 307-312.
- Benameur-Saggou H., Idder M.A., et Cheloufi H., 2015-** Inventaire De La Faune Arthropodologique Associee a La Cochenille Blanche *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzeti sur deux variétés De Dattes (Deglet-Nour et Ghars) A Ouargla. *Revue des BioRessources, Vol 5 n° 1*: Pp 50-57.
- Benassy C., 1975-** la lutte contre les cochenilles : Interventions classiques et perspectives actuelles. INRA. Séminaire sur les insectes et les acariens des agrumes. Alger, 17 p.
- Benbouza H., 1994-** Contribution à l'étude du comportement de 24 variétés de coton *G. hirsutum* et *G. barbadense* et essai d'amélioration de la production de semences hybrides (F1) dans la région de Biskra. Thèse Ing. Inst. Nat. Ens. Sup. Batna, 96 p.
- Ben Chaabane S., Bouain A., Koualdia O., et Kreiter P., 2009-** Impact des caractéristiques chimiques du sol sur la dynamique des populations de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera diaspidid) et de ses prédateurs dans le sud tunisien. *Revue des Régions Arides n°22*: Pp 19-32.

- Benhassine S., 1991-** Importance de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targ) dans la daïra de Tolga et moyens de lutte utilisés. Mémoire de tech-sup. Inst Miliana, 32p.
- Benziouche S.E., et Chehat F., 2010-** La conduite du palmier dattier dans les palmeraies des Zibans (Algérie) quelques éléments d'analyse. *European Journal of Scientific Research*. Vol. 42. n° 4: Pp 630-646.
- Biche M., 1987-** Bioécologie de *Parlatoria oleae* Colvée (Hom. Diaspididae). Ravageur de l'olivier, *Olea europaea* L., dans la région de Cap-Djinet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe *Aphytis maculicornis* Masi (Hym. Aphelinidae). Diplôme universitaire de recherche. Université de Nice, 115 p.
- Biche M., Siafa A., Adda R., et Agagna Y., 2010-** Evaluation of Spirotetramat (insecticide) on scale insects on citrus in Algeria. Integrated Control in Citrus Fruit Crops. IOBC/WPRS Working Group. Morocco, p 40.
- Biche M et Sellami M. 2011-** Biology of *Parlatoria oleae* ((Homoptera. Diaspididae) in the area of Cap-Djnet (Algeria). *Agriculture and Biology journal of North America*, 2 (1): Pp 52-55.
- Biche M., Siafa A., Adda R., Agagna Y., et Sellami M. 2011-** Evaluation du Spirotetramat sur les populations de *Lepidosaphes beckii* (Hom.: Diasp) sur des agrumes en Algérie. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops, IOBC/wprs Bulletin Vol. 62:* Pp 123-131.
- Bodenheimer H.S., 1951-** Citrus entomology in the Middle East. Ed. Junk W, la Haye, 663 p.
- Boetel M.A., Schroeder A.J., et Rikhus J.J., 2017-** Movento hl[®]: two years of performance trials on a newly registered insecticide for sugarbeet root maggot control. *Sugarbeet Research and Education Board*, Pp 98-101.
- Boussaid L. et Maache L., 2001-** Donnée sur la bio-écologie et la dynamique des populations de *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans la cuvette d'Ouargla. Mém. Ing. Agr. ITAS. Ouargla, 94 p.
- Brac R.A., 1995-** Histoire d'une plante en méditerranée, le palmier dattier. Ed. Edisus, Tunisie, 45 p.
- Brück E., Elbert A., Fischer R., Krueger S., Kuhnhold J., Klueken A.M., Nauen R., Niebes J.F., Reckmann U., Schnorbach H.J., Steffens R., et Waetermeulen X., 2009-** Movento[®] an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: biological profile and field performance. *Journal Crop Protection*. Vol. 28 n°10: Pp 838-844.

- Brun J., 1990-** Equilibre écologique et lutte biologique. Les ravageurs du palmier dattier, les moyens de lutte contre la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targ). *Options méditerranéennes*. Sér. A/n°11, Pp 271-274.
- Chapin E., et Germain J.F., 2005-** Des ravageurs des palmiers en France, espèces établies, Introduites Ou Interceptées. 7^{ème} Conférence Internationale Sur Les Ravageurs En Agriculture Montpellier, 9 p.
- Chehma A., et Longo H.F., 2001-** Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation-Biomasse*: Pp 59-64.
- Chelli A., 1996-** Etude bio-écologie de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ (Hom. Diaspididae) a Biskra et ses ennemis naturels, Thèse Ing. INA. El-Harrach, 101p.
- Cockerell T.D.A., 1907-** The scale insects of the date palm. Agricultural Experiment Station, Arizona. *Bulletin n° 56*, Pp 185-192.
- Dakhia N., Bensalah M.K., Romani M., Djoudi A.M., et Belhamra M., 2013-** État phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au bas Sahara-Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides*, CRSTRA, Pp 5-17.
- Dajoz R., 1996-** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- Dhouibi M.H., 1991-** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Ed. INAT. Tunis, 63 p.
- Djoudi H., 1992-** Contribution à l'étude bioécologie de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans une palmeraie, dans la région de Sidi-Okba (Biskra). Thèse. Ing. Int. Nat. Ens. Sup. Batna, 114p.
- Delassus M., et Pasquier M., 1931-** Les ennemis du dattier et de la datte. Semaine du dattier, Biskra (Algérie), rapport n° 13, 15 p.
- DSA., 2018-** Direction des statistiques Agricoles wilayas de Biskra, Bilan finale de la campagne dattier 2014-2015. 2 p.
- Elizondo-Silva A.I., et Murguido-Morales C.A., 2010-** Spirotetramate, nuevo insecticida para el control de insectos chupadores en el cultivo dela papa. *Fitosanidad Vol. 14, n° 4*: Pp 229-234.
- El-Said M.I., 2000-** Survey of date palm insects in North Sinai with special reference to the ecology and biology of the species, *Parlatoria blanchardii* (Targ.-Tozz), supper family Coccoidea. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Cairo Univ, 97 p.

- El-Sherif S.I., Elwan E.A., Abd-El-Razik M.I.E., 2001-** Ecological observations on the date palm parlatoria scale, *Parlatoria blanchardi* (Targioni- Tozzettii) (Homoptera diaspididae) in north Sinai, Egypt. Second International Conference on Date Palms Al-Ain, UAE, Pp 25-27.
- Emanuel S. et Hubner K., 2008-** A new insecticide from Bayer Cropscience is particularly adept at moving through plants. Magazine. Report the next generation of servants. Ed. Bayer report. Allemande, 51p.
- Fabres G., 1984-** Bioécologie de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Hom. Pseudococcidae) en république populaire du Congo. Variation d'abondance et facteurs de régulation. *Agronomie Tropicale XXXVI-4*: Pp 32-38.
- Fabres G. et Boussiengue J. 1981-** Bioécologie de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Hom. Pseudococcidae) en république populaire du Congo. I. Cycle évolutif et paramètres biologiques. Variation d'abondance et facteurs de régulation. *Agronomie Tropicale XXXVI-1*: Pp 82-89.
- Fang Y., Wang J., Luo C., et Wang R., 2018-** Lethal and Sublethal Effects of Clothianidin on the Development and Reproduction of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) MED and MEAM1. *Journal of Insect Science*, 18(2): Pp 1-6.
- Fischer R.A et Yates F., 1975-** Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. 6th. Ed. Longman. London, Pp 6-66.
- Forrest H., 2001-** Insect pests of palms and their control. The Royal Society of Chemistry. University of Florida, USA, Pp 240-243.
- Francesena N., Desneux N., Ribeiro de Campos M., et Schneider M.I., 2017-** Side effects of Spirotetramat on pupae and adults of a Neotropical strain of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Effects on the life parameters and demography. *Environ Sci Pollut Res* (24): Pp 17719-17730.
- Garcera C., Ouyang Y.L., Scott S.J., Molto E., et Grafton-Cardwell E.E., 2013-** Effects of Spirotetramat on *Aonidiella aurantii* (Homoptera:Diaspididae) and its parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Horticultural Entomology*. Vol (106), n°5: Pp 21-26.
- Gong Y., Shi X., Desneux N., et Gao X., 2016-** Effects of Spirotetramat treatments on fecundity and carboxylesterase expression of *Aphis gossypii* Glover. *Ecotoxicology* (25): Pp 655-663.
- Hall D.G., et Nguyen R., 2010-** Toxicity of pesticides to *Tamarixia radiata*, a parasitoid of the Asian citrus psyllid. *Biocontrol* (55): Pp 601-611.

- Henderson C.F., et Tilton E.W., 1955-** Tests avec des acaricides contre les acariens de blé front, *J. Econ. Entomol.* 48: Pp 157-161.
- Hennachi S., Khitri D., Benkhalifa A. et Brac de Perrière R.A., 1998-** Inventaire variétal de la Palmier Algérienne. Ed. Anep Rouïba, Algérie, 225p.
- Hernández Fuentes L.M., López Arroyo J.I., Velázquez Monreal J.J., Urías López M.A., Gómez Jaimes R., et Robles Bermudez A., 2013-** Biological efficacy against *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) of chemical compounds applied to the soil and foliage in *Citrus latifolia* Tanaka. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.4 n°5: Pp 687-700.
- Hoceini H., 1977-** Contribution à l'étude de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ (Hom. Diaspididae) dans la région de Ain Ben Naoui (Biskra). Thèse Ing. INA. El-Harrach, 79 p.
- Hubner K., 2008-** Report the next generation of servant. Ed. Bayer crops science. Magazine n°2, 51p.
- Idder M.A., 1992-** Aperçu biologique sur *Parlatoria blanchardi* Targ (Homeptera. Diaspididinae) en palmeraies à Ouargla et utilisation de son ennemi *Pharoscygnus semiglobosus* (Coleoptera, Coccinellidae) dans le cadre d'un essai de lutte biologique. Thèse Magister. INA. El-Harrach, 102 p.
- Idder M.A., 2011-** Lutte biologique en palmeraies algériennes cas de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*), de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) et du boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*). Thèse Doctorat. ENSA. El-Harrach, 140 p.
- Idder M.A., Bensaci M., Oualan M. et Pintureau B., 2007-** Efficacité comparée de trois méthodes de lutte contre la cochenille blanche du palmier-dattier dans la région de Ouargla (Sud-est algérien) (Hemiptera, Diaspididae). *Bulletin de la société entomologique de France*, 112(2): Pp 191-196.
- Idder M.A., Pintureau B., Idder-Ighili H., et Bouameur-Saggou H., 2015-** Dynamique des populations et nombre de générations de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. Du palmier dattier dans la région d'Ouargla. *ElWahat pour les Recherches et les Etudes* Vol.8 n°1: Pp 01-10.
- Idder-Ighili H., Idder M.A., Boughezala H., et Doumandji-Mitiche B., 2013-** Relations entre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targiono-Tozzetti (Homoptera-Diaspididae) et quelques variétés de dattes a Ouargla (sud-est Algérien). *Revue des Bio-Ressources*. Vol 3: Pp 32-40.

- Idder-Ighili H., Idder M.A., Doumandji-Mitiche B., et Chenchouni H., 2015-** Modeling the effects of climate on date palm scale (*Parlatoria blanchardi*) population dynamics during different phenological stages of life history under hot arid conditions. *Int J Biometeorol, Sringer*, 13 p.
- INPV., 2000-** Bulletin phytosanitaire concernant la lutte contre la cochenille blanche du palmier dattier. Avertissement agricole. Ed .SRPV. Biskra.
- Iperti G., 1970-** Les moyens de lutter contre la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ. *Rev. El-Awamia. n°35*: Pp 105-118.
- Iperti G., 1987-** Compte rendu de mission. Intensification de la protection des cultures pour lutter contre les insectes ravageurs du palmier dattier. Projet FAO : ALG/81/010, 13 p.
- Iperti G. et Laudeho Y., 1969-** Les entomophages de *Parlatoria blanchardi* Targ dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien. *Ann. Zool. Ecol. Anim, (1)*: Pp17-30.
- Iperti G., Laudeho Y., Brun J. et Choppin E de Janvry., 1970-** Les entomophages de *Parlatoria blanchardi* Targ dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien. *Ann. Zool. Ecol. Anim, 2 (4)*: Pp 617-638.
- Iqbal J., Ali Z., Aasi M.S., Ali A., Rasul A., Begum H.A., et Nadeem M., 2018-** Evaluation of some new chemistry insecticides against cotton whitefly (*Bemisia tabaci* Genn) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pak. Entomol., 40(1)*: Pp 19-23.
- ITDAS., 2016-** Relevés des données climatiques. Ed. ITDAS. Biskra, 28 p.
- ITDAS., 2018-** Rapport annuel. Ed. ITDAS. Biskra, 6 p.
- Ixtapa Z., et Geuerro., 2015-** Propositions de nouveaux travaux sur les normes codex pour les fruits et légumes frais. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires Comité du codex sur les fruits et légumes frais 15(9) : 19 p.
- Jaworska K., Olszak R.W., Labanowska B.H., et Korzeniowski M., 2012-** Efficacy of Spirottrant in the control of pear psylla (*Cacopsylla pyri* L) on pear trees in Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant research. Vol. 20(2)*: Pp 91-106.
- Khoualdia O., Rhouma A., Brun J. et Marro J. P., 1997-** Lutte biologique contre la cochenille blanche. Introduction d'un prédateur exotique dans la palmeraie de Segdoud. *Phytoma. La défense des végétaux. n° 494*: Pp 41-42.
- Korzeniowski M., et Solarska E., 2011-** Movento- new insecticide for aphids control on hops. International Hop growers Convention, *Bayer CropScience*, Poland, Pp 83-85.
- Kühnhold J., Klueken A.M., de Maeyer L., Van Waetermeulen X., Bruck E. et Elbert A., 2008-** Movento, an innovative solution for sucking insect pest control in agriculture. Ed. *Bayer CropScience Journal n° 61*: Pp 279 - 306.

- Kumar R., Kranthi S., Nitharwal M., Jat S.L., et Monga D., 2012-** Influence of pesticides and application methods on pest and predatory arthropods associated with cotton. *Phytoparasitica* (40): Pp 417-424.
- Laudeho Y. et Benassy C., 1969-** Contribution à l'étude de l'écologie de *Parlatoria blanchardi* Targ. en Adrar mauritanien. *Fruits*, 22 (5): Pp. 273-287.
- Lebreton P., 1978-** Initiation aux disciplines de l'environnement. Ed. Inter-éditons, Paris, 239p.
- Le Rü B et Fabres G., 1987-** Influence de la température et de l'hygrométrie relative sur la capacité d'accroissement et le profil d'abondance des populations de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* (Hom., *Pseudococcidae*), au Congo. *Acta Oecologica/Oecologia Applicata*, vol. 8. n° 2, Pp 165-174.
- Lozano F., Kemper K., et Tundisi H., 2008-** Field development of Movento® Plus for sucking pest insect control in Brazil. *Bayer CropScience Journal* n° 61: Pp 329-348.
- Lümmen P., Khajehali J., Luther K., et Van Leeuwen T., 2014-** The cyclic keto-enol insecticide Spirotetramat inhibits insect and spider mite acetyl-CoA carboxylases by interfering with the carboxyltransferase partial reaction. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, n°55 : Pp 1-8.
- Madkouri M., 1973-** Etude préliminaire sur la bioécologie de *Parlatoria blanchardi* Targ (Hom. Diaspididae) dans la vallée du Draa. *Al-Awamia*, 48: Pp 39-72.
- Madkouri M., 1975-** Travaux préliminaires en vue d'une lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* (Homoptera, Diasp) au Maroc. *Options méditerranéennes*. n°26: Pp 82-85.
- Mansour R., Suma P., Mazzeo G., Kaouthar Grissa-Lebdi K., et Russo A., 2011-** Evaluating side effects of newer insecticides on the vine mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. near *Pseudococci*, with implications for integrated pest management in vineyards. *Phytoparasitica* (39): Pp 369-376.
- Marcic D., Peric P., Petronijevic S., Prijovic M., et Drobnjakovic T., 2011-** Cyclic ketoenols-Acaricides and insecticides with a novel mode of action. *Pestic Phytomed (Belgrade)* 26(3): Pp 185-195.
- Marcic D., Petronijevic S., Drobnjakovic T., Prijovic M., Peric P., et Milenkovic S., 2012-** The effects of Spirotetramat on life history traits and population growth of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) . *Experimental and Applied Acarology* Vol 56(2): Pp 113-122.

- Martin H.E., 1965-** Note sur les coléoptères xylophages *Oryctes pseudophilus* ainsi que la cochenille *Parlatoria blanchardi* du palmier dattier. Deuxième conférence technique FAO sur l'amélioration de la production et du traitement des dattes. Bagdad, 11 p.
- Masaoud L., et Mahchid Z., 2009-** The effects of climatic conditions on seasonal population fluctuation of date palm scale *Parlatoria blanchardi* Targ. (Hem: Diasp). *Plant protection journal-1* (3): Pp 277-287.
- Matallah S., 2010-** Comportement biologique de *Parlatoria blanchardi* Targ (Homoptera, Diaspididae) vis-à-vis de trois variétés de dattes dans la région de Biskra. Thèse Magister. ENSA. El-Harrach, 110 p.
- Matallah S., et Biche M., 2014-** Comportement biologique de *Parlatoria blanchardi*, cochenille blanche du palmier dattier vis à vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Revue des Régions Arides, n° 35. Actes du 4^{ème} Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides : Pp 1817-11824.
- Maus C., 2008-** Ecotoxicological Profile of the Insecticide Spirotetramat. *Bayer CropScience Journal 2* (61): Pp 159-180.
- Mehaoua M.S., 2006-** Etude du niveau d'infestation par la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra. Mém. Magister. INA. El-Harrach, 173 p.
- Messak M.R., Nezzar-Kebaili N., et Ababsa F., 2008-** Compétitivité de la filière dattes en Algérie entre le potentiel avéré et l'impuissance constatée. Prospectives agricoles, n°3. INRAA. Alger, 20 p.
- Messar E.M., 2010-** Le secteur phœnicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon. *Options Méditerranéennes*, n° 28: Pp 23-44.
- Moens J., De Clercq P., et Tirry L., 2011-** Side effects of pesticides on the larvae of the hoverfly *Episyrphus balteatus* in the laboratory. *Phytoparasitica* (39): Pp 1-9.
- Mohammedi S. et Salhi A., 2000-** Impact of the entomophagous fauna on the *Parlatoria blanchardi* Targ population in the Biskra région. Part II. Ed. INRA. Alger, 8 p.
- Mohapatra S., Deepa M., et Jagadish G.K., 2012a-** An efficient analytical method for analysis of Spirotetramat and its metabolite Spirotetramat-Enol by HPLC. *Bull Environ contam Toxicol* 88: Pp 124-128.

- Mohapatra S., Deepa M., Lekha S., Nethravathi B., Radhika B., et Gourishanker S., 2012b**- Residue dynamics of Spirotetramat and Imidacloprid in/on mango and soil. *Bull Environ Contam Toxicol* 89: Pp 862-867.
- Mortureux M., 2011**- Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'extension d'usage mineur de la préparation MOVENTO, à base de Spirotetramate, de la société Bayer SAS. Anses-n°2010, 10 p.
- Moussi A.H., 2012**- Analyse systématique et étude bio-écologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région de Biskra. Thèse doctorat. Univ-Constantine, Algérie. 113 p.
- Muneer A., Faisal H., Amjad A., Muhammed F., Muhammad L., Muhammed S., et Abdul A., 2014**- Date palm white scale (*Parlatoria blanchardi* T): a new threat to date industry in Pakistan. *Journal of entomology and zoology studies*; 2(6): Pp 49-52.
- Munier P., 1973**- Le palmier dattier. Ed. G-P. Maisonneuve et Larousse. Paris, 221p.
- Nadji N., 2011**- Influence de différents facteurs écologiques sur la dynamique des populations de la Cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ, 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans une palmeraie à Biskra. Thèse Magister, Univ- Biskra, Algérie, 72 p.
- Nauen R. Reckmann U. Thomzik J et Thielert W., 2008**- Biological profile of Spirotetramat (Movento®) – a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species. Ed. Bayer CropScience Journal 61/2. Allemande, Pp 245-278.
- Obame-Minko D, 2009**- Influence des facteurs écologiques (température et hygrométrie) sur le développement de la cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferro, Homoptera : Pseudococcidae). *Tropicultura* : Pp 21-25.
- Ozenda P., 1958**- Flore du Sahara septentrional et central. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Pp 242-563.
- Palmer C., et Vea E., 2013**- Ornamental Horticulture Program, scale and mealybug efficacy, Pp 11-45.
- Peyron G., 2000**- Cultiver le palmier dattier. France, 110 p.
- Planes L., Catalán, J., Tena, A., Porcuna, J.L., Jacas, J.A., Izquierdo, J. and Urbaneja, A. 2013**- Lethal and sublethal effects of Spirotetramat on the mealybug destroyer, *Cryptolaemus montrouzieri*. *Journal of Pest Science* 86: Pp 321-327.
- Qureshi J.A., Kostyk B.C., Stansly P.A., 2014**- Insecticidal Suppression of *Asian Citrus Psyllid Diaphorina citri* (Homoptera: Liviidae) Vector of Huanglongbing Pathogens. *Plos One* 9 (12) : 22 p.

- Ramade F., 1984-** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Hill, Paris, 197 p.
- Remini L., 1997-** Etude de comparative de la faune de deux palmeraies l'une moderne et l'autre traditionnelle dans la région de Ain Ben Noui. Biskra. Thèse. Ing. INA. El-Harrach. 138 p.
- Rhouma A., 1994 -** Le palmier dattier en Tunisie. I. Le patrimoine génétique, vol 1. Ed. Arabesques. Tunis, 254p.
- Rogers M.E., Stansly P.A., et Stelinski L.L., 2016 -** Florida Citrus Pest Management Guide: Ch. 9 Asian Citrus Psyllid and Citrus Leafminer. *IFAS Extension*, Univ-Florida, 9 p.
- Saber F.M.M., Ahmed M.A.S., et Mostafa M.B., 2012-** The negative effects of *Parlatoria blanchardii* (Targ.), infestation on the morphology and chemical characters of certain varieties of date palm trees at Luxor governorate, Egypt. *Egypt. J. Biology. Sci. Entomology*, 5(1): Pp 169-181.
- Saharaoui L., Biche M., et Hemptinne J.L., 2010-** Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae) et interaction avec leurs proies sur palmier dattier à Biskra (sud-est Algérien). *Bull. Soc. zool. Fr*, 135(3-4): Pp 265-280.
- Saighi S., Doumandji S., et Belhamra M., 2015-** Evaluation numérique des populations de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. 1868 (Hemi. Diaspididae) en fonction de la position des femelles adultes sur les folioles du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans les palmeraies des Ziban (Biskra, Algérie). *Courrier du savoir*. n° 19: Pp 41-48.
- Salhi A., 2000-** Impact de la faune entomophage sur la population de *Parlatoria blanchardi* dans la région de Biskra région. 3ème journées techniques phytosanitaires. Ed. INPV. Alger, Pp 53-57.
- Salim A.M., Amani S.M., Bakhtiy M.S., 2013-** Luxor Governorate Seasonal activity of the white date palm scale. *Bulletin of Applied and Research Science*, Vol 3, n°1: Pp 15-23.
- Sedra M.H., 2003-** Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, Technique phœnicicoles et création d'oasis, Ed, INRA, Maroc, 265 p.
- Sen K., Samanta A., Fashi Alam S.K, Dhar P.P., et Samanta A., 2017-** Bioefficacy of Ready Mixture Formulation, Spirotetramat 120 + Imidacloprid 120 - 240 SC against Sucking Pest Complex of Brinjal. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(5): Pp 2013-2018.
- SIDAB., 2017-** La Chambre de Commerce et d'Industrie des Ziban et la Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie organisent la 3^{ème} édition du Salon International de la Datte de Biskra « SIDABTECH » et ce du 02 au 04 décembre 2017.

- Singh V., Sharma N., et Sharma K.S., 2016-** A review on effects of new chemistry insecticides on natural enemies of crop pests. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 5, n° 6: Pp 4339-4361.
- Smirnoff W.A., 1951-** Aperçu sur le développement de quelques cochenilles parasites des agrumes au Maroc. Ed. Service de la Défense des végétaux, Rabat, 29 p.
- Smirnoff W. A., 1954-** Aperçu sur le développement de quelques cochenilles parasites des agrumes au Maroc. Ed. Service Défense des végétaux, Rabat, 29 p.
- Smirnoff W.A., 1957-** La cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ) en Afrique de nord. Comportement, importance économique, prédateurs et lutte biologique. *Entomophaga*, Tome II. n°1, 98 p.
- Smiley R., W., Marshall, J. M., and Yan, G. P. 2011-** Effect of foliarly applied Spirotetramat on reproduction of *Heterodera avenae* on wheat roots. *Plant Dis.* 95: Pp 983-989.
- Stewart P., 1969-** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; quelques réflexions. *Bull. soc. Hist. Afr. Du Nord*: Pp 24-25.
- Stickney F.S., 1934-** The external anatomy of the *Parlatoria* date scale, *Parlatoria blanchardi* Targioni Tozzetti with studies of the head skeleton and associated parts. Technical Bulletin n° 431, 68 p.
- Taylor J. J., et Mizuho N., 2016-** Spatio-temporal association of GLRaV-3 infected grapevines, and effect of insecticidal treatments on mealybug populations in Virginia vineyards. *European Journal of Plant Pathology*, (145): Pp 885-900.
- Tirichne M., 2003-** Etude relative à l'élaboration de direction phytosanitaire pour le déplacement du germoplasme certifié du palmier dattier. Magreb Date Palm Project (RAB 98/ G 31). INPV. Ghardaïa-Algérie, 6 p.
- Tong-Sang G., 2010-** La liste des substances actives et préparations commerciales de pesticides autorisées en Polynésie française. *Journal Officiel de la Polynésie Française Arrêté n° 80*: Pp 504-516.
- Tourneur J. C. et Lecoustre R., 1975-** Cycle de développement et table de vie de *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera, Diaspididae) et son prédateur exotique en Mauritanie *Chilocorus bipustulatus* L. var. *iranensis* (Coleoptera, Coccinellidae). *Fruits*. Vol. 30. n° 7-8: Pp 481-497.
- Tourneur J. C., Pham A. et Hugues R., 1975-** Evolution des infestations de *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera, Diaspididae) au cours de l'année dans l'Adrar Mauritanien. *Fruit*. Vol. 30. n°11: Pp 681-685.

- Tourneur J. C., Lenormand C., Moukeila Maiguizo M., Sizaet A., Soulez P. et Vilardebo A., 1976-** Intervention bio-écologique au Niger destinée à lutter contre la cochenille du palmier dattier : *Parlatoria blanchardi* Targ (Homoptera, Diaspididae) par l'introduction de *Chilocorus bipustulatus* L. var. *iranensis* (Coleoptera, Coccinellidae). *Fruits*. Vol. 31. n° 12: Pp 763-773.
- Toutain G., 1967-** Le palmier dattier, culture et production. *Al-Awamia*. n°25: Pp 83-151.
- Vanaclocha P., Vidal-Quist C., Oheix S., Monton H., Planes L., Catalan J., Tena A., Verdu M.J., et Urbaneja A., 2013-** Acute toxicity in laboratory tests of fresh and aged residues of pesticides used in citrus on the parasitoid *Aphytis melinus*. *Journal Pest Science* (86): Pp 329-336.
- Varghese T.S., et Mathew T.B., 2012-** Evaluation of newer insecticides against chilli aphids and their effect on natural enemies. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, Vol. 18, n°1: Pp 114-117.
- Vasseur A., et Schvester D., 1957-** Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) en France. *Annales des Epiphyties et de Phytogénétiq*ue, Institut National de Recherche Agronomique, Paris, 8: Pp 5-161.
- Zenkhrri S., 1988-** Tentative d'une lutte biologique par l'utilisation de *Pharoscytmnus semiglobosus* Kaesh (Coleoptera, Cochenillage) contre *Parlatoria blanchardi* Targ (Homoptera, Diaspididae). Dans la région d'Ouargla. Thèse Ing. Inst. Technique d'agriculture saharienne. Ouargla, 68 p.
- Zhu Y., Liu X., Xu J., Dong F., Liang X., Li M., Duan L., Zheng Y., 2013-** Simultaneous determination of Spirotetramat and its four metabolites in fruit and vegetables using a modified quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe method and lipid chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, Pp 71-77.

Site internet:

Food and Agriculture Organization ., 2018- La production des dattes dans le monde, Banc des données statistiques, F.A.O.STAT,. <http://www.fao.org>.

Google Earth, 2018- Consulter le: 11/01/2018.

Google Maps, 2018- Consulter le: 11/01/2018.

Annexes

Annexe 1 : Données climatiques moyennes mensuelles dans la station d'ITDAS durant l'année 2012 (ITDAS, 2016).

Paramètres Mois	Température (°C)			Précipitation (mm)	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (%)
	Max	Moy	Min				
Janvier	18,1	12,2	6,3	0,0	57,7	3,4	79,0
Février	15,5	10,5	8,7	66,0	32,7	4,4	78,7
Mars	23,3	17,1	10,8	6,0	42,3	3,3	66,3
Avril	27,1	21,3	15,4	5,0	39,3	5,8	73,3
Mai	33,3	26,5	19,7	0,0	31,3	3,3	82,3
Juin	40,7	34,0	27,3	0,0	24,0	3,0	69,0
Juillet	43,0	36,2	29,3	1,0	23,3	3,1	82,0
Août	42,5	35,7	28,9	0,0	25,3	2,1	80,0
Septembre	36,0	29,5	23,0	4,0	32,0	2,4	69,7
Octobre	30,8	25,1	19,4	80,0	44,7	2,9	69,0
Novembre	23,5	18,3	16,4	23,0	59,7	4,8	70,7
Décembre	18,4	12,6	6,7	2,0	54,7	3,3	82,3

Annexe 2 : Données climatiques moyennes mensuelles dans la station d'ITDAS durant l'année 2013 (ITDAS, 2016).

Paramètres Mois	Température (°C)			Précipitation (mm)	Humidité (%)	Vent (m/s)	Insolation (%)
	Max	Moy	Min				
Janvier	18,1	13,1	8,0	15,0	54,0	3,7	72,3
Février	18,1	12,5	6,6	2,0	46,3	4,3	73,7
Mars	23,5	18,1	12,7	18,0	43,3	4,9	66,3
Avril	28,4	22,1	15,8	25,0	36,3	3,9	69,3
Mai	32,8	25,8	19,3	1,0	32,3	4,8	79,0
Juin	36,4	29,6	22,7	20,0	28,7	3,5	82,0
Juillet	40,3	34,0	27,7	0,0	29,0	9,4	81,0
Août	38,9	32,2	25,5	11,0	31,7	2,1	81,3
Septembre	35,5	29,8	24,1	43,0	28,0	2,4	63,0
Octobre	32,3	26,3	20,3	34,0	47,0	2,9	67,0
Novembre	22,4	17,6	12,7	0,0	45,0	4,8	76,0
Décembre	18,0	12,6	7,1	15,0	61,7	3,3	63,7

Résumé

ملخص

Abstract

Résumé

Effet de Spirotetramate sur la reproduction de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ., 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Biskra

Notre travail consiste à étudier la dynamique des populations de la cochenille blanche du palmier dattier durant deux années successives dans la station d'ITDAS à Ain Ben Noui. Pour permettre l'application d'un essai de lutte par la pulvérisation d'un insecticide systémique ; le Spirotetramate qui agit sur l'ovogénèse des femelles et inhibe la mue chez les larves, par l'utilisation des trois doses : $D_1=450$ ppm, $D_2=900$ ppm et $D_3=1800$ ppm.

Le suivi de la dynamique a permis la présence de deux générations successives et chevauchantes durant chaque année ; une génération printano-estivale et une génération automnale, avec un période de diapause longue qui s'étale sur trois mois; décembre, janvier et février. Aussi, on a constaté que la fécondité printanière est la plus importante soit trois fois plus de la fécondité estivale. Pendant la saison hivernale où les températures moyennes sont inférieures à $17,1^{\circ}\text{C}$ la fécondité était nulle. Par ailleurs, l'orientation des palmes n'influe pas sur l'évolution des populations ni sur la fécondité des femelles de *P.blanchardi*.

L'effet de Spirotetramate a été déclenché dès le 15^{ème} jour pour les larves et le 45^{ème} jour pour les adultes et cet effet s'échelonne jusqu'à le 90^{ème} jour après l'application. La mortalité corrigée la plus élevée pour les trois doses a été enregistrée au 90^{ème} jour pour les larves avec respectivement: 84,78%; 88,00% et 89,67% et pour les adultes avec respectivement: 54,20 %; 60,90% et 63,96%. Le Spirotetramate a réduit le nombre des œufs pondus jusqu'à 100 fois. La fécondité moyenne dans les palmiers témoins est supérieure à la fécondité moyenne sur les palmiers traités près de trois à quatre fois. Aussi le Spirotetramate a un effet sur la fertilité des œufs pendant la première période d'activité seulement qui a été enregistrée au mois d'avril. Par contre, son effet sur la mue des larves (L_1 , L_2^{\ominus} et L_2^{\ominus}) a été enregistré pendant toute la période de notre expérimentation. Donc, le Spirotetramate peut être utilisé dans un programme de lutte intégrée contre la cochenille blanche.

Mots clés : Dynamique, palmier dattier, *Parlatoria blanchardi*, génération, reproduction, lutte, Spirotetramate, Biskra.

ملخص

تأثير سبيروتيتيرامات على تكاثر حشرة بارلاتوريا بلانشاردي تارج، 1868 (هوموبتيرا، دياسبيديدا) لنخيل التمر في منطقة بسكرة

يهدف هذا العمل لدراسة ديناميكية مجتمعات الحشرة القشرية لنخيل التمر لمدة سنتين متتابعين بالمعهد التقني لتطویر الفلاحة الصحراوية بعين بنوي ببسكرة. كما يسمح بالقيام بتجربة مبيد حشري عن طريق الرش المباشر ألا و هو السبيروتيتيرامات والذي له تأثير على تكون البويضات لدى الاناث و تثبيط الانسلاخ لدى اليرقات و ذلك باستعمال ثلاث تراكيز: التراكيز 1: 450 جزء من المليون، التراكيز 2: 900 جزء من المليون و التراكيز 3: 1800 جزء من المليون.

أظهرت نتائج تتبع ديناميكية مجتمعات هذه الحشرة وجود في كل سنة جيلين متتابعين و متداخلين، جيل ربيعي-صيفي و جيل خريفي إضافة الى مرحلة سبات طويلة دامت ثلاثة أشهر: ديسمبر، جانفي و فيفري. كما لاحظنا أن الخصوبة الربيعية أهم بثلاث مرات من الخصوبة الصيفية. خلال فصل الشتاء حيث متوسط درجات الحرارة يكون أقل من 17,1 درجة مئوية الخصوبة تكون منعدمة، في حين اتجاه جريد النخيل ليس له تأثير لا على خصوبة الاناث ولا على تطور ديناميكية مجتمعات هذه الحشرة.

يظهر تأثير السبيروتيتيرامات بعد اليوم الخامس عشر من تطبيقه لدى اليرقات و اليوم الخامس و الاربعون لدى الطور البالغ ويستمر تأثيره الى غاية اليوم التسعين بعد رشه . أعلى نسب الوفيات سجلت بعد 90 يوم بالنسبة للتراكيز الثلاث حيث تقدر نسب الوفيات لدى اليرقات ب 84,78% ، 88% و 89,67% على التتابع و بالنسبة للبالغين، نسب الوفيات تقدر ب 54,29%، 60,90% و 63,96% على التتابع. السبيروتيتيرامات خفض عدد البويضات 100 مرة. معدل الخصوبة في النخيل الشاهد أكبر بثلاث الى أربع مرات من معدل الخصوبة في النخيل المعالج. للسبيروتيتيرامات كذلك تأثير على خصوبة البويضات خلال الفترة الاولى من نشاط الحشرة والذي سجل خلال شهر أفريل في حين تأثيره على انسلاخ اليرقات قد سجل طول فترة التجربة . لذا يمكن استعمال السبيروتيتيرامات في برنامج متكامل لمكافحة هذه الافة.

الكلمات المفتاحية: ديناميكية ، نخيل التمر، بارلاتوريا بلانشاردي، الجيل، التكاثر، مكافحة، سبيروتيتيرامات، بسكرة.

Abstract

Effect of Spirotetramate on the reproduction of the date palm white scale *Parlatoria blanchardi* Targ., 1868 (Homoptera, Diaspididae) in the Biskra

Our work consists in studying the population dynamics of white date palm scale during two successive years in ITDAS station in Ain Ben Noui. To permit the appliance of a chemical control tests by the spraying of a systemic insecticide; Spirotetramat which acts on ovogenesis of females and inhibits larvae molting, by the use of the three doses: $D_1=450$ ppm, $D_2=900$ ppm and $D_3=1800$ ppm.

Monitoring of dynamics has recorded the presence of two successive and overlapping generations during each year; a spring-summer generation and an autumn generation, with a long diapause period spread over three months; December, January and February. Also, spring fecundity has been found to be the most important, three times more than summer fecundity. During the winter season, when average temperatures are below 17.1°C , fecundity was nil. In addition, the orientation of the palms does not influence the evolution of the populations or the fecundity of the *P.blanchardi* females.

The effect of Spirotetramat was triggered as early as for larvae in 15th day and tacked 45th day for adults; this effect extends up to the 90th day after application. The highest corrected mortality for the three doses was recorded at day 90 for the larvae with 84.78%; 88.00% and 89.67% and that of adults with 54.20%; 60.90% and 63.96%. Spirotetramat reduced the number of eggs laid up to 100 times. Average fecundity in witness palms was higher than average fecundity on treated palms for three to four times. In addition, Spirotetramat had an effect on egg fertility only during the first period of activity recorded in April. On the other hand, its effect on larvae molting (L_1 , L_2^\ominus and L_2^\ominus) was recorded during all the period of our experimentation. In this regard, Spirotetramat can be used in an integrated control program against white scale.

Key words: Dynamic, date palm, *Parlatoria blanchardi*, generation, reproduction, control, Spirotetramate, Biskra.