UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques

***Année :*2017-2018**

N° d'enregistrement :
/…./…./…./…./

THESE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat ès sciences en Sciences Agronomiques

Utilisation de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* (Coleoptera-Coccinellidae) dans une tentative de lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi*Targ. (Homoptera-Diaspididae) dans les palmeraies à Ouargla (Sud-est algérien)

Présentée et soutenue publiquement
Par
BENAMEUR-SAGGOU Hayet

Le 16/10/2018
Devant le jury composé de :

SEKOUR Mekhlouf	**Professeur**	**U.K.M. Ouargla**	**Président**
IDDER Mohamed Azzedine	**Professeur**	**U.K.M. Ouargla**	**Promoteur**
CHELOUFI Hamid	**Professeur**	**U.K.M. Ouargla**	**Rapporteur**
BICHE Mohamed	**Professeur**	**E.N.S.A. Alger**	**Rapporteur**
SOUTTOU Karim	**Professeur**	**U.Z.A. Djelfa**	**Rapporteur**
KEMASSI Abdellah	**M.C.A.**	**U. de Ghardaïa**	**Rapporteur**

Dédicace

À mes très chers parents qui m'ont soutenue et encourager durant toute la période de mes études et à qui je souhaite une longue et heureuse vie.

A mon époux Mohamed

A mes enfants Dhia eddine, Oumeima et Amira

A ma sœur Nadia et son époux Rachid et ses enfants Mohyeddine et Rania

A ma sœur Meriem

Aux familles Saggou, Benameur et Babou

Je dédie ce modeste travail

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur le professeur IDDER Mohamed Azzedine pour l'encadrement qu'il m'a offert, les encouragements qu'il m'a prodigué et pour leur conseils judicieux.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur SEKOUR Mekhlouf pour avoir bien voulu présider ce jury, je le prie de trouver ici l'expression de ma respectueuse gratitude.

Je voudrais également remercier Monsieur CHELOUFI Hamid, Monsieur BICHE Mohamed, Monsieur SOUTTOU Karim et Monsieur KEMASSI Abdellah pour avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères respects.

Je tiens à remercier Monsieur SAHARAOUI Lounes de l' ENSA El harrach d'Alger pour son aide si précieux dans la détermination des espèces des coccinelles et de la faune, Monsieur HANNACHI Slimane, Monsieur BELAROUSSI Med El Hafed et Madame CHAOUECH Saïda pour leurs aides dans le traitement des résultats. Je tiens à représenter mes remerciements à Madame IDDER-IGHILI Hakima pour leur aide et leur conseil judicieux.

Mes profondes gratitudes vont également à Mademoiselle CHIBANI Aicha de la société étatique "Algérienne des eaux", au personnel du laboratoire de CRD SONATRACH de HAassi Messaoud et du laboratoire de Bioressources de l'université KASDI-Merbah Ouargla.

Je tiens à présenter mes remerciements à Monsieur BENYEHKEM Rachid, Monsieur EL BEGUI Abdelkader, Monsieur LAROUSSI Mourad, Monsieur HAMADI Riyad et Monsieur DJEMEI Mohamed pour leurs aides et leurs encouragements.

Je remercie également la famille OUACHIR de Mekhadma et la famille KHEMIS du Ksar de Ouargla pour m'avoir permis de réaliser ce travail dans leurs palmeraies.

Mes remerciements vont aussi à tous mes amies : BENBRAHIM Keltoum, BAZZINE Meriem et CHENNOUF Rekia.

Enfin, je tiens à remercier très particulièrement mon époux Mohamed grâce à sa patience, son aide et son encouragement durant ces années d'étude, mes enfants qui ont su patienter durant ces années de travail sans oublier ma mère, mon père et mes sœurs Nadia et Meriem ainsi ma belle mère Kheira, Mustapha et toute la famille BENAMEUR pour leurs soutiens.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1.	Situation géographique de la région d'étude	**05**
2.	Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla (2006- 2015)	**10**
3.	Climagramme d'Emberger pour la région d'Ouargla	**11**
4.	Figuration schématique du palmier dattier	**16**
5.	Stades de développement de la cochenille blanche	**24**
6.	Pygidium de *Parlatoria blanchardi*	**25**
7.	Cycle biologique de *Parlatoria blanchardi*	**27**
8.	Caractères morphologiques et anatomiques de *Pharoscymnus ovoideus* Sic.	**40**
9.	Caractères morphologiques et anatomiques de *Pharoscymnus numidicus* Pic.	**43**
10.	Schéma parcellaire dela station de Mekhadema	**47**
11.	Schéma parcellaire de l'exploitation de l'université Kasdi-Merbah Ouargla	**49**
12.	Transect végétal au niveau de la station de Mekhadma	**52**
13.	Transect végétal au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla	**53**
14.	Fréquences des familles botaniques inventoriées au niveau des deux sites d'étude	**61**
15.	Richesse spécifique des invertébrés inventoriés (A) et des ordres des insectes inventoriés (B) au niveau des deux sites d'étude S1 et S2	**64**
16.	Richesse spécifique des vertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2	**66**
17.	Répartition trophique des invertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2	**67**
18.	Répartition trophique des vertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2	**68**

19. Analyse des correspondances multiples de la faune au niveau des deux sites d'études	**69**
20. Dynamique de population de *Parlatoria blanchardi* (vivants) durant une année (Octobre 2012 à Septembre 2013 sur deux cultivars de dattes et au niveau de deux sites d'étude (A: cultivar Deglet-Nour du site de Mekhadma, B: cultivar Ghars du site de Mekhadma, C: cultivar Deglet-Nour de l'exploitation de l'université, D: cultivar Ghars de l'exploitation de l'université) dans la région de Ouargla	**81**
21. Evolution des effectifs de cochenilles vivantes et mortes sur deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) et au niveau des deux sites d'études (A: palmeraie de Mekhadma, B: Exploitation de l'université de Ouargla) durant une année	**83**
22. Taux d'infestation des deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) par la cochenille blanche au niveau des deux sites d'étude	**86**
23. Cercle de corrélation des variables biochimiques des folioles et des taux d'infestation des folioles (AZ: azote, P: phosphore, TE: teneur en eau, K: potassium, Na: sodium, Ca: calcium, Mg: magnésium, T Inf: taux d'infestation, ST: sucres totaux, K/Ca+ Mg: rapport cationique) sur les axes F1 et F2	**92**
24. Répartition spatial desvariables biochimiques des folioles, du taux d'infestation et des pieds des cultivars Deglet-Nour et Ghars sur les deux axes F1 et F2	**93**
25. Répartition des arthropodes associés à la cochenille blanche par ordre	**98**
26. Fréquences centésimales des espèces coléoptères capturées sur les deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)	**102**
27. Cycle biologique de *Pharoscymnus ovoideus*	**120**
28. Cycle biologique de *Pharoscymnus numidicus*	**121**
29. Evolution du nombre de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* durant la période Oct.2012 au Sept. 2013 sur les cultivars Ghars et Deglet-Nour (A et B)	**122**
30. Voracité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* alimentées par des cochenilles blanches de deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)	**124**
31. Voracité de *P. ovoideus* et *P. numidicus* en fonction de leurs sexes	**125**
32. Voracité des larves L4 de *P. ovoideus* et *P. numidicus* alimentées par des cochenilles blanche du cultivar Deglet-Nour et Ghars.	**126**

33. Voracité de *P. ovoideus* et *P. numidicus* en présence des cochenilles blanche de Deglet-Nour et Ghars avec ratio 50:50	**127**
34. Evolutions temporelles des populations de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* et leurs proie (cochenille blanche) sur le cultivar Deglet-Nour	**131**
35. Evolutions temporelles des populations de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* et leurs proie *Parlatoria blanchardi* sur le cultivar Ghars	**132**
36. Dispositif expérimental des lâchers des *Pharoscymnus*	**135**

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1.	Données climatiques de la région d'Ouargla (2006-2015)	8
2.	Répartition variétale des palmiers dattiers dans la station de Mekhadma	46
3.	Répartition variétale des palmiers dattiers dans l'exploitation de l'Université de Ouargla	50
4.	Inventaire floristique au niveau du site1et 2	62
5.	Inventaire faunistique des arthropodes au niveau des sites1et 2	63
6.	Inventaire des vertébrés au niveau des sites 1 et 2	65
7.	Description des deux sites d'étude	73
8.	Caractéristiques de la partie végétative et des fruits des deux cultivars étudiées	74
9.	Nombre, période et durée de générations de la cochenille blanche sur deux cultivars Deglet-Nour et Ghars	84
10.	Dosage de quelques éléments minéraux des folioles des deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)	88
11.	Inventaire des arthropodes associés à la cochenille blanche dans l'exploitation de l'université d'Ouargla	97
12.	Richesse totale et moyenne des espèces échantillonnées sur les deux cultivars de palmier dattier	100
13.	Fréquence centésimale, Fréquence d'occurrence des espèces capturées sur les deux cultivars étudiés pendant une année	101
14.	Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), la diversité maximale (H'max) et l'équitabilité (E) appliquée aux espèces inféodées aux cultivars Ghars et Deglet-Nour	103
15.	Mensuration moyenne des différents stades pré-imaginaux des deux espèces de coccinelles étudiées	107
16.	Durée moyenne des différents stades biologiques de *P. ovoideus* et *P. numidicus* sous trois degrés de températures (24°C, 26°C et 28°C) et une humidité relative de 40± 4,5%	115
17.	ANOVAs à 2 facteurs (espèce de coccinelles-température) sur la durée de développement des différents stades des coccinelles.	116
18.	Taux de mortalité des différents stades pré-imaginal des deux espèces de coccinelles étudiées sous trois degrés de température (24 °C, 26 °C et 28 °C)	117
19.	Nombre et durée de génération de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus* sur deux cultivars Deglet-Nour et Ghars	123
20.	Notation et estimation du degré d'infestation du palmier dattier par la cochenille blanche	134
21.	Efficacité de la prédation de la cochenille blanche par *P. ovoideus* et *P. numidicus* sur le cultivar Deglet-Nour	137
22.	ANOVA à deux facteurs (espèces et dose de traitements) et son influence sur la prédation des coccinelles	137
23.	Signification des lâchers des *Pharoscymnus* en fonction des doses de traitement	138

Liste des photos

N°	Titre	Page
1.	Infestation par la cochenille blanche*Parlatoria blanchardi*	29
2.	Photo satellitaire des sites d'étude	46
3.	Folioles des cultivars Ghars (A) et Deglet-Nour (B)	95
4.	Coupe transversale d'une foliole du cultivar Ghars	96
5.	Coupe transversale d'une foliole du cultivar Deglet-Nour	96
6.	*Pharoscymnus ovoideus* Gr.x32	99
7.	*Pharoscymnus numidicus* Gr.x32	99
8.	*Cybocephalus seminillum* Gr.x32	99
9.	*Stethorus punctillum* Gr.x40	99
10.	*Crysopa vulgaris* (adulte) Gr.x32	99
11.	*Crysopa vulgaris* (larve) Gr.x32	99
12.	Argiopidae *sp*. Gr.x40	99
13.	*Lepisiota frauenfeldi*Gr.x40	99
14.	Mensurations de*Pharoscymnus numidicus* Gr.x40	109
15.	Mensurations de*Pharoscymnusovoideus* Gr.x40	109
16.	Dimorphisme sexuel sur le dernier sternite abdominal (A: *P. ovoideus*, B: *P.numidicus*)	110
17.	Terminalia mâle de *P. ovoideus* (A) et *P. numidicus* (B)	110
18.	Terminalia femelle de *P. ovoideus* (A) et *P. numidicus* (B)	111
19.	Dispositif d'élevage des coccinelles au laboratoire	112
20.	Multiplication de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* au laboratoire	130
21.	Elevage de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* au niveau du terrain	130

Liste des abréviations

ONS	Office Nationale des Statistiques
ONM	Office National de la Météorologie
DSA	Direction des Services Agricoles
INPV	Institut National de la protection des végétaux
ITAS	Institut Technologique d'Agronomie Saharienne
ANOVA	Analysis of variance (Analyse de la variance)
ACM	Analyse des Composantes Multiples
ACP	Analyse des composantes principales

Utilisation de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* (Coleoptera-Coccinellidae) dans une tentative de lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* (Homoptera-Diaspididae) dans les palmeraies à Ouargla (Sud-est algérien)

Résumé

Notre étude concernant la lutte biologique contre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* par l'utilisation de deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* a fait appel à plusieurs démarches.

L'inventaire faunistique et floristique des deux sites d'étude, la palmeraie de Mekhadema (S1) et l'exploitation de l'université de Ouargla (S2) nous a permis de recenser 33 espèces floristiques et 47 espèces faunistiques en (S1) alors 12 espèces floristiques et 21 espèces faunistiques ont été inventoriées en (S2). Une prédominance a été notée pour les phytophages et les zoophages sur les deux sites d'étude avec l'existence des chaînes de détritus en (S1). L'entretien et la richesse floristique d'un biotope contribuent à sa diversité et son équilibre.

Dans la région d'Ouargla, la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* présente trois générations dont la plus importante est la génération printanière. L'estimation du taux d'infestation de ce ravageur, nous a permis de constater que le site d'étude (1) est plus infesté que le site 2 et le cultivar Deglet-Nour présente des taux d'infestation plus élevés par rapport à Ghars. Les facteurs microclimatiques caractérisant chaque station contribuent à ces taux d'infestations par la cochenille blanche.

L'étude de l'effet de la composition chimique (N, Ca, Mg, K, P, Na, sucres totaux et teneur en eau) et la structure morphologique et histologique des folioles sur le taux d'infestation par la cochenille blanche montre que le cultivar Ghars présente un rapport cationique (K/Ca+Mg) plus important qui contribue à ce cultivar une résistance contre le ravageur contrairement à Deglet-Nour riche en Mg. Les coupes histologiques montrent aussi une rigidité de l'épiderme du Ghars favorisant une résistance contre ces homoptères.

L'inventaire de la faune arthropodologique associée à la cochenille blanche a permis de recenser 16 espèces appartenant à 02 classes, 06 ordres et 11 familles. L'analyse écologique des espèces inventoriées a montré que les fréquences centésimales les plus élevées sont enregistrées pour *Cybocephalus seminillum*, *Camponotus sp.*, *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* avec des pourcentages respectivement de 14,97; 13,53; 12,70 et 11,57. Les fréquences d'occurrence des deux espèces retenues pour la lutte biologique *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* sont respectivement 56,94 % et 50,69% sur Deglet-Nour et 55,55 % et 52,08 % sur Ghars. Ces deux espèces sont régulières. La diversité des pieds des cultivars Deglet-Nour et Ghars par cette faune associée est assez importante et elle est en état d'équilibre.

La durée des cycles biologiques des deux coccinelles coccidiphages étudiées à savoir *P. ovoideus* et *P. numidicus* sous trois degrés de température (24 °C, 26 °C et 28 °C) est inversement corrélée avec ce paramètre. À 28 °C, *P. ovoideus* a achevé son cycle en 34,5±1,76 jours et *P. numidicus* en 37,4±0,98 jours. Les deux espèces de coccinelles présentent deux générations annuelles, une génération printanière (plus importante) et une génération automnale.

L'étude de la voracité montre que *P. ovoideus* est plus vorace que *P. numidicus*. Elle dévore une moyenne de 26,59 individus / 24h de cochenilles du cultivar Ghars et 27,08 individus de cochenilles de cultivar Deglet-Nour. Les femelles sont plus voraces que les mâles pour cette espèce. Il est à signaler que ces espèces ne présentent aucune préférence alimentaire vis-à-vis des cochenilles blanches des deux cultivars étudiés.

La tentative de lutte biologique par des lâchers de *P. ovoideus* et *P. numidicus* sur le cultivar Deglet-Nour par deux doses (30 et 120 coccinelles / arbre) a montré que les deux coccinelles présenté une efficacité qui est corrélée positivement avec le nombre de coccinelles lâchées. L'espèce *P. ovoideus* est toujours plus vorace par rapport à *P. numidicus* avec un taux de prédation de 32,40 %. La forte dose est la plus significative de point de vue diminution de l'infestation par la cochenille blanche.

Mots clés: Ravageur, Infestation, Coccinelles coccidiphages, Prédation, Biotope, Ouargla.

Use of *Pharoscymnus ovoideus* and *Pharoscymnus numidicus* (Coleoptera-Coccinellidae) in an attempt at biological control against *Parlatoria blanchardi* (Homoptera-Diaspididae) in palm groves of Ouargla (South-eastern Algeria)

Abstract

Our study on the biological control against white scale *Parlatoria blanchardi* by the use of two ladybird's coccidiphagous *Pharoscymnus ovoideus* and *Pharoscymnus numidicus* appealed several steps.

The inventory of the flora and fauna composition of the two study sites, the palm grove of Mekhadema (S1) and the exploitation of the University of Ouargla (S2) allowed us to identify 33 floristic species and 47 faunistic species were recorded in (S1), while 12 floristic species and 21 faunistic species were inventoried in (S2). Predominance was noted for phytophagous and zoophagous on both study sites with the existence of detritus chains in (S1). The maintenance and the floristic richness of a biotope contribute to its diversity and its balance.

In the region of Ouargla, white scale *Parlatoria blanchardi* presents three generations, the most important of which is the spring generation. The estimated rate of infestation of this pest, we found that the study site (1) is more infested than site 2 and the cultivar Deglet-Nour has higher infestation rates compared to Ghars. The microclimatic factors characterizing each station contribute to these levels of infestations by the white scale.

The study of the effect of the chemical composition (N, Ca, Mg, K, P, Na, total sugars and water content) and the morphological and histological structure of the leaflets on the white scale infestation rate shows that the cultivar Ghars has a higher cationic ratio (K / Ca + Mg) which contributes to this cultivar a resistance against the pest contrary to Deglet-Nour rich in Mg. The histological sections show stiffness of the epidermis of Ghars also promoting resistance against these homopterans.

The inventory of the fauna associated with the mealy bug has identified 16 species belonging to 02 classes, 06 orders and 11 families. The ecological analysis of the inventoried species has shown that the highest centesimal frequencies are recorded for *Cybocephalus seminillum*, *Camponotus sp*., *Pharoscymnus ovoideus* and *Pharoscymnus numidicus* with percentages respectively of 14,97; 13,53; 12,70 and 11,57. The frequency of occurrence of the two species selected for biological control *Pharoscymnus ovoideus* and *Pharoscymnus numidicus* are respectively 56,94% and 50,69% on Deglet-Nour and 55,55% and 52,08% on Ghars. These two species are regular. The diversity of the feet of cultivars Deglet-Nour and Ghars by this associated fauna is quite important and it is in a state of equilibrium.

The duration of biological cycles of the two coccidiphagous ladybirds *P. ovoideus* and *P. numidicus* under three degrees of temperature (24 ° C, 26 ° C and 28 ° C) is inversely correlated with this parameter. At 28 ° C, *P. ovoideus* completed its cycle at 34,5 ± 1,76 days and *P. numidicus* at 37,4 ± 0,98 days. Both lady birds species have two annual generations, one spring generation (longer) and one autumn generation.

The study of voracity shows that *P. ovoideus* is more voracious than *P. numidicus*. It devours an average of 26,59 individuals / 24h of Ghars scale and 27,08 individuals of Deglet-Nour cultivar scale. Females are more voracious than males for this species. It should be noted that these species do not have any preference for food with respect to the white scale of the two cultivars studied.

The biological control attempt by releases of *P. ovoideus* and *P. numidicus* on the Deglet-Nour cultivar by two doses (30 and 120 ladybirds / tree) showed that both ladybirds presented an efficiency that is positively correlated with the number of ladybirds released. *P. ovoideus* is always more voracious than *P. numidicus* with a predation rate of 32.40%. The high dose is the most significant from the diminishing of the white scale infestation.

Keywords: Pest, Infestation, Coccidiphagous Ladybirds, Predation, Biotope, Ouargla

استخدام *Pharoscymnus ovoideus* و *Pharoscymnus numidicus* ((Coleoptera-Coccinellidae) في محاولة للمحاربة البيولوجية على *Parlatoria blanchardi* (Homoptera-Diaspididae) في بساتين النخيل بورقلة (جنوب شرق الجزائر)

ملخص

بواسطة *استعمال صنفين من* الدعسوقات *Parlatoria blanchardi* دراستنا حول المحاربة البيولوجية ضد حشرة القرمزة البيضاء تندرج *في اربعة أجزاء*.*Pharoscymnus numidicus* و*Pharoscymnus ovoideus*

الدارسة التركيبة النباتية والحيوانية للموقعين الدراسيين (غابة نخيل في مخادمة و مزرعة جامعة ورقلة) افضت الى تحديد 33 نوعا من النباتات و 47 نوعا الحيوانات في الموقع الاول و 12 نوعا نباتيا و 21 نوعا حيوانيا في الموقع الثاني. ولوحظ وجود هيمنة للحيوانات العاشبة واللاحمة في الموقعين الدراسيين مع وجود سلاسل غذائية من المخلفات. ان خدمة البيئة الحيوية تساعد على توازنها.

في منطقة ورقلة سجلنا وجود ثلاثة أجيال لحشرة القرمزة البيضاء حيث أن الجيل الربيعي هو الأطول مرحلة و الأشد اصابة. تقييم نسبة الاصابة بهاته الحشرة في الموقعين الدراسيين اظهر ان موقع الدراسي (1) اكثر اصابة من الموقع (2) وصنف دقلة نور له معدلات إصابة أعلى مقارنة بغرس. تسهم العوامل المناخية الدقيقة التي تميز كل محطة في هذه المستويات من الإصابة بالقرمزة البيضاء.

دراسة تأثير التركيب الكيميائي (N، Ca، Mg، K، P، Na ، السكريات الكلية والمحتوى المائي) والهيكل المورفولوجي والنسيجي للخوص على معدل الإصابة بالحشرة القرمزة البيضاء اظهرت أن لصنف غرس نسبة كاتيونية (K / Ca + Mg) أعلى تساهم في مقاومته ضد هاته الآفة على عكس دقلة نور الغنية بالمغنيسيوم. هاته النتائج تم تأكيدها من خلال مقاطع عرضية لأوراق نخيل صنف غرس والتي تتميز بصلابة أكثر للخلايا المكونة للنسيج الواقي «القشرة».

ان احصاء مفصليات الأرجل المرتبطة بحشرة القرمزة البيضاء أظهرت وجود 16 صنف يندرج في مرتبتين و 06 فئات و 11 عائلة. أظهر التحليل الإيكولوجي للأنواع التي تم إحصاؤها أن أعلى الترددات المئوية تم تسجيلها عند *Cybocephalus seminillum* ، *Camponotus sp* ، *Pharoscymnus ovoideus* و *Pharoscymnus numidicus* بنسب مئوية متتالية 14,97 ؛ 13,53. 12,70 و 11,57. تواتر وجود النوعين المختارين للمحاربة البيولوجية *Pharoscymnus ovoideus* و *Pharoscymnus numidicus* على التوالي 56,94٪ و 50,69٪ على دقلة نور و 55,55٪ و 52,08٪ على صنف غرس. هذان النوعان منتظمان. ان التنوع في صنفي دقلة نور و غرس بواسطة الحيوانات المصاحبة لحشرة القرمزة البيضاء له أهمية كبيرة وهو في حالة من التوازن.

ان مدة دورة الحياة البيولوجية للدعسوقتين *P.ovoideus* و *P. numidicus* تحت ثلاث درجات من الحرارة (24 درجة مئوية ، 26 درجة مئوية و 28 درجة مئوية) مربطة عكسيا مع هذه المتغير. عند 28 درجة مئوية، أكملت *P. ovoideus* دورتها في 34,5 ± 1,76 يومًا و *P. numidicus* في 37,4 ± 0,98 يومًا. سجل لهذين النوعين من الخنافس جيلين في السنة، الجيل الربيعي (الاهم) والجيل الخريفي. وتبين دراسة شراهة هاتين الدعسوقتين أن *P. ovoideus* أكثر شرهًا من *P. numidicus* حيث يلتهم في المتوسط 26,59 من الأفراد / 24 ساعة من حشرة القرمزة البيضاء لصنف غرس و 27,08 من الأفراد / 24 ساعة من صنف دقلة نور. تعتبر الإناث أكثر شراهة من الذكور لهذا النوع. تجدر الإشارة إلى أن هذه الدعسوقتين ليس لديها أي تفضيل للغذاء فيما يتعلق بحشرة القرمزة البيضاء لصنفي النخيل.

محاولة المكافحة البيولوجية بإطلاق *P. ovoideus* و *P. numidicus* على صنف دقلة نور بواسطة جرعتين (30 و 120 دعسوقة / شجرة) أظهرت أن كلا الدعسوقتين قدمت كفاءة ترتبط بشكل إيجابي مع عدد الخنفساء المطلقة, و ان *P. ovoideus* دائما أكثر شره من *P. numidicus* بنسبة افتراس تقدر ب 32,40 ٪. ان الجرعة العالية هي الأكثر أهمية من حيث تناقص الإصابة بحشرة القرمزة البيضاء.

كلمات المفتاح: الآفات ، الإصابة ، الدعسوقات اكلات حشرات القرمزة ، الافتراس ، المكان الحي, ورقلة

Table des matières

Remerciements
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des photos
Liste des abréviations
Résumé
Abstract
ملخص
Table des matières
Introduction générale…….. 01

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre 1. Présentation de la région d'étude : Ouargla

1.1. Situation géographique de la région……..... 05
1.2. Description physique de la région…….. 06
1.2.1. Géomorphologie……...……... 06
1.2.2. Pédologie……...……... 06
1.2.3. Hydrogéologie……..... 07
1.2.4. Climat de la région…….…….. 07
1.2.4.1. Facteurs climatiques…….. 08
1.2.4.1.1. Températures……..... 08
1.2.4.1.2. Pluviosité……..…….. 09
1.2.4.1.3. Humidité relative de l'air……..…….. 09
1.2.4.1.4. Evaporation……..…….. 09
1.2.4.1.5. Vents……..... 09
1.2.4.1.6. Insolation……..... 09
1.2.4.2. Synthèse climatiques…… 10
1.2.4.2.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) ……. 10
1.2.4.2.2. Climagramme d'EMBERGER …….. 11
1.3. La faune et la flore de la région d'étude……..……..... 12
1.3.1. Faune de la région d'étude……... 12
1.3.2. Flore de la région d'étude…… 13

Chapitre 2. Présentation de la plante hôte: le palmier dattier

2.1. Historique et origine…….…... 14
2.2. Répartition géographique…….…... 14
2.3. Taxonomie…….. 15
2.4. Position systématique…….…. 15
2.5. Morphologie du palmier dattier…….. 15
2.5.1. Système racinaire……..… 16
2.5.2. Système végétatif aérien…….. 16

2.5.3. Inflorescence…….... 17
2.5.4. Fruit ou datte…….... 17
2.6. Exigences écologiques……..... 18
2.6.1. Exigences climatiques…….. 18
2.6.2. Exigences édaphiques…….. 18
2.6.3. Exigences hydriques…… 18
2.7. Maladies et ennemis du palmier……. 19
2.7.1. Maladies cryptogamiques……. 19
2.7.1.1. Le Bayoud…… 19
2.7.1.2. Le Belâat ou pourriture du bourgeon……... 19
2.7.1.3. Le Khamedj ou la pourriture de l'inflorescence…….. 20
2.7.2. Ravageurs du palmier dattier…….. 20
2.7.2.1. *Oligonychus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939)……. 20
2.7.2.2. Pyrale de datte *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839)……. 21
2.7.2.3. *Apate monachus*……..... 21
2.7.2.4. La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* (Targioni Tozzetti, 1892)……. 21

Chapitre 3. La cochenille blanche du palmier dattier
***Parlatoria blanchardi* Targ. 1892**

3.1. Historique……..... 22
3.2. Origine et répartition géographique……..... 22
3.3. Classification…….. 22
3.4. Synonymies et appellations courantes…… 23
3.5. Description morphologique…… 23
3.5.1. Œuf…… 23
3.5.2. Larves……... 23
3.5.3. Mâles…….. 24
3.5.4. Femelles……. 24
3.6. Caractères microscopiques…….. 25
3.7. Biologie de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*……... 26
3.7.1. Fécondation…….. 26
3.7.2. Ponte et fécondité……. 26
3.7.3. Cycle biologique…….. 26
3.8. Nombre de générations……... 28
3.9. Dégâts…… 29
3.10. Moyens de lutte……... 30
3.10.1. Lutte culturale…….. 30
3.10.2. Lutte physique…….. 30
3.10.3. Lutte chimique…… 31
3.10.4. Lutte biologique……... 31

Chapitre 4. Lutte biologique et description des auxiliaires naturels utilisés à Ouargla

4.1. Définition de la lutte biologique…… 32
4.2. Les organismes utilisés en lutte biologique…… 32
4.3. Grands types de lutte biologique…… 33
4.3.1. Lutte biologique par acclimatation…….. 33
4.3.2. Lutte biologique sans acclimatation…… 34
4.3.2.1. Lutte biologique par inondation…… 34

4.3.2.2. Lutte biologique par inoculation……... 34
4.3.3 Lutte biologique par conservation…… 34
4.4. La lutte biologique en Algérie…… 35
4.4.1. La lutte biologique contre la cochenille blanche…… 36
4.5. Description des espèces utilisées en lutte biologique……. 38
4.5.1. *Pharoscymnus ovoideus* (Sicard, 1929)……... 38
4.5.1.1. Classification…… 38
4.5.1.2. Description…… 39
4.5.1.2.1. Tête……. 39
4.5.1.2.2. Pronotum……... 39
4.5.1.2.3. Elytres……... 39
4.5.1.2.4. Face sternale……... 39
4.5.1.3. Régime alimentaire……... 40
4.5.1.4. Durée du cycle……... 41
4.5.2. *Pharoscymnus numidicus* (Pic, 1900)…….. 41
4.5.2.1. Classification…… 41
4.5.2.2. Description…… 41
4.5.2.2.1. Tête……. 42
4.5.2.2.2. Thorax…… 42
4.5.2.2.3. Elytres……... 42
4.5.2.2.4. Face sternale……... 43
4.5.2.3. Régime alimentaire……... 43
4.5.2.4. Durée du cycle……... 44

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre I. Composition faunistique et floristique des sites d'étude : indicatrice de la biocénose

Introduction…… 45
1.1. Matériel et méthodes……... 45
1.1.1. Matériel et méthodes utilisés sur terrain……... 45
1.1.1.1. Présentation des sites d'étude…… 45
1.1.1.1.1. Palmeraie de Mekhadma……..... 46
1.1.1.1.2. Exploitation de l'université Kasdi Merbah Ouargla ……... 48
1.1.1.2. Transects végétaux…… 50
1.1.1.2.1. Transect végétal au niveau de la palmeraie de Mekhadma…… 51
1.1.1.2.2. Transect végétal au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla…… 51
1.1.1.3. Matériel et méthodes d'inventaire de la faune et la flore…….. 54
1.1.1.3.1. Flore……..…… 54
1.1.1.3.2. Faune……..…… 54
1.1.1.3.2.1. Invertébrés……... 54
1.1.1.3.2.1.1. Pot piège ou pot barber ……..……...…….. 54
1.1.1.3.2.1.2. Filet fauchoir……... 55
1.1.1.3.2.1.3. Le battage……..……... 55
1.1.1.3.2.1.4. Piège lumineux …… 55
1.1.1.3.2.1.5. Toile moustiquaire ……..…… 56
1.1.1.3.2.1.6. Piège à eau sucré ……. 56
1.1.1.3.2.1.7. D'autres matériel et méthodes de capture……... 56

1.1.1.3.2.1.8. Matériel de conservation des échantillons…….…….. 57
1.1.1.3.2.2. Vertébrés……..… 57
1.1.1.3.2.2.1. Oiseaux……...…….. 57
1.1.1.3.2.2.2. Mammifères…….…… 58
1.1.1.3.2.2.3. Reptiles……. 59
1.1.1.3.2.2.4. Poissons et amphibiens…… 59
1.1.1.3.2.3. Nématodes……..……. 59
1.1.2. Matériel et méthodes utilisés au laboratoire…… 60
1.1.2.1. Détermination des espèces capturées……...…….. 60
1.1.3. Analyse statistique……... 60
1.2. Résultat et discussions……..…….. 61
1.2.1. Inventaire floristique…… 61
1.2.1.1. Répartition de la flore dans les deux stations d'étude……... 61
1.2.2. Inventaire faunistique……... 63
1.2.2.1. Invertébrés……. 63
1.2.2.2. Vertébrés……... 65
1.2.3. Répartition trophique de la faune……. 66
1.2.3.1. Répartition trophique des invertébrés inventoriés…… 66
1.2.3.2. Répartition trophique des vertébrés inventoriés…… 68
1.2.4. Interaction faune - palmeraie……...…… 68
Conclusion……. 71

Chapitre II. Interaction entre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* et son cultivar

Introduction…… 72
2.1. Matériel et méthodes …… 72
2.1.1. Bio-écologie et estimation du taux d'infestation de la cochenille blanche sur deux cultivars de palmier dattier……. 72
2.1.1.1. Echantillonnage sur terrain …….. 72
2.1.1.2. Au laboratoire……...… 74
2.1.1.2.1. Comptage des cochenilles par l'utilisation de la méthode d'EUVERTE…….. 74
2.1.2. Effet de la composition biochimique et la structure morphologique et histologique des folioles des deux cultivars sur taux d'infestation par la cochenille blanche……. 75
2.1.2.1. Etude de la composition biochimique des folioles…… 75
2.1.2.1.1. Teneur en eau……. 75
2.1.2.1.2. Dosages des éléments minéraux ……..……. 75
2.1.2.2. Etude de la structure histologique des folioles des deux cultivars étudiés…….. 76
2.1.2.3. Analyses statistiques……. 76
2.1.3. Inventaire de la faune associée à la cochenille blanche……..……. 77
2.1.3.1. Echantillonnage sur terrain……... 77
2.1.3.1.1. Méthodes d'échantillonnage……... 77
2.1.3.1.1.1. Le battage……... 77
2.1.3.1.1.2. Capture à la main……...……. 78
2.1.3.2. Au laboratoire……... 78
2.1.3.2.1. Observation des échantillons……..……... 78
2.1.3.3. Exploitation des résultats par les indices écologiques……. 78
2.1.3.3.1. Indice de composition…… 79
2.1.3.3.1.1. Richesse totale…… 79
2.1.3.3.1.2. Richesse moyenne……...……... 79

2.1.3.3.1.3. Fréquence centésimale……..... 79
2.1.3.3.1.4. Fréquence d'occurrence…….. 79
2.1.3.3.2. Indice de structure…….. 80
2.1.3.3.2.1. Indice de diversité de Shannon -Weaver…… 80
2.1.3.3.2.2. Indice de diversité maximale…….. 80
2.1.3.3.2.3. Equitabilité…..…… 80
2.2. Résultats et discussions……... 81
2.2.1. Bio-écologie de la cochenille blanche……..... 81
2.2.1.1. Dynamique de population de *Parlatoria blanchardi*……..... 81
2.2.1.2. Evolution des effectifs vivants et morts de la cochenille blanche…… 83
2.2.1.3. Nombre et durée de générations de *Parlatoria blanchardi*……...……... 84
2.2.1.4. Taux d'infestation de la cochenille blanche sur les deux cultivars et au niveau des deux sites d'étude…….….. 85
2.2.2. Effet de la composition biochimique et la structure morphologique et histologique des folioles sur le taux d'infestation par la cochenille blanche…… 88
2.2.2.1. Composition biochimiques des folioles des deux cultivars étudiés…… 88
2.2.2.1.1. Taux d'azote…….……..... 89
2.2.2.1.2. Taux de calcium……...……..... 89
2.2.2.1.3. Taux de magnésium……... 89
2.2.2.1.4. Taux de potassium…… 90
2.2.2.1.5. Taux de phosphore…… 90
2.2.2.1.6. Taux de sodium……..... 90
2.2.2.1.7. Le rapport K/Ca+Mg…… 91
2.2.2.1.8. Teneur des sucres totaux…… 91
2.2.2.1.9. Teneur en eau…..…… 91
2.2.2.2. Relation entre le taux d'infestation par la cochenille blanche et les propriétés biochimiques des folioles……...…. 92
2.2.2.3. Effet de la structure morphologique et histologique des folioles sur le taux d'infestation par la cochenille blanche……..…… 95
2.2.2.3.1. Morphologie des folioles……... 95
2.2.2.3.2. Histologie des folioles…… 96
2.2.3. La faune associée à la cochenille blanche…… 97
2.2.3.1. Inventaire qualitatif……... 97
2.2.3.2. Analyse écologique des espèces associées à la cochenille blanche et capturées sur les deux cultivars étudiés……... 100
2.2.3.2.1. Richesse totale et moyenne…… 100
2.2.3.2.2. Fréquence centésimale et fréquence d'occurrence……. 101
2.2.3.2.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité……. 103
Conclusion…… 104

Chapitre III. Etude des deux coccinelles coccidiphages
Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus

Introduction…… 105
3.1. Etude de la morphologie et génitalia des deux espèces de coccinelles…… 105
3.1.1. Matériel et méthodes…… 105
3.1.1.1. Au niveau du terrain…….. 105
3.1.1.1.1. Choix des sites d'étude……... 105

3.1.1.1.2. Capture des coccinelles…….. 105
3.1.1.2. Au laboratoire……... 106
3.1.1.2.1. Dissection des coccinelles ……..…… 106
3.1.1.2.2. Anatomie "Montage desgénitalia" …….. 106
3.1.2. Résultats et discussions…… 107
3.1.2.1. Description morphologique des deux coccinelles*Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*……... 107
3.1.2.1.1. Stades pré-imaginaux……..... 107
3.1.2.1.2. Description de la coccinelle……... 108
3.1.2.2. Différenciation des sexes……..... 110
3.1.2.3. Génitalia des deux espèces de coccinelles étudiées……..…… 110
3.2. Etude de la bio-écologie des deux espèces de coccinelles retenues……... 111
3.2.1. Matériel et méthodes……..... 111
3.2.1.1. Au niveau du terrain…..……. 111
3.2.1.2. Au laboratoire……..…….. 111
3.2.1.2.1. Etude du cycle biologique…….. 111
3.2.1.2.1.1. Elevage des coccinelles……... 111
3.2.1.2.2. Etude de la voracité et les préférences alimentaires des deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*.....……. 113
3.2.1.2.2.1. Test de voracité……... 113
3.2.1.2.2.2. Test des préférences alimentaires……...…… 114
3.2.1.2.3. Analyses statistiques…….……. 114
3.2.2. Résultats et discussions…….……... 115
3.2.2.1. Bio-écologie des deux coccinelles étudiées ……..…….. 115
3.2.2.1.1. Effet de la température sur le cycle biologique au laboratoire…….. 115
3.2.2.1.2. Taux de mortalité……... 117
3.2.2.1.3. Fécondité……...……. 118
3.2.2.1.4. Longévité……... 118
3.2.2.1.5. Description du cycle biologique…… 119
3.2.2.2. Nombre de générations……. 122
3.2.2.3. Voracité des deux espèces de coccinelles *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* alimentés par la cochenille blanche…….. 124
3.2.2.3.1. Influence du sexe des coccinelles sur la voracité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*……... 125
3.2.2.3.2. Voracité des larves L 4 des deux espèces de coccinelles étudiées……. 126
3.2.2.3.3. Préférence alimentaire des deux coccinelles coccidiphage *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*……... 127
Conclusion……. 128

Chapitre IV. Efficacité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*dans la lutte biologique contre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*

Introduction…… 129
4.1. Détermination des périodes des lâchers…….. 129
4.1.1.Matériel et méthodes utilisés pour le suivi de l'évolution temporelle des *Pharoscymnus* et de *Parlatoria blanchardi*……..... 129
4.1.2. Matériel et méthodes utilisés pour l'élevage et la multiplication des coccinelles…… 129
4.1.3. Résultats et discussions…… 131
4.1.3.1. Evolutions temporelles des populations de cochenille blanche et des deux 131

coccinelles coccidiphages……..
4.1.3.2. Résultats sur la multiplication des coccinelles…….……. 133
4.1.3.2.1. Au niveau du laboratoire……..……. 133
4.1.3.2.2. Au terrain……..……. 133
4.2. Essai des lâchers des *Pharoscymnus*……... 134
4.2.1. Matériel et méthodes…… 134
4.2.1.1. Matériel…..…… 134
4.2.1.2. Méthodologie du travail…… 134
4.2.1.3. Analyses statistiques……..…….. 136
4.2.2. Résultat et discussions…… 136
4.2.2.1. Efficacité des lâchers de *P. ovoideus* et *P. numidicus*…….. 136
4.2.2.2. Signification des lâchers des *Pharoscymnus*…… 138
Conclusion……. 139

Conclusion générale…… 140
Références bibliographiques…….. 145
Annexes

Introduction générale

Introduction générale

En Algérie, le Sahara occupe deux millions de km^2, soit les 4/5 du territoire national et y vit plus de 10 % de la population nationale (O.N.S., 2009). Devant les conditions sahariennes hostiles, mise à part les espèces spontanées xérophytes ayant accompli une longue évolution adaptative, le palmier dattier est la seule plante cultivée qui non seulement manifeste une tolérance remarquable à ces conditions sévères, mais aussi constitue la charpente incontournable pour la biocénose oasienne (KHENE et SENOUSSI, 2013). Il crée un microclimat favorable au développement des cultures et il est largement cultivé pour ces multiples usages et ces services éco-systémiques, en particulier pour ses fruits comestibles.

La culture du palmier dattier constitue sans aucun doute une spéculation importante sur le plan socio-économique dans l'agriculture saharienne algérienne (FELAICHI, 2005). Il joue un rôle majeur pour les populations de ces régions pour lesquelles il fournit d'une part un fruit, la datte dont les qualités alimentaires sont indéniables et qui constitue une source de revenus très appréciables pour plus de 100 000 familles du Sud algérien avec 9 % des exportations agricoles, d'autre part une multitude de sous-produits (culinaire, artisanal et menuiserie…) (BOUGUEDOURA et *al*., 2015).

La palmeraie algérienne, s'étend sur une superficie de 163 985 ha avec un nombre total de palmiers de 18 201 640. La production annuelle est d'environ 7 893 570 quintaux de dattes (BLAMA-MERZAIA, 2014).

Les palmeraies de la région d'Ouargla présentent une importance écologique et économique considérable.Economiquement**,** le potentiel phœnicicole actuel de la wilaya d'Ouargla est à la fois riche et diversifié. Il compte plus de 2 590 185 pieds et s'étend sur une superficie de plus de 22 093,58 ha dont 2 143 816 pieds produisant 1 416 665 qx de dattes (DSA, 2016).

Sur le plan de diversité variétale, ces palmeraies regroupent 55 cultivars dont 22 sont rares (IDDER-IGHIL, 2015) parmi environ 1000 cultivars recensés en Algérie (BOUGUEDOURA et *al*., 2015).

Des travaux d'inventaire des espèces faunistiques abritant cet écosystème annoncent une diversité faunistique considérable (BEKKARI et BENZAOUI, 1991; BENHENNI et DJEROUBI, 2003; BENAMEUR-SAGGOU, 2009 et IDDER-IGHILI, 2015).

Les diagnostics de ces palmeraies ont fait ressortir un ensemble disparate de contraintes qui sont en interdépendance. Ces contraintes sont à l'origine d'un grave déséquilibre écologique qui risque fort de devenir irréversible si des actions urgentes ne sont pas entreprises (IDDER et *al*., 2008, DOUMADA, 2014).

Le palmier dattier et sa production sont attaqués par un ensemble de maladies et de déprédateurs qui affectent la production et la qualité des dattes. Les principales maladies qui causent actuellement des dégâts considérables en Algérie sont d'ordre cryptogamique; le Bayoud *Fusarium oxysporum* et le Khemedj *Mauginiella scaettae*.

Actuellement dans les palmeraies de la région d'Ouargla, plusieurs déprédateurs prennent essor, la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ., la pyrale des dattes *Ectomyeloïs ceratoniae* Zeller, et le bouferoua *Oligonychus afrasiaticus* Mc. Gregor (DOUMANDJI, 1981; DOUMANDJI-MITICHE, 1983, IDDER, 1984; BOUAFIA, 1985; BENADOUN, 1987; RAACHE, 1990; HADDAD, 2000; SAGGOU, 2001; IDDER-IGHILI, 2008; IDDER, 2011).

Les cochenilles appartiennent à la superfamille des Coccoïdae divisée en 23 familles et 7 700 espèces. Trois familles provoquent d'importants dégâts économiques dans le monde : les Coccidae, les Pseudococcidae et les Diaspididae (KREITER, 2011).

La cochenille blanche (Homoptera – Diaspididae) demeure le ravageur le plus redoutable, il n'existe aucune région phœnicicole indemne de l'attaque par ce déprédateur (IDDER, 1992). Les dernières estimations du taux d'infestation de la cochenille blanche dans la région d'Ouargla faite par IDDER-IGHIL (2015) annoncent que certaines cultivars tel que Hamraya arrive un nombre de 63,33 individus / cm^2.

Selon LUCAS (1993), les progrès techniques dans le domaine de l'agriculture sont caractérises par une utilisation massive d'engrais et de pesticides. S'ils ont permis d'augmenter considérablement la productivité agricole, ces changements drastiques ont également engendré de nombreux problèmes à savoir la pollution de l'environnement, toxicité à tous les niveaux de la chaîne trophique, phénomène de résistance acquise chez les organismes nuisibles et des grandes pullulations chez des ravageurs non visés.

La lutte contre les ravageurs des cultures en Algérie passe généralement par l'utilisation d'insecticides. Mais ces traitements s'avèrent souvent insuffisamment efficaces, certaines espèces développant même des races résistantes aux produits organiques de synthèse. Afin de pallier à ces inconvénients, plusieurs chercheurs se

penchent actuellement sur des moyens de lutte biologique dans le but de limiter les pullulations et la nocivité des divers ennemis des cultures (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998).

Considérant que les palmeraies sont des écosystèmes fragiles et complexes à la fois, toute intervention brutale et non contrôlée peut à court terme engendrer des pathologies souvent irréversibles dans ces milieux. La lutte biologique en palmeraie pourrait être une alternative à la lutte chimique en lui associant d'autres moyens de lutte non agressifs vis-à-vis du milieu (IDDER, 2011).

La lutte biologique a très vite été un moyen efficace pour lutter contre les cochenilles. Elle est une des plus efficaces compte tenu de la sédentarité de ces ravageurs (FOLDI, 2003). Depuis longtemps, plusieurs essais de lutte biologique contre la cochenille blanche ont été réalisés sur des palmeraies du monde (BALACHOWSKY, 1925; IPERTI, 1970; LAUDEHO et *al*., 1970; STANSLY, 1984).

Dans les palmeraies algériennes, peu de tentatives ont été réalisées pour la lutte contre cette diaspine, citons les travaux effectués dans la région d'Ouargla par ZENKHRI, (1987); IDDER, 1992; MAHMA, (2003) et IDDER et *al*., (2011) et cela par l'utilisation des Coccinilidae.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail par une tentative de lutte biologique contre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* du palmier dattier par l'utilisation de deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* Sicard et *Pharoscymnus numidicus* Pic. dans la région de Ouargla.

Toute tentative de lutte biologique par l'utilisation des auxiliaires naturels d'un ravageur repose sur des étapes primordiales que nous avons mises en place.

La première partie de ce travail, présente un ensemble de données bibliographiques sur la représentation de la région d'étude, de la plante hôte représentée par le palmier dattier *Phoenix dactylefera*, le déprédateur la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* et les deux coccinelles prédatrices utilisées en lutte biologique *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*.

La partie expérimentale s'articule autour de quatre parties complémentaires:

- Une reconnaissance des sites d'étude par un inventaire qualitatif de la faune et de flore. Cette étape est importante avant toute intervention sur un agro-système.

- Etude de la bio-écologie de la cochenille blanche et l'influence de quelques facteurs biotiques et abiotiques sur le taux d'infestation par cette diaspine.
- Etude de quelques paramètres bioécologiques de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* et l'influence de quelques facteurs biotiques sur la voracité de ces deux coccinelles coccidiphages.
- Une tentative de lâchers de petite envergure des deux coccinelles coccidiphages.

Ce travail a été réalisé à l'Université KASDI-Merbah-Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et au Laboratoire de Recherche sur la Phœniciculture sous la direction de Mr. IDDER Mohamed Azzedine.

Partie bibliographique

Chapitre 1

Présentation de la région d'étude

Partie bibliographique

Chapitre 1. Présentation de la région d'étude: Ouargla

1.1. Situation géographique

Larégion d'Ouargla est située au Sud-est de l'Algérie, la ville est à une distance de 790 km d'Alger. La wilaya d'Ouargla occupe une superficie de 163.233 km^2, elle demeure l'une des collectivités administratives les plus étendues. Elle se retrouve dans le Nord-est de la partie septentrionale du Sahara (5° 19' E; 31° 57' N, altitude 157 m) (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).Elle est limitée au Nord par la wilaya de Biskra, au Nord-est par la wilaya d'El Oued, au Nord-ouest par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa, à L'Est par la Tunisie, au Sud-est par la wilaya d'Illizi, et au Sud-ouest par la wilaya de Tamanrasset (Fig. 1).

Ouargla se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Cette cuvette est située dans le plongement de l'exutoire naturel du grand bassin versant du Sahara septentrional, elle est limitée au Nord par l'Atlas Saharien et au Sud par le plateau de Tademaït, à l'Est et à l'Ouest par les ergs oriental et occidental (LEGER, 2003).

Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Ouargla (Google Maps, 2017)

1.2. Description physique de la région

1.2.1. Géomorphologie

La région d'Ouargla correspond à la basse vallée fossile (quaternaire) de l'oued Mya qui descend en pente douce (1%) du plateau de Tadmaït et se termine à 20 km au Nord de Ouargla. La vallée atteint alors près de 30 km de large (HAMDI-AÏSSA et *al.*, 2000).Elle se distingue en quatre ensembles géomorphologiques d'Ouest en Est:

- Le plateau de la Hamada pliocène, à l'Ouest de Ouargla, s'abaisse légèrement d'Ouest en Est. Il est à 220 m au-dessus de la vallée fossile (quaternaire).
- Les glacis, sur le versant Ouest de la cuvette, s'étagent du plus ancien au plus récent, d'Ouest en Est sur quatre niveaux de 140 m à 200 m. Les glacis de 160 m et de 180 m, sont très visibles.
- Le chott et la sebkha constituent le niveau le plus bas. Le chott correspond à la bordure de la sebkha. Le bas-fond se caractérise par la présence d'une nappe phréatique permanente, très peu profonde (1 à 5 m) dans le chott, qui affleure en surface au centre de la sebkha.
- Les dunes de formations éoliennes récentes en petits cordons, d'environ 150 m d'altitude, occupent l'Est et le Nord-Est de Ouargla et bordent les sebkhas le long de la vallée de l'oued Mya (LEGER, 2003).

1.2.2. Pédologie

Au Sahara, le facteur de la formation des sols est essentiellement le vent. Il s'y ajoute l'ampleur des variations thermiques, notamment journalières (DUTIL, 1971 et DUBOST, 1991). Les sols sahariens sont généralement peu évolués et dépourvus d'humus (HALITIM, 1985).Ceuxde la région d'Ouargla sont squelettiques de texture sableuse etde structure particulaire**,** le pH est alcalin. Le taux de salinité est très important à cause de la remonté des eaux de la nappe phréatique (KAFI, 1977).

Sur le plateau, les sols présentent une surface graveleuse; reg à graviers ou pierreuse; reg à pierres. Sur le glacis, le sol est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique, hérité de l'altération du grès à sable rouge du mio-pliocène. C'est le sol le plus pauvre en gypse de la région. Dans le chott, l'horizon de surface est une croûte gypseuse épaisse ou polygonale blanchâtre, partiellement couverte de voiles de sable éolien gypso-siliceux.Les sols salés de la sebkha se caractérisent par une salure extrêmement élevée de l'horizon de surface et des croûtes et efflorescences salines continues (HAMDI-AÏSSA et *al*., 2000).

1.2.3. Hydrogéologie

Les eaux souterraines constituent la principale source hydrique dans la région d'Ouargla. ROUVILLOIS-BRIGOL (1975) distingue trois nappes différentes constituées par la nappe phréatique, la nappe du complexe terminal et la nappe du continent intercalaire. Selon LEGER (2003), ces nappes présentent les caractéristiques suivantes :

- Nappe phréatique (nappe superficielle)

Cette nappe à une profondeur de 1 à 8 m selon les lieux et les saisons. Elle circule dans les sables dunaires et les alluvions de l'oued Mya, et repose sur un substrat étanche, imperméable de plus de 20 mètre d'épaisseur qui empêche toute communication entre cette nappe et la nappe Mio-pliocène. La nappe s'écoule librement des points hauts vers les points bas, perpendiculairement aux isopièzes et n'à aucune possibilité de remonter de la Sebkhet Safioune vers le Chott de Ouargla ou la sebkha d'Oum Raneb (LEGER, 2003).

- Nappe du complexe terminal (CT)

Sur le territoire algérien, il existe en effet deux formations aquifères distinctes dans ce Complexe Terminal. La première est contenue dans les sables du Mio-Pliocène, tandis que la seconde se trouve dans le Sénonien supérieur et l'Eocène inférieur (Sénonien pour Ouargla principalement). L'écoulement de ces deux aquifères s'effectue du sud-ouest vers le nord-est (GUENDOUZ, 1985).

La nappe Mio-pliocène est contenue dans les sables grossiers atteints vers 30 à 65 m de profondeur par les puits artésiens jaillissants qui irrigue les palmeraies, la teneur en sel est d'environ 2 à 3 g/l. Pour la nappe du sénonien est sous le sol de la vallée de l'oued Mya, elle se trouve à une profondeur d'environ 200 m (LEGER, 2003).

- Nappe du continent intercalaire (Albienne)

Elle se situe entre 1100 et 1200 m de profondeur. Elle couvre une superficie de 800.000 km^2 et est une des plus grandes réserves souterraines au monde (LEGER, 2003).

La carte des conditions aux limites en 1970 pour les besoins de l'étude de l'UNESCO (1972), montre que la nappe est alimentée à la périphérie du domaine par les eaux de ruissellement venant de l'Atlas saharien, de Tinhert … etc., mais également par les pluies exceptionnelles qui s'infiltrent à travers le Grand Erg Occidental.

1.2.4. Climat de la région

Le climat en raison de ses composantes telles que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative de l'air, contrôle de nombreux phénomènes biologiques et

physiologiques. BOUDY (1952) note que la répartition géographique des végétaux et des animaux et la dynamique des processus biologiques, sont foncièrement conditionnées par le climat. Etant donné la singularité des facteurs climatiques régissant la faune et la flore, il paraît très utile d'examiner les principaux facteurs climatiques de la région d'Ouargla.

1.2.4.1. Facteurs climatiques

Les données climatiques de la région d'Ouargla pendant une durée de 10 ans (de 2006 au 2015) sont représentées dans le tableau 1:

Tableau 1- Données climatiques de la région d'Ouargla (2006 – 2015) (O.N.M, 2016)

	Précipitation (mm)	Humidité (%)	Evaporation (mm)	Insolation (h/mois)	Vents (Km/h)	Températures (°C)		
						Max	Min	Moy
Janvier	9,42	58,77	88,35	243,98	57,92	19,95	6,36	13,16
Février	3,16	52,50	126,50	241,28	53,48	21,48	6,29	13,89
Mars	2,93	46,11	194,96	262,84	58,76	26,46	10,00	18,23
Avril	1,78	38,95	243,39	301,80	70,80	31,69	14,48	23,09
Mai	1,61	34,18	313,79	300,37	66,26	36,11	19,51	27,81
Juin	0,79	26,24	394,93	253,64	52,40	41,05	24,24	32,64
Juillet	0,35	25,94	454,57	328,58	64,14	44,10	27,61	35,86
Août	0,56	29,35	409,80	330,55	58,12	43,32	27,25	35,28
Septembre	3,73	37,89	299,12	270,81	54,16	38,79	23,03	30,91
Octobre	4,14	44,27	226,76	265,96	48,92	32,74	16,69	24,71
Novembre	1,16	53,52	118,33	224,06	45,92	25,19	9,79	17,49
Décembre	3,78	59,78	80,80	224,58	43,42	20,02	5,50	12,76
Moyennes	**-----**	**42,29**	**245,94**	**270,70**	**56,20**	**31,74**	**15,90**	**23,82**
Cumul	**33,41**	**------**	**2951,30**	**3248,45**	------	------	------	------

1.2.4.1.1. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Dans la région d'Ouargla, la température moyenne annuelle durant la période mentionnée (Tab.1) est de 23,82 °C, avec une moyenne plus faible de 6,29 °C pour le mois de Février; et une moyenne la plus élevée de 44,10 °C enregistrée en mois de Juillet.
Pour cette période (2006-2015), la moyenne des minimas est de 15,90 °Calors des maxima est de 31,74 °C.

1.2.4.1.2. Pluviosité

Les précipitations sont très rares et irrégulières, la période sèche s'étale presque sur toute l'année. Des précipitations faibles sont notées pour les mois de Juin avec 0,79 mm, Juillet avec 0,35 mm et Août avec 0,56 mm. Pour les mois de Décembre avec 9,42 mm et Octobre avec 4,14 mm, les précipitations sont les plus élevées par rapport aux autres mois. Le cumul moyen annuel pour la décennie de 2006 à 2015 est de 33,41 mm (Tab. 1).

1.2.4.1.3. Humidité relative de l'air

Dans la région d'Ouargla l'humidité relative de l'air est faible, avec une moyenne annuelle de 42,29 %. Elle diminue au mois de Juillet jusqu'au 25,94 % à cause des vents chauds et la forte évaporation. Elle atteint son maximum aux mois de Décembre soit 59,78 % (Tab. 1).

1.2.4.1.4. Evaporation

L'évaporation dans larégion d'Ouargla est très forte surtout durant les mois les plus chauds. La moyenne annuelle est de l'ordre de 245,94 mm. Le maximum est observé au mois de Juillet avec 454,57mm. Il est noté une évaporation minimale au mois de Décembre soit 80,80 mm. Toutefois, pour la décennie (2006-2015) l'évaporation annuelle pour cette zone est de 2951,30mm. En effet, elle est renforcée par les vents chauds (Tab. 1).

1.2.4.1.5. Vents

Les vents sont fréquents sur toute l'année avec une vitesse moyenne annuelle de 56,20 Km / h. Les vents sont plus fréquents durant les mois Mars, Avril, Mai, Juillet et Août où leurs vitesses arrivent à 66 Km / h au mois de Mai (Tab. 1). Ils soufflent du Nord-est et du Sud. Les vents les plus fréquents en hiver sont les vents d'Ouest, tandis qu'au printemps les vents du Nord-est et de l'Ouest dominent. En été ils soufflent du Nord-est et en automne du Nord-est et Sud-ouest (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

1.2.4.1.6. Insolation

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (TOUTAIN, 1979). La durée moyenne de l'insolation est de 270,70 heures / mois, avec un maximum de 330,55 heures en Août et un minimum de 224,06 heures en Novembre.Et une durée moyenne d'insolation de 3248,45 heures.

1.2.4.2. Synthèse climatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (DAJOZ, 1985). Il est par conséquent nécessaire d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. Pour caractériser le climat de la présente région d'étude et de préciser leur position à l'échelle méditerranéenne, le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN et le climagramme pluviorthermique d'EMBERGER sont utilisés.

1.2.4.2.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique met en évidence les périodes de sécheresse. L'axe des abscisses représente les mois de l'année, l'axe des ordonnées à la droite représente les précipitations (P) en mm et de la gauche les températures moyennes (T) en °C. L'échelle est $P \leq 2T$. L'intersection de la courbe des précipitations avec la courbe des températures détermine la durée de la période sèche. BAGNOULS et GAUSSEN (1953), ont défini les mois secs comme ceux dont la pluviosité moyenne mensuelle en millimètres est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius. Le diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla laisse apparaître que la période de sécheresse s'étale presque durant toute l'année (Fig. 2).

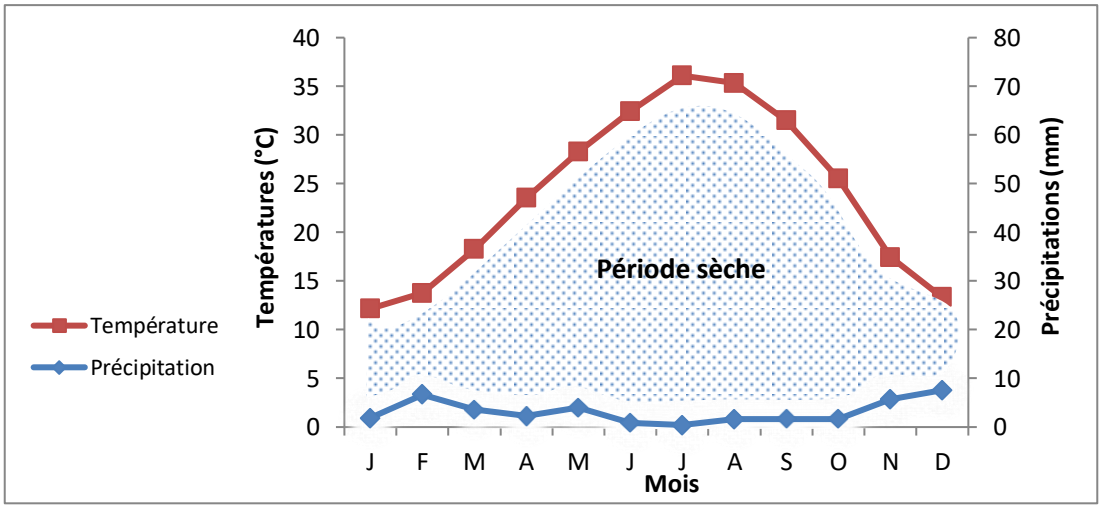


Figure 2. Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla (2006- 2015).

1.2.4.2.2. Climagramme d'EMBERGER

Pour classer le bioclimat, nous avons utilisé le quotient pluviométrique d'Emberger spécifique au climat méditerranéen (CLAUDIN et *al.*, 1979). Dont la formule est :

$$Q_2 = 2000\ P/M^2 - m^2$$

Et de fait que M et m, les températures maxima et minima exprimées en degrés absolus, Stewart (1969) cité par LE HOUEROU (1995) a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire:

$$Q_3 = 3,43\ P/M\text{-}m$$

P*:* Moyenne des précipitations annuelles exprimées en mm calculé pour 10 ans (2006-2015).
M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C.
m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en °C.

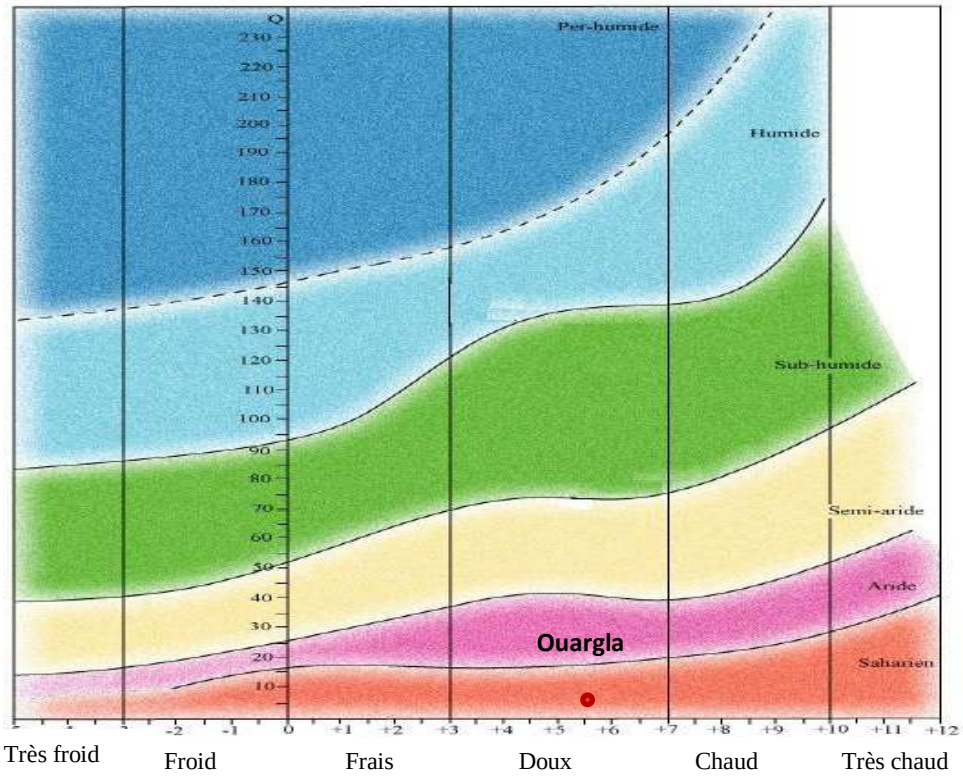


Figure 3. Climagramme d'Emberger pour la région de Ouargla

La projection des résultats des données du tableau 1 de la période 2006-2015 (Q_3*=2,97*et *m= 5,5*) de Ouargla sur le climagramme d'Emberger (Fig.3), a permis de situer son étage bioclimatique qui est du type saharien à hiver doux.

1.3. Faune et la flore de la région d'étude

Les gènes, les espèces, les micro-organismes, les écosystèmes découlent d'une évolution qui a duré des centaines de millions d'années. Le nombre d'espèces n'est pas connu. On estime ce nombre entre 5 et 8 millions d'espèces (KADIK, 2006). Selon ROVILLE (2010), environ 1,7 million d'espèces ont été décrites: 350 000 espèces végétales et 1 300 000 espèces animales, parmi lesquelles 950 000 insectes. Mais un très grand nombre d'espèces reste encore inconnu.

La biodiversité algérienne globale compte environ 16000 espèces. Les écosystèmes sahariens recèlent une biodiversité insoupçonnable. Celle-ci est néanmoins fortement

fragilisée par les conditions bioclimatiques et la montée en puissance de l'activité anthropique (CHENOUF et *al*., 2009).

1.3.1. Faune de la région d'étude

Le Sahara proprement dit possède partout un peuplement animal. Qu'il s'agisse de la faune ou de la flore, la vie se défend contre la mort avec une ténacité et une ingéniosité admirable (GAUTIER, 1929). La richesse d'un peuplement animal est conditionnée par les contraintes climatiques de l'environnement et par les ressources que les milieux naturels peuvent offrir aux populations animales. Pour tout être vivant le facteur limitant principal, en milieu désertique chaud, est la disponibilité de l'eau (LE BERRE, 1990).

La région d'Ouargla présente une faune relativement variée.Beaucoup d'auteurs se sont intéressés aux vertébrés de cette région (BEKKARI et BENZAOUI, 1991; BEKKOUCHA, 2002; HADJAIDJI-BENSEGHIER, 2002; ABABSA et *al*., 2013; SEKKOUR, 2010). Il s'y trouve essentiellement des insectivores comme le hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus,* des carnivores comme le fennec *Fennecuszerda* et le chacal *Canis aureus,* des rongeurs comme la gerbille *Gerbillus gerbillus,* etla souris domestique *Mus musculus*. Les oiseaux, les plus fréquents sont: la tourterelle des bois*Streptopelia turtur* , la tourterelle sénégalaise *Streptopelia senegalensis,* la pie-grièche grise*Lanius excubitor* et le moineau domestique *Passer domesticus* x *Passer hispaniolensis*.Les amphibiens sont représentéspar la grenouille rieuse *Rana ridibunda*, les reptiles avec des lézards comme *Agama mutabilis* et des vipères comme *Cerastes vipera*.
En palmeraie les invertébrés sont diversifiés et vivent dans les différentes strates et milieux biologiques. Parmi les espèces d'insectes, citons les coléoptères avec *Apate monachus* (Bostrychidae), *Coccotrypes dactyliperda* (Curculionidae),*Carpophilushemipterus* (Nitidulidae), *Oryctesagamemnon* (Scarabidae), *Stethorus punctillum,Pharoscymnus numidicus* et *Pharoscymnus ovoideus* (Coccinellidae),les diptèresavec *Bombylus* sp. (Bombylliidae), *Culex pupiens* (Culicidae), *Musca domestica* (Muscidae), les homoptères avec *Phoenicococcus marlatti* (Phoenicococcidae), *Parlatoriablanchardi* (Diaspididae) et les orthoptères avec *Schistocerca gregaria*, *Aiolopus thalassinus* (Acrididae), *Gryllus bimaculatus* (Gryllidae), *Gryllotalpa gryllotalpa* (Gryllotalpidae). Quant aux arachnides,retenons : *Oligonychus afrasiaticus* (Tetranychidae), *Androctonus amoreuxi* (Buthidae) et *Buthus occitanus* (Buthidae) (BEKKARI et BENZAOUI, 1991; BENHENNI et DJERROUBI, 2003 ; BENAMEUR-SAGGOU 2009; IDDER, 2011; SADINE, 2012; IDDER-IGHILI, 2015).

1.3.2. Flore de la région d'étude

La répartition des végétaux à la surface du globe est conditionnée par trois facteurs principaux : l'eau, la température et la lumière. Lorsque l'un ou autre de ces facteurs tombe en dessous d'un certain seuil, la vie s'amenuise ou disparaît: c'est le cas des milieux trop froids (régions polaires, hautes altitudes), trop secs (steppes, déserts), ou obscures (sous bois épais, profondeurs marines) (OZENDA, 2004). La végétation joue un rôle important dans la répartition des espèces. Elle constitue une sorte d'écran entre l'insecte et les conditions physico-chimiques de son environnement (VIAL et VIAL, 1974). La flore du Sahara est considérée comme pauvre en comparant le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'immensité de la surface qu'il couvre. Le Sahara a une flore particulière. Toutes les plantes de la région, prises en considération, ont en commun la particularité de se défendre contre la sécheresse. Les végétaux désertiques sont adaptés aux conditions rudes du milieu désertique de diverses façons. Au Sahara, il existe deux types de végétations, les végétations temporaires et les végétations permanentes. (OZENDA, 2004).

Sur le plan végétation, l'écosystème saharien renferme 2 800 taxons avec un fort taux d'endémisme. Les familles les plus représentatives sont les Gramineae, les Composeae, les Boraginaceae et les Zigophyllaceae (LE HOUEROU, 1990). La végétation saharienne est constituée par les groupements à Remt *Hamada scoparia*, les groupements buissonneux à *Rantherium suaveolens* (Arfedj) et les groupements sahariens proprement dits comprennent plus de 20 espèces arborescentes dont le cyprès du Tassili, le peuplier de l'Euphrate, le figuier à feuilles de saule*Ficus ingens*, *Acacia raddiana*, *Acacia albida* , *Balanites aegytiaca* , *Salvadora persica* , *Maerua crassifolia* , *Pistacia atlantica*, *Olea Lapperini* et autres.Il faut ajouter à cela les espèces arbustives telles que les Calligonum, le retam, le Leptadenia et différentes espèces (CHENOUF et *al*., 2009). La flore des palmeraies est caractérisée par la prédominance du palmier dattier *Phoenixdactylifera*. L'oasis est avant tout une palmeraie dans laquelle, sous les arbres ou au voisinage, sont établies accessoirement des cultures fruitières et maraîchers (OZENDA, 2004). Des cultures fourragères et condimentaires sont aussi cultivées sous la palmeraie. Elle offre de ce fait un abri et de la nourriture à une faune plus ou moins variée. Selon MEKKAOUI et MOUANE (2007), la régression continue des palmeraies de la région d'Ouargla a favorisé une abondance des plantes spontanées. Les espèces communes à toutes les palmeraies de la région sont *Tamarixgallica* (Tamaricaceae), *Zygophylum album* (Zygophyllaceae), *Launaea glomerata* (Astraceae) et *Juncus maritimus* (Juncaceae).

Chapitre 2

Présentation du palmier dattier

Chapitre 2. Présentation de la plante hôte: le palmier dattier

2.1. Historique et origine

Les origines de la domestication et l'histoire de la diffusion du dattier cultivé demeurent incertaines malgré l'importance économique et socio-culturelle de cette espèce. Le dattier cultivé dériverait de populations sauvages de la même espèce mais aucune n'est identifiée avec certitude à ce jour (GROS-BALTHAZARD, 2013).Alors que selon NEWTON et *al.*, (2008) le dattier est d'origine la région du Golfe Persique.

Les fossiles rencontrés aussi bien en Amérique du Nord qu'en Europe plaident pour une origine antérieure à la séparation des continents. Les noyaux de dattes trouvés près des points d'eau de gisements néolithiques semblent indiquer qu'une cueillette avait alors lieu sur des arbres non cultivés. Toutefois, la culture du dattier se pratiquait 10.000 ans avant J. C. Les Phéniciens ont introduit la culture du palmier dattier en Afrique du Nord (BOUGUEDOURA, 1979).Depuis ce lieu d'origine, la culture du palmier dattier s'est étendue vers l'Est et vers l'Afrique orientale (15ème siècle) et du Nord (11ème siècle). Dès le 20^{ème}siècle, il est introduit en Amérique par les conquêtes espagnoles et en Australie (NIXON, 1966). Le dattier *Phoenix dactylifera* L. est exploité puis cultivé depuis plusieurs millénaires au Moyen-Orient et dans le nord de l'Afrique (MUNIER 1973).

2.2. Répartition géographique

C'est une plante des déserts chauds, dans le microclimat oasien. Inexistante dans les déserts froids (CALCAT, 1961). Les limites extrêmes de développement du dattier se situent entre la latitude 10° Nord (Somalie) et 39° Nord (Elche en Espagne). L'aire principale est toutefois comprise entre 24° et 34° latitude Nord, où les meilleures conditions écologiques pour cette espèce sont réunies. Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier se trouve entre 33° et 35° latitude Nord (TOUTAIN, 1973).

L'aire de distribution du dattier n'est plus aujourd'hui restreinte à ces zones de culture historiques. Au cours des derniers siècles, le dattier a été diffusé en dehors de son aire de culture historique et est aujourd'hui présent sur les 5 continents. Les surfaces dédiées à la phoeniciculture sont estimées à plus d'un million d'hectares, chiffre qui augmente chaque année (FAOSTAT, 2010 in GROS-BALTHAZARD, 2013)

En Algérie le palmier dattier constitue la principale culture au Sahara algérien entre 25° et 35° latitude Nord (DJERBI, 1988). Il est établi en plusieurs oasis réparties sur le Sud du pays où le climat est chaud et sec (zone saharienne). Sa culture s'étend depuis la frontière Marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Tuniso-lybienne à l'Est et depuis l'Atlas Saharien au Nord jusqu'à Reggane (Sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (Sud-est) (BOUGUEDOURA et *al.*, 2010).

2.3. Taxonomie

Le palmier dattier a été dénommé *Phœnix dactylifera* par LINNE en 1734 (MUNIER, 1973). C'est une plante Angiosperme, monocotylédone, de la famille des Arecaceae (1832) anciennement Palmaceae (1789) (BOUGUEDOURA, 1991). D'après UHL et DRANSFIELD (1987) cité par BENMEHCEN (1998), le palmier dattier appartient à la sous famille des Coryphoideae et reste le seul genre de la tribu des Phoeniceae. Le genre *Phœnix* comporte 12 espèces. (MUNIER, 1973).

2.4. Position systématique

D'après DJERBI (1994), le palmier dattier est classé comme suit:

Classe : Monocotylédones
Ordre: Palmales
Famille : Palmacées
Sous famille: Coryphoïdées
Tribu : Phoenicées
Genre : *Phoenix*
Espèce : *Phoenix dactylifera* LINNE, 1734

2.5. Morphologie du palmier dattier

Le palmier dattier est constitué de trois parties essentielles, deux parties aériennes la couronne et le tronc, et une partie sous terraine, les racines (Fig. 4).

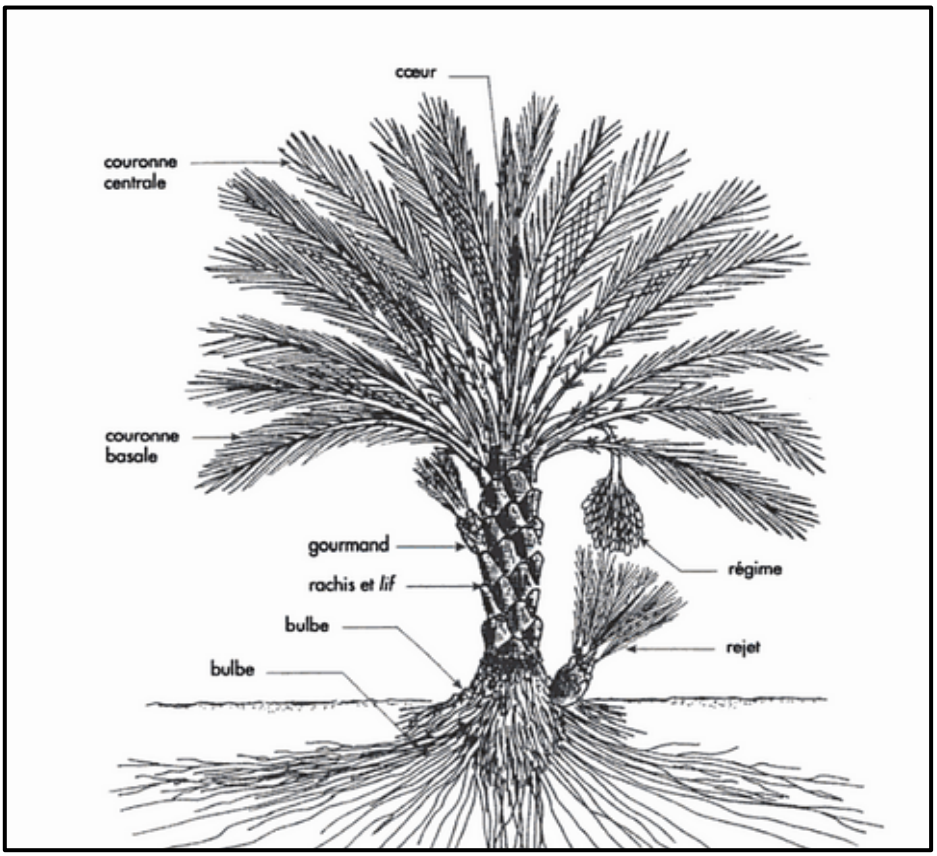


Figure 4. Figuration schématique du palmier dattier (PEYRON, 2000)

2.5.1. Système racinaire

Le système racinaire du palmier dattier est dit fasciculé. Il présente en fonction de la profondeur quatre zones d'enracinement:

- Zone 1 ou racines respiratoires: à moins de 0,25 m de profondeur; les racines de cette zone servent comme leur nom l'indique, aux échanges gazeux.
- Zone 2 ou racines de nutrition : d'une profondeur de 0,30 m à 1,20 m. Ces racines constituent la plus forte proportion du système. Elles sont très longues, obliques ou horizontales.
- Zone 3 ou racines d'absorption: ont pour fonction de chercher l'eau, ils rejoignent le niveau phréatique.
- Zone 4 ou racines d'absorption de profondeur : caractérisées par un géotropisme positif très accentué. La profondeur des racines peut atteindre 20 m (PEYRON, 2000).

2.5.2. Système végétatif aérien

Il se compose du tronc ou « stipe». Il est cylindrique et pousse au fur et à mesure de la croissance du bourgeon terminal (apex) et de l'émission des palmes (PEYRON, 2000). Les palmes ou djerid, sont des feuilles composée, pennées. La base pétiolaire ou cornaf,

engaine partiellement le tronc et est en partie recouverte par le fibrillum, ou lif. L'ensemble des palmes vertes forme la couronne du palmier. Il apparaît de 10 à 20 palmes par ans. La palme vit entre 3 à 7 ans (MUNIER, 1973). Les différentes parties constituent le système végétatif aérien du palmier dattier.

2.5.3. Inflorescences

Le palmier dattier appartient à la tribu des Phoeniceae ne comprenant que des espèces dioïques (BOUGUEDOURA, 1991). Le dattier est diploïde (2n = 36) parfois (2n = 16 et 2n = 18) (BENMEHCEN, 1998). Les inflorescences du dattier naissent du développement de bourgeons axillaires situés à l'aisselle des palmes dans la région coronaire du tronc. Les fleurs sont quasi sessiles, sans pédoncule. Elles sont portées par des pédicelles, ces dernières sont portées par la hampe, ou spadice. L'ensemble est enveloppé dans une grande bractée membraneuse close, la spathe (PEYRON, 2000).

2.5.4. Fruit ou Datte

La datte est une baie, composée d'un mésocarpe charnu protégé par un fin péricarpe. L'endocarpe se présente sous la forme d'une membrane très fine entourant la graine, appelée communément noyau. La datte provient du développement d'un carpelle après la fécondation de l'ovule, la nouaison se produit et le fruit évolue en changeant de taille, de poids, de couleur et de consistance (MUNIER, 1973). D'après PEYRON (2000), entre la nouaison et le stade final, on distingue cinq stades intermédiaires qui permettent de suivre l'évolution de la datte et d'appliquer des techniques de culture appropriées. On note les stades suivants :

- Stade I fruit noué : Loulou
- Stade II datte verte : Khalal
- Stade III tournante : Bser
- Stade IV aqueuse : Mertouba
- Stade V mature : Tmar

Selon le pays, ces stades ont des noms différents, mais qui correspondent tous aux mêmes caractéristiques. La datte est très riche en vitamine A, moyennement riche en vitamine B_1, B_2, B_7, et pauvre en vitamine C. En sels minéraux, les dattes contiennent surtout du potassium, mais aussi du phosphore, du calcium et du fer (BENMEHCEN, 1998).

2.6. Exigences écologiques

2.6.1. Exigences climatiques

Le palmier dattier est une espèce thermophile (son activité se manifeste à partir d'une température de 7 °C à 10 °C), l'intensité maximale de végétation est atteinte à 32 °C; elle se stabilise ensuite pour décroitre vers 38 °C à 40 °C (MUNIER, 1973; DJERBI, 1992).

Le dattier est une espèce héliophile (un bon éclairement). L'action de la lumière favorise la photosynthèse et la maturation des dattes (CALCAT, 1961). Elle est sensible à l'humidité de l'air (MUNIER, 1973). Le palmier résiste bien aux vents si l'alimentation hydrique est suffisante, mais divers accidents sont provoqués par leur action. Les vents chauds et desséchants provoquent l'échaudage (PEYRON, 2000).

Les vents ont une action sur la propagation de quelques déprédateurs du palmier dattier comme l'*Ectomyelois ceratoniae* (HADDAD, 2000; SAGGOU, 2001; IDDER-IGHILI, 2008).

2.6.2. Exigences édaphiques

Le palmier dattier préfère les sols légers (MUNIER, 1973). Mais il s'accommode aux sols des diverses terres cultivables de régions désertiques et subdésertiques. Il croit plus rapidement en sol léger qu'en sol lourd. Il préfère un sol neutre, profond, bien drainé et assez riche ou susceptible d'être fertilisé (TOUTAIN, 1979). La qualité physique essentielle des sols des palmeraies est la perméabilité, qualité d'autant plus importante lorsque des eaux à forte teneur en sels sont utilisées pour irriguer. Le palmier dattier se développe normalement lorsque la concentration de la solution en sel est inférieure à 10 %. Selon BOUGUEDOURA (1991), la concentration extrême est de 15 %, au-delà de 30 % le dattier dépérit.

Le dattier supporte des sols et des eaux salés jusqu'à 15.000 ppm de sels dans la solution de sol; au-dessus, il peut se maintenir, mais végétera; à 48.000 ppm, il meurt (BOUNAGA, 1991).

2.6.3. Exigences hydriques

Malgré que le palmier dattier soit cultivé dans les régions les plus chaudes et les plus sèches du globe, il est toujours localisé aux endroits où les ressources hydriques du sol sont suffisantes pour subvenir à ses besoins au niveau des racines (BOUGUEDOURA, 1991). Contrairement à la majorité des plantes cultivées, le dattier résiste au déficit hydrique. JUS (1900), estime que la dose d'irrigation nécessaire est de 40 l/ min/ha soit

0,33 l/min/ pied, pour une moyenne de 120 pieds/ ha. (MUNIER, 1973 ; DJERBI, 1994). Le dattier supporte des eaux salées (chargé en Na Cl et Mg Cl_2), mais il donne des meilleurs résultats économiques lorsqu'il est irrigué avec de l'eau douce (ALLAM, 2013).

2.7. Maladies et ennemis du palmier dattier

Les ennemis et les maladies du palmier dattier sont souvent spécifiques du biotope particulier que constitue le milieu oasien (PEYRON, 2000).Plusieurs insectes, acariens et autres déprédateurs sont inféodés au palmier dattier ou aux dattes; certains de ces déprédateurs ont une grande importance économique (MUNIER, 1973).

2.7.1. Les maladies cryptogamiques

2.7.1.1. Le Bayoud

Depuis plus de 100 ans, les palmeraies du Maroc et d'Algérie sont dévastées par un champignon du sol, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, qui provoque un dépérissement rapide du palmier dattier. Cette fusariose vasculaire, communément appelée Bayoud, affecte tout particulièrement les meilleures variétés productrices quantitativement et qualitativement de dattes (FERNANDEZ et *al.*, 1995).C'est la maladie cryptogamique la plus grave du palmier dattier (BOUGUEDOURA, 1991). Commencé en Algérie en 1898 à Beni Ounif à cause des apports des rejets ou d'autres matériaux contaminés, à partir des oasis frontalières marocaines (DUBOST, 1972). En Algérie, ce sont surtout les palmeraies du Sud-Ouest qui sont atteintes.

Les symptômes externes sont connus : sur un arbre, à l'origine sain, une palme de la couronne moyenne se dessèche et blanchit, les folioles se dessèchent du bas en haut et se replient vers le rachis. La palme prend l'aspect caractéristique d'une plume mouillée, entraînant la mort de l'arbre, dans des délais qui peuvent variés de quelques semaines à plusieurs mois (BOUNAGA et *al.*, 1990). Les seules voies efficaces de lutte contre le Bayoud sont les mesures prophylactiques et l'utilisation de variétés résistantes (MAATALLAH, 1972).

2.7.1.2. Le Belâat ou pourriture du bourgeon

Pourriture du bourgeon ou " Belâat" qui signifie étouffement, est une maladie peu fréquente, surtout signalée en Afrique du Nord. Elle est souvent liée à de mauvaises conditions de drainage (BOUNAGA et *al.*, 1990). La maladie est causée par un champignon *Phytophtora sp.*, elle se caractérise par un blanchissement des palmes du cœur

et par une pourriture humide à progression rapide. Elle est généralement mortelle (DJERBI, 1988). Comme moyens de lutte le drainage est recommandé avec la destruction par le feu des sujets malades. Curativement, les traitements cupriques et le Manèbe ont donné des résultats intéressants.

2.7.1.3. Le Khamedj ou la pourriture de l'inflorescence

Est connue dans presque toutes les zones de cultures du dattier. C'est une maladie grave qui sévit dans les régions de phoeniciculture les plus humides ou pendant les années très humides. Dans ce cas, elle peut prendre des allures épidémiques. Elle est causée par un champignon imparfait *Mauginiella scaetae.* Le champignon se conserve à l'état de mycélium latant et les spores semblent n'avoir qu'une faible longévité. C'est une maladie externe qui ne nécessite pas de blessure préalable. La lutte consiste d'abord à entretenir les palmeraies et les palmiers (après destruction par le feu des inflorescences atteintes) et au traitement des palmiers à l'aide de divers fongicides. Il semble que certaines variétés soient plus sensibles au Khamedj que d'autres (DJERBI, 1988).

2.7.2. Les ravageurs du palmier dattier

2.7.2.1. *Oligonychus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939)

L'acarien du palmier dattier *Oligonychus afrasiaticus* Mc Gr. communément appelé Boufaroua est l'un des principaux ravageurs du palmier dattier qui peut causer des dégâts considérables allant jusqu'à l'anéantissement total de la récolte.Cet acarienprovoque une toile soyeuse blanche ou grisâtre sur les fruits qui vont être salis par la poussière collée. Les dattes présentent des tâches rougeâtres parsemées d'exsudats globuleux, avant de se dessécher et de tomber. Cet acarien peut vivre également sur les adventices, comme le chient dent *Cynodon dactylon* (DJERBI, 1994; PEYRON, 2000). L'adulte mesure 2,28 à 44 mm, ayant un corps ovale de couleur jaune pâle et présente un petit nombre de longs poils espacés sur le corps. Le mâle est plus petit et plus allongé que la femelle (MUNIER, 1973; GUESSOUM, 1986).

2.7.2.2. Pyrale de datte *Ectomyelois* ou *Apomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839)

Dans les oasis algériennes, les dattes sont attaquées par diverses espèces de Lépidoptères, de la famille des Pyralideae, et la sous famille des Physcitinae. Il s'agit de *Cadra cautella*, *Cadracalidella* et *Cadra figulilella*, ainsi que *Plodia interpunctella*, *Ephestia calidella*, et essentiellement *Ectomyelois (Apomyelois) ceratoniae*.

Cette dernière(Pyrale de datte) pour DOUMANDJI-MITICHE (1983), IDDER (1984), HADDAD (2000), SAGGOU (2001) est considéré comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte et constitue une contrainte principale à l'exportation. C'est un lépidoptère de la famille des Pyralidae, provoquant des dégâts sur la datte par la chenille qui est localisée entre noyau et la pulpe. Elle se nourrit par ce dernier. L'attaque intervient surtout dès le début jusqu'à la fin du stade maturité des dattes et se poursuit dans les locaux de stockage (IDDER, 1984; RAACHE, 1990; HADDAD, 2000; SAGGOU, 2001).

2.7.2.3. *Apate monachus* (Fabricus, 1775)

Originaire de l'Afrique tropicale où il vit sur le caféier, le foreur des palmiers est signalé aux Ziban (Bordj Ben Azzouz/Tolga) et à Ouargla. Les dégâts sont observés sur Deglet-Nour, en raison de sa prédominance. Par contre dans la région de Touggourt ce ravageur attaque la Degla Beida (DAKHIA et *al*., 2013).

Selon LEPESME (1947), cette espèce xylophage creuse des galeries obliques à l'intérieur du rachis de la palme, ces galeries renferment généralement un amas gommeux de couleur rouille.Les palmes desséchées servent souvent de site d'hibernation pour ce Coléoptère qui reprend ses activités au printemps (DJERBI, 1994).

2.7.2.4. La cochenille blanche*Parlatoria blanchardi* (Targioni Tozzetti, 1892)

La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* demeure parmis les ravageurs les plus redoutable au palmier dattier. Il cause des dégâts consédirables au palmier dattier et à sa production. Ce ravageur fera partie de notre étude (chapitre 3).

Chapitre 3

La cochenille blanche du palmier dattier

Chapitre 3. La cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ. 1892

3.1. Historique

La cochenille blanche a été découverte en 1868 par BLANCHARD dans une oasis de l'Oued-Righ, dans le Sahara algérien. TARGIONI-TOZETTI la décrit en 1892 sous le nom de *Aonidia blanchardi*, elle a reçu plusieurs appellations *Parlatoria vitrix* Cokll 1896, *Parlatoria porteusvar palmae* Mask 1896, *Websteriella blanchardi* Targ. et prendra la désignation de *Parlatoria blanchardi* après les révisions faites par LINGREEN en1905 et BLACHOWSKY en 1939 (MUNIER, 1973; MADKOURI, 1978).

Dès le XVIII siècle et durant le XIX siècle elle fut introduite successivement en Californie, en Arizona (1890) et en Australie (1894). Au XX siècle elle atteint l'Argentine (1928), le Brésil (1929) et le Turkestan (1935), apparue au Maroc vers 1937(IPERTI, 1970).

3.2. Origine et répartition géographique

La cochenille blanche est originaire de la Mésopotamie, son aire de répartition s'étend des oasis du Punjab (Inde) aux régions sud-maghrébines en passant par l'Iran, l'Irak, l'Arabie Saoudite, l'Egypte et la Tripolitaine, répandu dans toutes la zone désertique afro-asiatique (LEBERRE, 1975).

En Afrique du Nord, elle est surtout abondante dans le Sud algérien et le Sud Tunisien où elle est devenue d'une très grande importance, surtout pour les nouvelles zones de mise en valeur (KHOUALDIA et *al.*, 1997). En Algérie, aucune palmeraie n'est indemne de ce ravageur (IDDER, 1992).

3.3. Classification

En se basant sur les caractères morphologiques des mâles et femelles, BALACHOWSKY (1954), a proposé une nouvelle classification des cochenilles. La position systématique de la cochenille blanche du palmier dattier est la suivante :

Embranchement: Arthropodes

Classe: Insecta

Sous classe: Ptérygota

Division: Exopterygota

Super ordre: Hemipteroidea

Ordre: Homoptera

Sous ordre: Sternorrhyncha

Super famille: Coccidae

Famille: Diaspididae

Sous famille: Diaspidinae

Tribu: Parlatorini

Sous tribu: Parlatorina

Genre: *Parlatoria*

Espèce: *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti, 1892

3.4. Synonymies et appellations courantes

Cette espèce est communément appelée cochenille blanche du palmier dattier en france; date scale aux USA; Djereb, Sem, Elmen, Gmel en Tunisie, Sibana, Djreb, Sem, Elmen en Algérie; Nakoub, Tilichte, Tabkhocht, Tasslacht au Maroc; K'lefiss et Rheifiss en Mauritanie (MUNIER, 1973 ; VILARDEBO, 1973 in BOUNAGA et DJERBI, 1990).

3.5. Description morphologique

3.5.1. Œuf

Les œufs sont allongés, de couleur mauve rose pâle, à enveloppe externe très délicate. Ils sont disposés sous le follicule maternel ou au contact du corps, groupés en nombre de 11 en moyenne et accolés entre eux par une pruinosité secrétée par les glande péri vulvaires. Ils mesurent environ 0,04 mm de diamètre et leur période d'incubation est de 3 à 5 jours (SMIRNOFF, 1957) (Fig. 5).

3.5.2. Larves

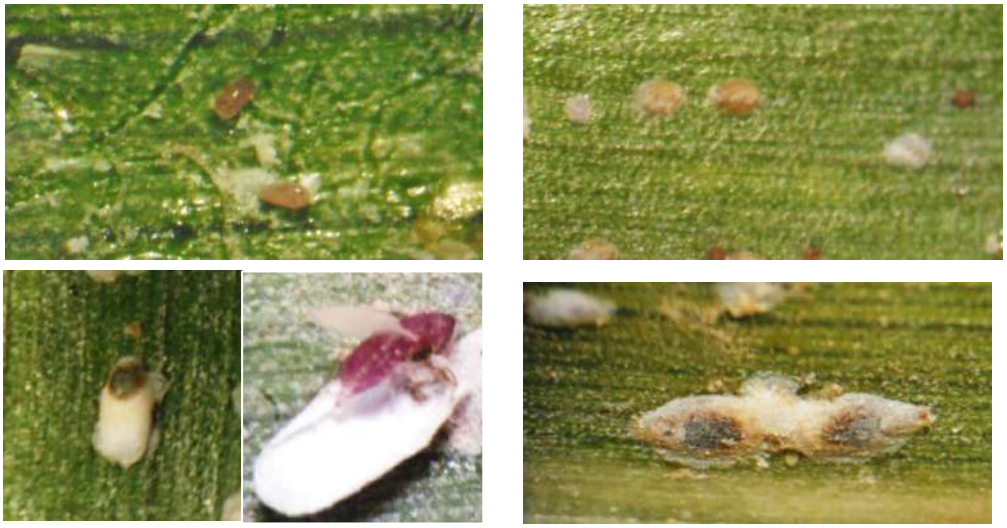
Les larves de forme ovale sont mobiles de couleur rouge-claire, ont des pattes bien développées et robustes, explorent le support végétal puis se fixent (SMIRNOFF, 1957) (Fig. 5). La larve de la cochenille blanche circule activement sur les organes végétaux; elle peut être emportée par le vent à longue distance ou transportée par les fourmis de miellat-sur d'autres plantes (FOLDI, 2003). Morphologiquement, les segments du corps sont distincts entres eux. La marge libre du corps est recouverte de quelques sois très fines, plus longues dans la région frontale. Le rostre est bien développé. Les antennes peu développées ont cinq articles. L'extrémité postérieure de l'abdomen est munie de deux soies robustes et souples. La longueur du corps est de 0,3 mm (LEPESME, 1947). Leur activité varie de quelques heures à trois jours selon les conditions du milieu (SMIRNOFF, 1957).

3.5.3. Mâles

Le mâle présent un follicule blanc, de forme allongée avec des bords presque parallèles, mesure 0,8 à 0,9 mm de longueur (Fig. 5.C a). Le mâle adulte est de couleur jaune rosâtre ou blanche avec une longueur de 0.7 mm (non compris le stylet copulateur). Il porte une paire d'ailes transparentes incolores, trois paires de pattes, une paire d'antenne bien développées et deux yeux globuleux (Fig. 5.C b). Des mâles microptères sont souvent observés, (SMIRNOFF, 1954 a).

3.5.4. Femelles

La femelle adulte a une longueur de 1,2 à 1,4 mm (SMIRNOFF, 1954 a), toujours aptères (TROUVELOT et CHEVALIER, 1947 ; TROUVELOT, 1964). La jeune femelle est rouge-clair, elle rosit plus pour arriver à une teinte lilas au cours de sa croissance (SMIRNOFF, 1954 a). La femelle pondeuse, mature, devient de plus en plus foncée, parfois rouge vineux, (MADKOURI, 1975) (Fig. 5). Après la ponte, la femelle dépérit, se dessèche et devient d'une couleur lilas foncée à brun (SMIRNOFF, 1954 a). Le follicule de la femelle adulte mesure de 1,2 à 1,6 mm de long sur 0,3 mm de large. Il est de forme ovale, très aplati (BALACHOWSKY et MESNIL, 1935), de couleur brune, recouvert par un bouclier cireux. L'insecte vivant, est pyriforme élargie vers son milieu (LEPESME, 1947).



A. Œuf de *Parlatoria blanchardi* Gross X40
B. Larve fixe de *Parlatoria blanchardi* Gross X30
C. a: Bouclier du mâle – b: Mâle adulte de *Parlatoria blanchardi* Gross X30
D. Femelle de de *Parlatoria blanchardi* Gross X30

Figure 5. Stades de développement de la cochenille blanche (Originale)

3.6. Caractères microscopiques

Sous le bouclier de la femelle, nous pouvons distinguer trois parties distinctes; la première forme un ensemble non segmenté, comprend la tête et le thorax fusionné avec, à la partie antérieure, les pièces buccales formant une longue trompe. La deuxième partie est dentelée forme le pygidium (BALACHOWSKY, 1953). La présence ou l'absence des stigmates abdominaux (pygidium) et leur aspect ultrastructural sont des critères primordiaux dans la reconnaissance des espèces (BELGUENDOUZ, 2014).

Le pygidium de la femelle adulte de *Parlatoria blanchardi* est caractérisé par la présence de trois paires de palettes bien développées. Les premières palettes médianes (L1) fortes et rectangulaires sont trompées à l'extrémité. La deuxième paire de palette latérale (L2) est légèrement plus petite que la précédente. Les palettes latérales (L2) sont séparées des premières palettes par une paire de peignes médianes (P1) denticulés à l'extrémité. Ensuite vient la troisième paire de palettes (L3) séparées de la deuxième paire par trois peignes (P2) ou peignes latéraux, dont les deux premiers sont presque accolés et le troisième écarté. A l'extérieur de la deuxième paire de palettes latérales, la marge pygidiale est pourvue de trois larges peignes denticulés. Sur les trois derniers segments abdominaux (prépygidiaux), il y a des peignes latéraux atrophiés et spiriformes qu'on appelle incisives latérales. Dans la zone submarginale, ventralement se trouve l'ouverture vulvaire située nettement au-dessus du niveau de l'anus qui s'ouvre dorsalement (Fig. 6).

Ensuite viennent les glandes cicumgénitales ou glandes périvulaires bien développées et dispersées en groupes. Dorsalement, de chaque côté de l'ouverture, se trouvent les glandes tubulaires au nombre de douze à quinze débouchant dans la zone submarginale en ouverture chitinisée, elliptique et de diamètre double des capitaux glandulaires (STICKNEY, 1934; BALACHOWSKY, 1953).

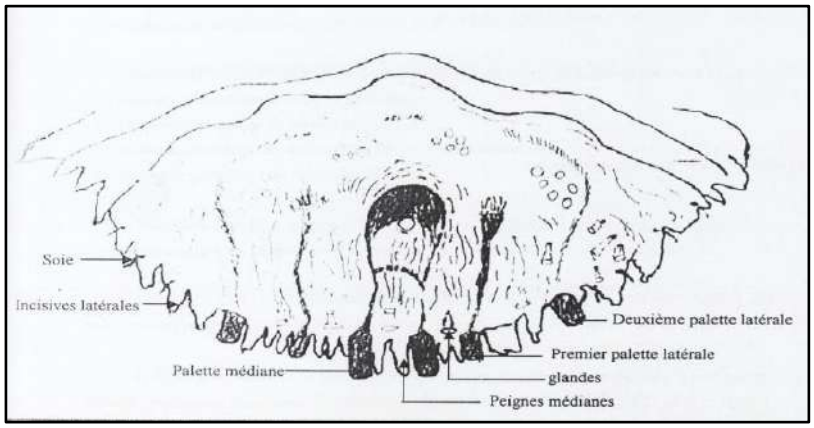


Figure 6. Pygidium de *Parlatoria blanchardi* (BALACHOWSKY, 1953**)**

3.7. Biologie de la cochenille blanche *Parlatoriablanchardi*

3.7.1. Fécondation

D'après SMIRNOFF (1954 a), au mois de Mars, Mai-Juin, Août et Septembre s'effectuent l'envoldes mâles ailés qui vont féconder les femelles logées dans les folioles des jeunes palmes non encore épanouies. La fécondation des femelles fixées sur les vieux palmes est assurée généralement par les mâles microptéres incapables de voler, avec une durée d'accouplement de deux à trois minutes.La femelle est ovipare, pond ses œufs sous le follicule.

3.7.2. Ponte et fécondité

Selon BOUSSAID et MAACHE(2001), la femelle de *Parlatoriablanchardi*ne pond généralement que six à huit œufs en moyenne, alors que BELKHIRI et *al*. (2013), annonce que dans la région de Biskra et sur la variété Deglet-Nour, deux grandes périodes de ponte ont été enregistrés, une printanière qui est la plus importante avec une fécondité moyenne égale à 6,64 œufs et une automnale avec 5,05œufs par femelle.

La ponte se prolonge pendant deux semaines au début du printemps et pendant deux à six jours en été (BALACHOWSKY, 1950) et la période d'incubation est de trois à cinq jours (SMIRNOFF, 1954 b). D'après ZENKHRI (1987), la durée de la maturation de l'ovule à l'intérieure du corps de la femelle est très variable. Elle est de dix-huit à vingt jour au mois de Mars, en Mai elle n'est plus que de cinq à sept jours.

La fécondité est étroitement liée au retard dans l'accouplement, après isolement de 30 jours, il y a une diminution de fécondité de 25%, Ceci peut être expliqué par une virginité prolongée des femelles provoquant chez ces dernière une ovogenèse anormale et incomplète (BOURIJATE et BONAFONTE in BOUSSAID et MAACHE, 2001).

3.7.3. Cycle biologique

Le climat saharien sec et chaud convient tout particulièrement au développement de la cochenille. La durée d'évolution d'un cycle de *Parlatoria blanchardi* varie de 50 à 60 jours pendant la saison chaude à 75-85 jours au printemps et en automne, pour atteindre 130 à 150 jours en période hivernale. Dans ce dernier cas on observe une diapause chez les larves du deuxième et du troisième stade (SMIRNOFF, 1957).

Les œufs disposés sous le follicule maternel ou au contact du corps sont en nombre de sept à huit, onze pour SMIRNOFF (1954 a) et quinze pour LAUDEHO et BENASSY(1969). Leur période d'incubation est de trois à cinq jours (SMIRNOFF, 1957). Après éclosion

des œufs, les jeunes larves restent un certain temps sous le bouclier maternel puis quitte se dernier pour aller se nourrir sur les différentes organes du palmier dattier et cherche un lieu de fixation (BALACHOWSKY, 1950 ; ABDEL AHAD et *al*., 1983 et DHOUIBI, 1991). Ce déplacement dure quelques heures, elle manifeste un géotropisme positif. En effet la plupart des jeunes larves après leurs éclosion, se dirigent vers la base de la palme ou vers le centre de l'arbre. Elles évitent directement les zones exposées au soleil (MADKOURI, 1978).

Après fixation, la larve du premier stade (L1) s'élargit, s'aplatit et secrète un bouclier protecteur blanc qui devient graduellement brun puis presque noir (SMIRNOFF, 1957 ; BALACHOWSKY et KAUSSARI, 1956). À ce stade, il est impossible de différencier les sexes.Au bout de quelque temps, environ une semaine, les larves du premier stade muent en larves de deuxième stade L2 (ABDEL AHAD et *al*., 1983), celles-ci sont apodes, la différenciation des sexes apparaît nettement à ce stade.

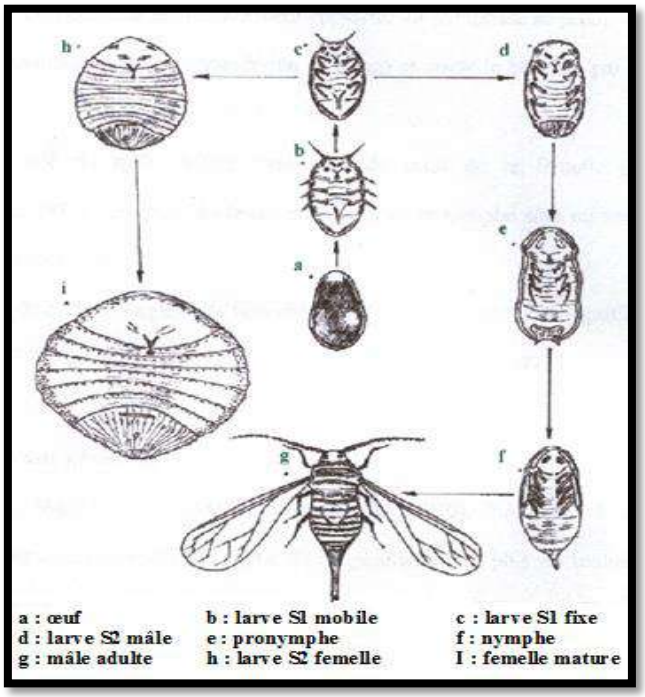


Figure 7. Cycle biologique de *Parlatoria blanchardi* (BALACHOWSKY, 1953)

La larve du deuxième stade femelle est semblable à la forme adulte, mais plus réduite. Elle diffère aussi par l'absence de vulve. La larve du deuxième stade mâle est allongée et possède des taches oculaires pourpres. Chez la larve du deuxième stade mâle et femelle, le Pygidium glandifèreapparaît, il constitue avec les différentes autres glandes à la confection du bouclier (BALACHOWSKY, 1953).

Après une semaine environ, les larves du deuxième stade subissent une mue pour former le stade imaginal chez la femelle. En effet, celle-ci passe uniquement par deux mues. La troisième sécrétion dite " sécrétion adulte " termine la confection du bouclier qui acquiert sa taille et sa forme définitive (BALACHOWSKY, 1953).

Quant au mâle, il subit des transformations plus complexes, il passe par cinq stades pour acquérir la forme adulte. La larve du deuxième stade mâle subit une mue et devient pronymphe, celle-ci se distingue nettement au stade précédent. Elle est caractérisée par la formation des ébauches oculaires, des pattes et de l'allongement de l'extrémité abdominale. Cette nymphe jeune possède des antennes, des ailes et des pattes développées mais repliées contre le corps. Le stylet copulateur est parfaitement apparent. La nymphose se produit sous le bouclier, la nymphe toujours immobile se transforme en imago et quitte le bouclier par une fente médiodorsale (Fig. 7) (BALACHOWSKY, 1953). Le mâle présente une vie éphémère et son rôle essentiel consiste à contribuer au maintien de l'espèce par la fécondation des femelles mûres (MADKOURI, 1978). Le cycle du mâle diffère totalement de celui de la femelle (TOURNEUR et LACOUSTRE, 1975). Les mues de la pronymphe et de la nymphe sont rejetées à l'intérieur du bouclier (BENASSY, 1958) (Fig. 7).

3.8. Nombre de générations

Les conditions trophiques et climatiques d'une région conditionnent l'activité prolifique et le nombre de générations annuelles de la cochenille. Annuellement on compte au Maroc de 3 à 4 générations (SMIRNOFF,1957) et la durée d'une génération est plus ou moins longue selon le biotope considéré (MADKOURI, 1975).En Mauritanie, 5 à 6 générations sont enregistrées(LAUDEHO et BENASSY, 1969).

Pour HOCEINI (1977), en Algérie et dans la région de Biskra, il s'agirait de deux générations par an; une génération hivernale et l'autre printanière. A Ouargla, 3 générations ont été constatées par BOUSAID et MAACHE (2000). MARTIN (1965), signale la présence de trois génération en Irak avec la possibilité d'une quatrièmes dans les régions les plus chaud du sud.

Pour TOURNEUR et LECOUSTRE (1975), le cycle de *Parlatoriablanchardi* s'effectue presque sans interruption au cours de l'année.

3.9. Dégâts

La cochenille appartient à la tribu des Parlatorini qui regroupent des espèces spécifiques et monophages (BELGUENDOUZ et BICHE, 2015). Elle se nourrit de la sève qu'elle aspire à l'aide de son rostre, et en chaque point d'alimentation, l'insecte injecte une certaine quantité d'une toxine qui altère la chlorophylle (MUNIER, 1973).

Le peuplement intense de *Parlatoria blanchardi* déséquilibre la photosynthèse et empêche une respiration et une transpiration normale. Plusencore, la cochenille, en couche continue sur les jeunes tissus empêche la croissance normaledes bourgeons. En effet le peuplement intense de *Parlatoria blanchardi* n'entrave pas seulement le développement normal de la plante, mais il cause le dessèchement prématuré desDjerids et peut conduire à la perte totale d'un végétal aussi robuste et résistant que le palmierdattier (SMIRNOFF, 1954).

Les dattes attaquées se rident, se déforment, se déprécient, s'arrêtent dans leur développement, se dessèchent sans atteindre leur complète maturité, leur aspect devient défectueux, impropre à la consommation et leur valeur marchande diminue considérablement. Il en résulte, par conséquent, des dégâts très importants qui se traduisent par une baisse considérable des rendements (MUNIER, 1974).

Selon IDDER-IGHILI et *al.* (2013), la densité de la cochenille blanche varie selon plusieurs facteurs, dont la couronne extérieure est plus infestée par rapport à la couronne moyenne et le cœur, ainsi que les pieds jeunes sont plus infestés que les palmiers âgés.

Un palmier dattier de 10 à 15 ans fortement envahi par la cochenille, porte quelques 180 millions d'individus et plus (DELASSUS, 1931 in ZENKHRI, 1987).

SMIRNOFF(1952) rapporte qu'à ERFORD au Maroc, 70 à 80 % de la récolte des dattes s'avèrent impropres à la consommation humaine.

Photo 01. Infestation par la cochenille blanche

3.10. Moyens de lutte

Pour lutter efficacement contre *Parlatoria blanchardi* on peut utiliser séparément ou conjointement diverses méthodes : culturales, physiques, chimiques et biologiques (IPERTI, 1970).

3.10.1. Lutte culturale

L'emploi de méthodes culturales appropriées s'avère indispensables. Elles s'appliquent à maintenir en bon état le système végétatif du palmier dattier (IPERTI, 1970). A la plantation, on veillera à bien choisir les plants et à ne pas mettre en place que des sujets vigoureux et exempts de cochenilles. L'entretien parfait des palmiers contre *Parlatoria blanchardi* consiste en un élagage approprié plus au moins total. Autrement dit, une taille sévère, avec rabattement presque complet du feuillage au ras du stipe, donne des résultats très satisfaisant (LEPESME, 1947). Cette méthode a donnée des résultats spectaculaires en Tunisie, mais le danger réside dans le fait que cette pratique peut entrainer la mort de l'arbre par excès de chaleur (IDDER, 1992).

Selon ALLAM (2013), le sevrage des djebars en surnombre, la fertilisation et l'arrosage soigné des palmiers limite la prolifération de la cochenille blanche.

3.10.2. Lutte physique

Cette lutte consiste à l'utilisation du paramètre physique (température) qui est mis en jeu par le biais du feu utilisé. Cependant, d'une manière curative, on peut recourir au brûlage des palmiers tel qu'il est pratiqué depuis longtemps par les Arabes, ou encore selon les méthodes mises en place par les Américains (LEPESME, 1947).

Les Arabes débarrassent complètement l'arbre de ses rejets, palmes mortes, graines sèches… etc., élaguent toutes les palmes à l'exception de celles du cœur, accumulent le tout au pied du sujet et y mettent le feu après adjonction de quelques matières combustibles. Lorsque le feu atteint le cœur du palmier, la couronne est arrosée d'eau chaude. Chez les américains, les traitements sont peu brutaux du faits qu'ils pulvérisent de l'essence sur le stipe et l'enflamment ensuite (ALLAM, 2013). Un tel traitement peut s'appliquer à quelques arbres mais, raisonnablement, il s'avère difficile de l'étendre à des dizaines de milliers de pieds (IPERTI, 1970).

3.10.3. Lutte chimique

D'après DELASSUS et PASQUIER (1931), les pulvérisations insecticides peuvent être appliquées sur les jeunes dattiers dont le développement restreint permet une atteinte facile de toute la surface foliaire. Les produits utilisés sont les bouillies Sulfocalciques à 7% et également les pulvérisations d'acide sulfurique et de sulfate de fer. Les huiles jaunes et blanches sont également utilisées.

Un autre traitement cité par IPERTI (1970), consiste à bâcher les palmiers et à les traiter par fumigations cyanhydriques. Certes l'utilisation des Oléoparathions comme la Typholine C 5 %, Parathion 80 % peut se concevoir, mais elle nécessite la mise en œuvre d'un matériel approprié important et le coût de l'opération demeure souvent élevé. De plus, il importe de renouveler périodiquement l'application d'insecticides dont la toxicité n'est plus à démontrer et dont la permanence d'emploi risquerait de compromettre à tout jamais un équilibre biologique déjà précaire du fait des conditions climatiques difficiles qui règnent dans les zones de culture phoenicicole

En Libye, les meilleurs résultats ont été obtenus avec le Diazinon émulsion à 0,05 % de matière active avec ou sans mouillant ainsi qu'avec le Parathion émulsion à 0,05 % de matière active. Un taux de mortalité de 90 à 97% a été obtenu par l'utilisation de ces produits (MARTIN, 1965). L'utilisation de trois pesticides systémiques en Pakistan à savoir Thiamethoxam 25 WG, Carbosulfan 25 EC et Fipronil 80 WG à donner une importante réduction de la population de la cochenille blanche et cela par la méthode de pulvérisation des pesticides (MUNEER et *al*., 2014).

En Algérie, une tentative de lutte chimique est réalisée par IDDER et *al*. (2007) avec un insecticide organophosphoré, le Folimat ou Ométhoate à 50%. Le taux de mortalité enregistré été de 73,2 et 80%. Une autre tentative est effectuée par BELKHERI et *al*., (2013) et cela par l'utilisation d'un insecticide systémique Spirotitramate à une dose de 750mg/l dans une palmeraie moderne à Biskra. Ce dernier à provoquer une réduction de la fécondité de la cochenille blanche à 50% avec une durée de rémanence de 70 jours.

Pourtant, différents produits chimiques ont été testés contre *Parlatoria blanchardi*, mais leurs actions s'est avérée plus néfaste aux auxiliaires utiles qu'à la cochenille (KEHAT et SWIRSKY, 1964 in MADKOURI, 1975; IDDER et *al*., 2007).

3.10.4. Lutte biologique

La lutte biologique se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels. Elle est utilisée contre les cochenilles depuis plus de cent ans (KREITER, 2011). Cette méthode de lutte fera partie du chapitre suivant.

Chapitre 4

Lutte biologique et description des auxiliaires naturels

Chapitre 4. Lutte biologique et description des auxiliaires naturels utilisés à Ouargla

4.1. Définition de la lutte biologique

Lutte biologique estl'utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité. Si l'ennemi utilisé est un animal (presque toujours un insecte), il s'agit de lutte à l'aide d'entomophages qui peuvent être des prédateurs ou des parasitoïdes ; si l'ennemi utilisé est un micro-organisme, il s'agit de lutte micro biologique »(DAJOZ, 2003). C'est une définition adoptée par l'organisation internationale de la lutte biologique (OILB) (SUTY, 2010).

La lutte biologique a pour objectif de diminuer l'utilisation des produits chimiques de type pesticides, fongicides et herbicides en agriculture en favorisant l'utilisation d'ennemis naturels, appelé alors auxiliaires, pour défendre les cultures (TAYEH, 2013).

4.2. Organismes utilisés en lutte biologique

Il est possible de diviser les moyens ou les méthodes de la lutte biologique en deux catégories, celle qui n'a pas recours à des auxiliaires et celle qui a recours (DEBACH et ROSEN, 1991).

Les méthodes n'ayant pas recours à des auxiliaires regroupent l'utilisation de la résistance des plantes, l'épandage d'extraits végétaux et la lutte par confusion sexuelle. Il s'agit de la lutte autocide ou l'utilisation des mâles stérile, la lutte génétique ou variétale (PINTUREAU, 2009; VINCENT et CODERRE, 1992; STOCKEL, 1979).

Les méthodes ayant recours à des auxiliaires regroupent les micro-organismes, les macro-organismes (insectes, acariens, nématodes) et parfois des vertébrés.

Les micro-organismes regroupent des bactéries, des virus, des champignons entomopathogènes et des protozoaires pathogènes aux insectes (CHAUFAUX, 1995, PURRINI et *al*., 1988; FERRON, 1975; GREATHEAD et *al*., 1994; BOIVIN, 2001 in DIB, 2010).

La macro - organismes font appels aux:

- **Nématodes entomopathogènes**

Parasites d'insectes (N.P.I.) n'ont suscité un intérêt que depuis une soixantained'années. Ce sont les familles des Steinernematidae et des Heterorhabditidae qui paraissent aujourd'hui les plus exploitables en lutte biologique. Elles peuvent infester une large gamme d'insectes

et quelques autres Arthropodes mais présentent l'avantage de ne s'attaquer ni aux mammifères ni aux végétaux. La mort de l'hôte infesté survient très rapidement, un à deux jours après l'infestation (LASCAUX, 2013).

- **Parasitoïdes**

Selon des estimations récentes, les insectes parasitoïdes représentent entre 8 et 20% de l'entomofaune mondiale. La majorité des parasitoïdes sont des hyménoptères ou des diptères (respectivement environ 60 000 et 16 000 espèces décrites) (DION, 2011).

Les parasitoïdes infestent principalement d'autres insectes. Cependant, certaines espèces sont capables de parasiter d'autres arthropodes, voire des représentants d'autres phylums, notamment des plathelminthes, des annélides, des mollusques (WAJNBERG et RIS, 2007). L'œuf est déposé à l'intérieur d'un hôte (endoparasitoïde) ou à sa surface (ectoparasitoïde) par une femelle adulte à vie libre, qui le recherche activement comme un prédateur. La larve de parasitoïde se développe aux dépens de son hôte qu'elle finit par tuer (DION, 2011).

- Prédateurs

Les prédateurs sont des chasseurs de proies qu'ils utilisent pour se nourrir. Ce groupe d'auxiliaires comprend des insectes et des arachnides sous forme adulte mais aussi sous forme larvaire. Certains vertébrés sont aussi considérés comme prédateurs utiles; c'est le cas de batraciens, reptiles, oiseaux et mammifères (SUTY, 2010). Parmi les prédateurs auxiliaires des cultures, on cite les petits passereaux insectivores limitent le développement des chenilles dans les arbres fruitiers et les cultures, les coccinelles, les syrphes et les chrysopes chassent les pucerons et les crabes et les crapauds se nourrissent surtout des limaces (FAURIE et *al*., 2003).

4.3. Les grandes stratégies de lutte biologique

On reconnaît classiquement différentes stratégies de lutte biologique : la lutte biologique par acclimatation, la lutte biologique sans acclimatation (par inondation ou inoculation), et enfin la lutte biologique par conservation (TAYEH, 2013).

4.3.1. Lutte biologique par acclimatation

La lutte biologique par acclimatation, appelée aussi lutte biologique classique, est la stratégie la plus ancienne. Le but de cette approche est de lutter contre les ravageurs exotiques dans un territoire en important leurs prédateurs, parasites ou pathogènes naturels depuis leur zone d'origine avec l'espoir qu'il s'y établissent pour lutter d'une manière durable (GREATHEAD, 1995; EILENBERG et *al*., 2001)).

4.3.2. Lutte biologique sans acclimatation

On peut distinguer deux stratégies de lutte biologique sans acclimatation : l'inondation et l'inoculation. Ce type de lutte a pour avantage un effet non permanent qui évite l'introduction d'auxiliaire qui pourrait s'installer durablement dans l'environnement (EILENBERG et *al*., 2001).

4.3.2.1. Lutte biologique par inondation

Le but principal de ce type de lutte est de libérer intentionnellement en nombre important d'auxiliaires. Elle vise un contrôle rapide du ravageur par les auxiliaires directement lâchés sur la culture afin de contrôler les ravageurs (EILENBERG et *al*., 2001). Ces auxiliaires sont multipliés dans des bio-fabriques et commercialisés. Les lâchers sont effectués comme des traitements chimiques, plusieurs fois et à forte dose (PINTUREAU in SUTY, 2010).

4.3.2.2. Lutte biologique par inoculation

Le principe de ce type de lutte est le même que la lutte par inondation à la différence que les auxiliaires vont se reproduire et se multiplier pendant une période définie et finie (EILENBERG et *al*., 2001). Les descendants des individus lâchés peuvent donc contrôler la population de ravageurs sur une période de temps plus importante sans pour autant s'installer durablement. Ce type de lutte est principalement utilisé en serre. Par exemple *Encarsia formosa* est utilisé à grande échelle dans les serres depuis plusieurs dizaines d'années pour lutter contre l'aleurode (EILENBERG et *al*., 2001; VAN LENTEREN, 2000).

4.3.3 Lutte biologique par conservation

Ce type de lutte repose sur notre capacité à manipuler l'habitat ou de modifier l'agrosystème (HANCE, 2001). Ces manipulations ont pour but de protéger et d'augmenter les populations d'ennemis naturels locaux dans le but de faciliter leur capacité à contrôler les ravageurs des cultures. Ce type de lutte nécessite d'identifier les conditions essentielles pour la survie et la multiplication des ennemis naturels locaux (EILENBERG et *al*., 2001).

4.4. La lutte biologique en Algérie

Plusieurs travaux sur la lutte biologique contre les ravageurs des cultures ont été menés en Algérie. Ces essais datent depuis la période coloniale. C'est en 1922 que les premières tentatives d'acclimatation et d'utilisation d'auxiliaires ont été faites en Algérie notamment avec des coccinelles *Novius* (*Rodolia*) *cardinalis* pour lutter contre la cochenille australienne *Icerya purchasi*. Quelques années plus tard, en 1931, ce fût toujours une coccinelle *Cryptolaemus montrouzieri*, qui fût utilisée pour lutter contre la cochenille farineuse *Pseudococcus citri* qui infestait les agrumes et de nombreuses plantes de serres (DOUMANDJI-MITTICHE, 2013).

En 1984, l'INPV avait procédé pour la première fois à une lutte biologique contre une mouche blanche s'attaquant aux agrumes *Aleurothrixus floccosus* à l'aide d'un insecte parasitoïde local *Cales noaki*, dans la région de la mitidja. Des essais de lutte biologique ont été entrepris contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* par l'utilisation de l'ooparasitoïde ou parasitoïde embryonnaire *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) dans des vergers de Citrus à Mitidja en 1983 (DOUMANDJI-MITICH, 1983) et dans des palmeraies de Ouargla en 1986 (DOUMANDJI-MITICH et IDDER, 1986).

Une autre tentative de lutte biologique contre *Olygonichus afrasiaticus* a été effectuée à Ouargla par IDDER en 2007, avec des lâchers de *Stethorus punctillum*. Ces coccinelles ont fait chuter le taux d'infestation des dattes par ce ravageur d'environ 26% pour les arbres fortement infestés.

En 2008, les cultures de tomate sous serre ont connu des attaques foudroyantes par la Mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Une année plus tard, l'INPV a sollicité l'assistance technique de la FAO pour la lutte biologique contre ce ravageur, particulièrement l'introduction et l'utilisation de 2 punaises prédatrices et reconnues performantes *Nesidiocoris tenuis* et *Macrolophus caliginosus*. Jusqu'à 2014, l'opération de lâcher de *Phanerotoma flavitestacea* ennemi naturel de la pyrale de la datte se suit au niveau de la wilaya de Biskra, et des périmètres agricoles de Gouifla (Zelfana) dans la wilaya de Ghardaia et Hassi Benabdallah dans la wilaya de Ouargla (INPV, 2014).

4.4.1. La lutte biologique contre la cochenille blanche

Des essais de lutte biologique contre la cochenille blanche ont été commencés depuis le début du 20ième siècle. Ces premières tentatives ont été basées sur les auxiliaires (locales ou exotiques) de ce ravageur.

Les ennemis naturels recensés de cette diaspine sont divers comprenant des Coléoptères (Coccinellidae et Nitidulidae) et des Névroptères (Chrysopidae) (IPERTI, 1970; MADKOURI, 1975; SAHARAOUI et *al*., 2010).

Plusieurs tentatives ont été réalisés citant ceux de LAUDEHO et *al*., (1970) qui ont fait des lâchers en ADRAR Mauritanien par l'introduction et l'acclimatation réussi de *Chilocorus bipistulatus*. STANSLY (1984) a utilisé la même espèce au Niger.

En Algérie (Bechar), la première tentative de lutte biologique contre *Parlatoriablanchardi*, était mené par BALACHOWSKY en 1925 par deux prédateurs autochtones, *Pharoscymnusanchorago* Faim. (Coccinellidae) et *Cybocephaluspalmarum* Pey. (Nitidulidae), découvert la même année par BALACHOWSKY dans la région de Biskra et Oued Rhir où ils dévorent les jeunes larves et les œufs sous les boucliers (ACHOURA, 2013).Quelques mois plus tard les prédateurs introduits s'étaient bien maintenus.

Depuis l'introduction de ces prédateurs, qui se sont multipliées en abondance dans les oasis de Bechar où leur acclimatation a parfaitement réussi, les attaques sont moins vigoureuses et les dégâts se sont atténués (BALACHOWSKY et MESNIL, 1935).

Au sud algérien, la richesse spécifique en coccinelles ne dépasse pas les 16 espèces (SAHARAOUI, 2001).

A Ouargla sur trois biotopes différents, ZENKHRI(1987) signale parmi les prédateurs locaux, une coccinellidae *Pharoscymnus semiglobosus* qui détient le taux de prédation le plus important et c'est la seule qui répond aux conditions d'élevage. Cette coccinelle a pu réduire le nombre de *Parlatoria blanchardi* à 13,68% par cm^2.

SALHI (1998), a repris ces travaux dans la région de Biskra et cela par des lâchers des prédateurs autochtones *Pharoscymnus semiglobosus*, *Pharoscymnus ovoideus* et *Cybocephalus palmarum*. Les résultats ont été encourageants avec un taux de prédation de 50% pour *Cybocephalus palmarum*.

Parmi les tentatives de lutte biologique les plus récentes contre la cochenille blanche dans la région d'Ouargla est celle de IDDER et *al*., (2007), dont le taux de prédation le plus élevé est de 20,83%. Cette étude se base sur la comparaison de l'efficacité de trois méthodes de lutte (physique, chimique et biologique) sur la population de *Parlatoria*

blanchardi et sur la faune auxiliaire du palmier dattier. Les résultats montre que les deux méthodes physique et chimique donne des taux de mortalité très importants du ravageur avec une forte mortalité des auxiliaire (78,8 à 89,4%). En revanche, la lutte biologique à préserver la faune utile et donc l'équilibre biologique dans la palmeraie.

Un autre volet de la lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* s'est basé sur les biopesticides. Des huiles et des extraits aqueux végétaux ont fait l'objet de quelques études récentes. ALDOUSSARI et *al.* (2008) ont effectué un essai de lutte contre la cochenille blanche par l'utilisation des huiles de ricin *Ricinus sp.* , noix de coco *Cocos nucifera*, nigelle *Nigella sativa*, harmal *Peganum harmala*, sésame *Sesamum indicum*, girofle *Syzygium aromaticum*, lin *Linum grandiflorum* et d'amande amère *Prunus amygdalus*. Les taux de mortalité les plus importants sont enregistrés pour *Pegnanumharmala* et *Ricinus sp*. avec respectivement 87,87 et 82,90%.

Parmi les essais des extraits végétaux aqueux, on note ceux de GASSOU (2015) par l'utilisation de 6 extraits végétaux à savoir poivre noir *Piper nigrum*, menthe verte *Mentha viridis*, romarin *Rosmarinus officnalis*, basilic *Ocimum basilicum*, l'ail *Allium sativum* et arghel *Solenostemma arghel*. Les résultats obtenus de cet essai montre l'efficacitédupoivre noir et d'Arghel avec les taux de mortalité les plus élevés arrivent respectivement jusqu'à 91.35% et 85%.

BOUCHOUL (2016) a effectué un traitement avec 4 extraits aqueux laurier rose *Nerium oleander*, l'eucalyptus *Eucalyptus camaldulensis*, le ricin *Ricinus communis* et la coloquinte *Colocynthis vulgaris* à trois doses 1%, 3% et 5%contre la cochenille blanche . Les taux de mortalité les plus élevés sont enregistrés pour l'eucalyptus à 3%, le ricin à 3%, laurier rose à 1% et la coloquinte fruits sans graines à 1 % avec respectivement 77,12 ; 77,08 ; 73,85 et 73,60 %.

4.5. Description des espèces utilisées en lutte biologique

En Algérie, la faune des coccinelles renferme 48 espèces dont 46 sont des agents de lutte biologique susceptible de jouer un rôle dans la protection des plantes contre certains bio agresseurs. Dans le sud algérien, le secteur du Sahara septentrional occupe la première place avec 16 espèces. Il offre de meilleures conditions pour le développement des coccinelles grâce aux nombreuses oasis et lits d'oueds répartis à travers les localités de Biskra, Ouargla et El Oued (SAHARAOUI et *al*., 2014).

Le palmier dattier constitue l'habitat privilégié des coccinelles coccidiphages (SAHARAOUI et *al*., 2010). Cette culture héberge la principale nourriture des coccidiphages, la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*. Trois coccinelles vivent, cohabitent et partagent la même nourriture: *Pharoscymnus ovoideus* (Sicard 1929), *Pharoscymnus numidicus* (Pic 1900) et *Exochomus (Parexochomus) pubescens* forme *apicalis* (Weise 1885). Les espèces *P. ovoideus* et *P. numidicus* enregistrent la valeur de recouvrement de niche la plus élevée (SAHARAOUI et *al*., 2015). Elles sont signalées dans la région de Ouargla parDJOUHRI(1994), SAHARAOUI (1994 et 1998), BENZAHI (1997), BOUKHTIR (1999), BOUSSAID et MAACHE (2001), MAHMA (2002), BENAMEUR-SAGGOU, 2009; IDDER (2011), HAMITI et BOUCHAALA (2012). Elles sont caractérisées par une présence ininterrompue durant presque toute l'année (SAHARAOUI et *al*., 2010).

4.5.1. *Pharoscymnus ovoideus* (Sicard, 1929)

Espèce coccidiphage, se nourrissant essentiellement de *Parlatoria blanchardi*. Très active au printemps, en été et en automne. L'adulte est présent toute l'année sur le palmier dattier. Cohabite avec *Pharoscymnus numidicus* et présente des caractéristiques similaires (DJOUHRI, 1994).

4.5.1.1. Classification

La classification de *Pharoscymnus ovoideus* faite par SAHARAOUI et *al*. , (1998) est la suivante:

Ordre:	Colcopiera
Sous-ordre :	Polyphaga
Famille :	Coccinellidae
Sous famille :	Sticolotidinae
Tribu :	Sticolotidini
Genre :	*Pharoscymnus*
Espèce :	*Pharoscymnus ovoideus* (Sicard, 1929)

4.5.1.2. Description

La description morphologique de cette espèce est faite par SAHARAOUI (1998). Espèce au corps fortement arrondi, très convexe et pubescent, mesurant entre 1,5 et 2, 3 mm de long et 1,3 à 1,8 mm de large.

4.5.1.2.1. Tête

La tête de *Pharoscymnus ovoideus* est très étirée latéralement, portant une lame plus ou moins rectiligne en avant. Les yeux glabres peu profondément échancrés par les joues prés de l'insertion antennaire. Les fronts sont pubescent souvent noir chez la femelle, rouge-brunâtre à sombre chez le mâle. Les antennes sont très courtes composées de deux articles, de couleur rouge-brunâtre, les articles du 3^{éme} au 7^{éme} sont réduits et uniformes, le 9^{éme} plus allongé et le dernier est peu visible.Les palpes maxillaires brunâtres, à dernier segment en forme de cône (SAHARAOUI, 1998).

4.5.1.2.2. Pronotum

Le pronotum est de couleur rouge-brunâtre parfois plus sombre ou noire, très étiré latéralement environ cinq fois plus petites que la largeur des élytres. L'angle antérieurs sont échancrés et avances, les postérieurs arrondis et plus ou moins avancés. Le bord postérieur est rectiligne et appliqué sur la base des élytres. La ponctuation est fine et dense (SAHARAOUI, 1998).

4.5.1.2.3. Elytres

Ils sont de couleur noire ou rouges-brunâtre parfois plus foncée, ornés chacun de deux taches rouges-oranges ou sombres, très visibles chez les individus noirs, confondues lorsque les élytres rouges-brunâtres. La tache supérieure souvent pentagonale allongée, oblique de haut en bas et de dehors en dedans, située sous le calus huméral, tous près du bord postérieur des élytres sans l'atteindre. Chez certains individus les tâches sont pentagonales ou ovales irrégulières non allongées, celles supérieures sont toujours plus grandes (SAHARAOUI, 1998).

4.5.1.2.4. Face sternale

Elle est de couleur rouge-brunâtre, parfois plus foncée, méta sternum souvent noir. Epipleures rouges-brunâtres, 5 à 6 fois plus petites que la largeur du corps. Prosternum très étroite latéralement, plus ou moins large au milieu, base assez large et sombre. Les deux carénés, forment avec le bord supérieur un rectangle assez large. Les lignes fémorales du

premier segment abdominal sont complètes, descendant obliquement jusqu'environ les 4/5 du bord postérieur du sternite, puis remontent tout le long du coté latéral et s'annulent vers le bord antérieur du segment.

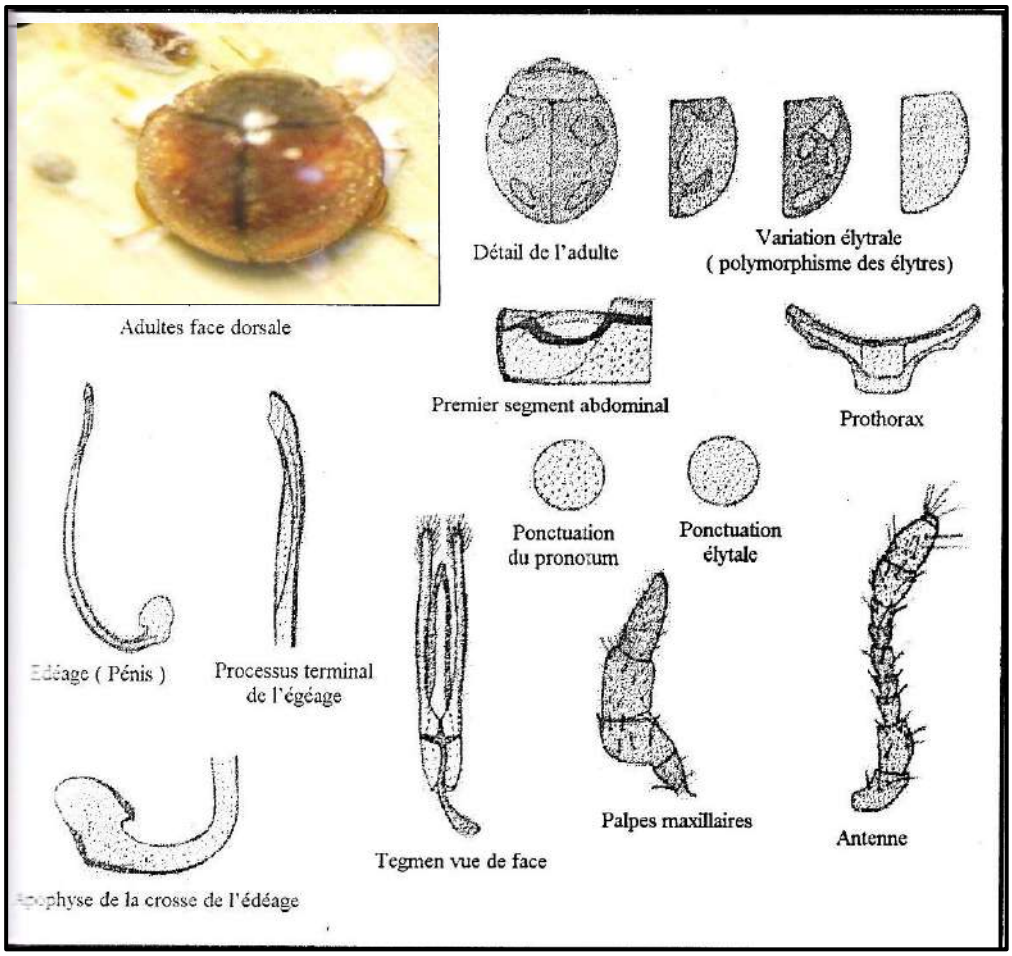


Figure 8. Caractères morphologiques et anatomiques de *Pharoscymnus ovoideus* Sic. (SAHARAOUI, 1998)

4.5.1.3. Régime alimentaire

Pharoscymnus ovoideus se nourrit essentiellement de cochenilles (coccidiphages). La cochenille blanche est l'aliment essentiel de cette coccinelle dans les palmeraies de Sud-Est Algérien. Dans la région de Batna, cette espèce avec *Pharoscymnus numidicus* s'attaquent surtout à la cochenille *Parlatoria aloé* inféodée à divers arbres fruitiers (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000). Dans le cas où cette nourriture arrive à manquer, la coccinelle peut adopter le régime acariphage (IDDER et PINTUREAU, 2009).

4.5.1.4. Durée du cycle

Selon IPERTI et BRUN, (1969) la durée totale du cycle biologique de *Pharoscymnus ovoideus* est de 30 à 35 jours à 30 °C de température, 40 à 50 % de l'humidité relative de l'aire et 18 heures de lumière.

La durée des différents stades est la suivante :

-Incubation des œufs…….....7-8 jours

-Premier stade larvaire……...4-5 jours

-Deuxième stade larvaire……...2-3 jours

-Troisième stade larvaire……4-5 jours

-Quatrième stade larvaire……3-4 jours

-Pré-nymphe……....2 jours

-Nymphe……..6-7 jours

4.5.2. *Pharoscymnus numidicus* (Pic, 1900)

La coccinelle *Pharoscymnus numidicus* est enregistrée dans les palmeraies de Sud-est algérien. Elle cohabite souvent avec *Pharoscymnus ovoideus*dont biologiquement sont très proche (SAHARAOUI et *al.*, 2015).C'est une espèce coccidiphage qui se nourrit essentiellement de cochenille blanche.

4.5.2.1. Classification

Ordre:	Coleoptera
Sous-ordre :	Polyphaga
Famille :	Coccinellidae
Sous famille :	Sticolotidinae
Tribu:	Sticolotidini
Genre:	*Pharoscymnus*
Espèce:	*Pharoscymnus numidicus (*PIC, 1900)

4.5.2.2. Description

C'est une espèce au corps ovale légèrement arrondi, finement ponctué, pubescent, mesurant entre 1,7 à 1,8 mm de long et 1,2 à 1,3 mm de large (Fig. 7) (SAHARAOUI, 1998).

4.5.2.2.1. Tête

Tête plus ou moins étirée latéralement, épistôme à bords latéraux parallèles et plus ou moins large à angles arrondis vers l'avant. Yeux noirs et glabres peu profondément échancrés par les joues près de l'insertion antennaire. La base des antennes est plus ou moins visible. Les fronts pubescents sont noir ou brun-foncé, parfois rouge brunâtre chez le mâle. Les antennes sont testacées ou rouge oranges, environ trois fois plus petites que la largeur de la tête, portant 10 articles dont le dernier très petit et peu visible. Palpe à dernier article en forme de cône plus allongé que celui de *Pharoscymnus ovoideus* (SAHARAOUI, 1998).

4.5.2.2.2. Thorax

Il comprend un pronotum subrectangulaire environ quatre fois plus petites que la longueur des élytres, de couleur noire ou brunâtre, souvent bordée latéralement de jaune brunâtre chez les mâles, laissant apparaître une grande tache basale plus sombre atteignant souvent le bord antérieur du pronotum, mais jamais les angles postérieurs.

Les angles antérieurs sont arrondis, le bord antérieur plus ou moins courbé vers le milieu, légèrement échancré vers les angles. Le bord postérieur est légèrement courbé appliqué sur la longueur de la base élytrale. Les angles postérieurs sont arrondis et plus ou moins avancés. La ponctuation est fine et dense (SAHARAOUI, 1998).

4.5.2.2.3. Elytres

Les élytres sont plus ou moins larges en avant, de couleur rouge brunâtre parfois plus sombre, paré d'une bande longitudinale sinueuse plus claire. La forme la plus répandue porte une bonde basale sombre commune aux deux élytres de part et d'autre de la suture assez large et de forme triangulaire vers l'avant. Celle-ci se rétrécie vers le milieu de la longueur de la suture, puis s'élargisse ensuite légèrement vers la partie postérieure jusqu’à l'apex. La bonde sinueuse longitudinale claire naissant du bord huméral descendant jusqu’environ les 1/3 de la longueur du coté latéral, puis se prolonge jusqu’au bord sutural sans l’atteindre et redescend vers l’arrière pour rejoindre le bord du coté latéral, en se refermant. Elle laisse apparaître au milieu deux grandes taches latérales sombre souvent de forme pentagonale sinueuses. Chez certains individus la bande longitudinale claire est assez grande descendant jusqu’environ les 2/3 de la longueur du côté latéral en se refermant. Elle laisse apparaître une grande tache rectangulaire sinueuse assez longue plus sombre. Le bord sutural postérieur est toujours sombre. La partie supérieure largement assombrie en forme de triangle (SAHARAOUI, 1998).

4.5.2.2.4. Face sternale

La face sternale est rouge ou sombre. Les épileurs sont 4 à 5 fois plus petits que la largeur du corps. Le prosternum est rouge orange, courbé vers l'avant, très étroit latéralement à contour plus foncé, les deux carénés prosternales en forme d'un carré plus clair. Les lignes fémorales du premier segment abdominal sont complètes, naissant du bord antéro-médian, prolongeant le bord postérieur du sternite sans l'atteindre puis disparaissent sans remonter vers la cote latéral du segment (SAHARAOUI, 1998).

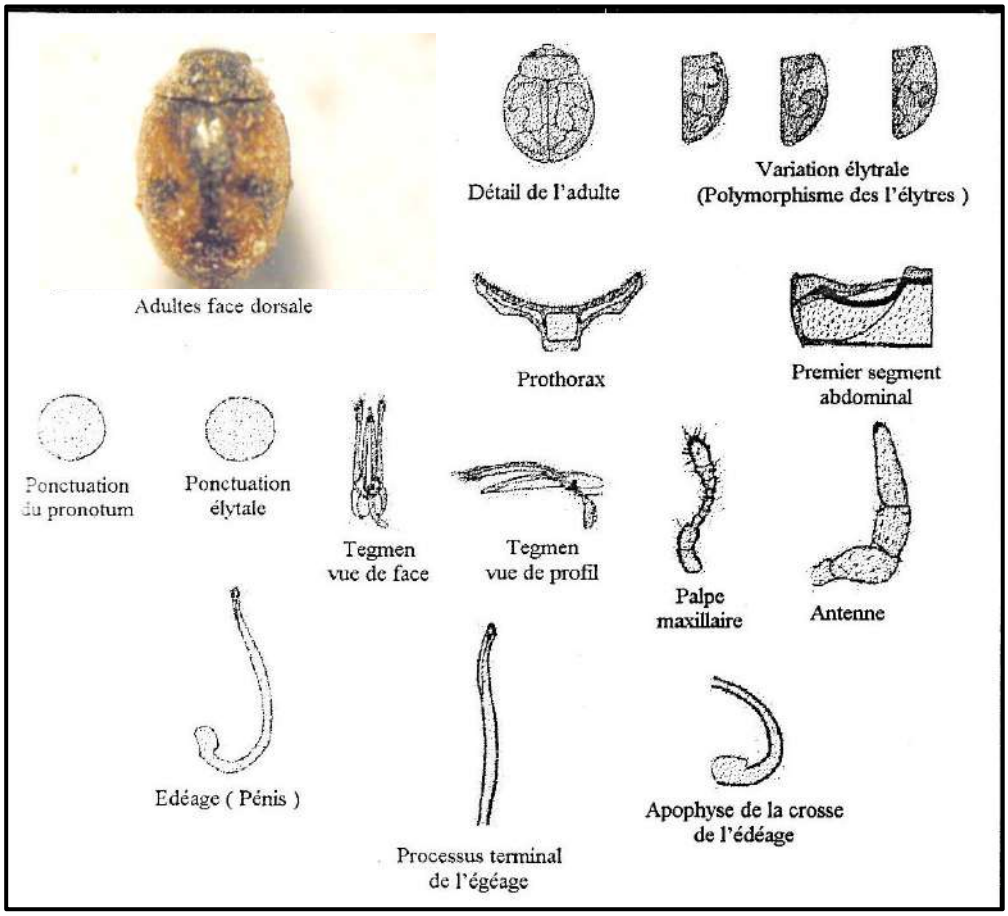


Figure 9. Caractères morphologiques et anatomiques de *Pharoscymnus numidicus* Pic. (SAHARAOUI, 1998)

4.5.2.3. Régime alimentaire

Pharoscymnus numidicus présente le même régime alimentaire que *Pharoscymnusovoideus.*

4.5.2.4. Durée du cycle

- Incubation des œufs : 6-7 jours
- Premier stade larvaire: 2-3 jours
- Deuxième stade larvaire: 2jours
- Troisième stade larvaire : 2-3 jours
- Quatrième stade larvaire: 3-4 jours
- Pré-nymphe: 1-2 jour
- Nymphe: 5-7 jours.

Partie expérimentale

Chapitre 1

Composition faunistique et floristique des palmeraies d'étude

Chapitre I. Composition faunistique et floristique des palmeraies d'étude: indicatrice de la biocénose

Introduction

Les palmeraies de la région d'Ouargla présentent une importance écologique et économique considérable (IDDER, 1992). De nombreuses contraintes viennent entraver la bonne conduite des palmeraies, notamment les anciennes. Ces contraintes sont à l'origine d'un grave déséquilibre écologique qui risque fort de devenir irréversible si des actions urgentes ne sont pas entreprises (IDDER et *al*., 2008). Le souci de plus en plus marqué de préserver l'environnement saharien, est au premier plan les risques de pollution chimique (notamment les pesticides) et leurs impacts sur la faune utile et l'environnement ainsi que les conséquences sur le végétal (IDDER, 2011).L'un des axes de recherche qui contribue à la protection et la préservation de ce patrimoine phœnicicole, est une meilleure connaissance de cet écosystème palmeraie afin de cerner le maximum des défailles qui peuvent nuire à sa composition floristique et faunistique, autrement dit à son équilibre.

Aucune intervention, notamment d'ordre agronomique ne peut se faire qu'en ayant une connaissance aussi complète que possible des différents éléments du milieu; physique (sol, eau, climat) et biologique (inventaires floristiques et faunistiques) (LE BERRE, 1978). Le tout permet d'avoir une idée assez précise des éléments qui inter-réagissent dans la biocénose de la palmeraie, étant donné que ces palmeraies vont constituer des sites d'intervention biologique (lutte biologique) contre un ravageur très redoutable du pilier de cet écosystème dont il est nécessaire de définir le complexe biocénotique au sein duquel *Parlatoria blanchardi* et les deux coccinelles *Pharoscymnus* évoluent.

1.1.Matériel et méthodes

1.1.1. Matériel et méthodes utilisés sur terrain

1.1.1.1. Présentation des sites d'étude

Le travail expérimental a été mené sur deux sites d'étude (deux palmeraies), à savoir une palmeraie à Mekhadma (S1) et l'Exploitation de l'université Kasdi Merbah Ouargla (S2). Le choix de ces sites d'étude repose sur les critères suivants:

- Accessibilité au terrain.
- La différence agro-écologique où les deux sites présentent des conditions d'entretien différentes.
- Distribution variétale similaire.

Photo 02. Photo satellitaire des deux sites d'étude

1.1.1.1.1. Palmeraie de Mekhadma

Mekhadma est un secteur de la commune de Ouargla crée en 1929 par les colons. Il est caractérisé par son patrimoine phœnicicole important. La station de Mekhadmaest située à 6 km au Nord-ouest de la ville de Ouargla (5° 20’ E; 31° 59’ N). Son altitudeest de 128m, créée en 1979 (*comp. Pers*). Elle couvre une superficie de 1.9 ha. Le palmier dattier *Phœnix dactylifera*domine dans cette station avec 160 pieds (Tab. 2). Les palmiers sont plantés d’une manière régulière avec un écartement variant de 9 à 10 m entre pieds. L’âge des palmiers varie entre 5 et 29 ans. La répartition variétale des palmiers dattiers dans le site de Mekhadma est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Répartition variétale des palmiers dattiers dans la station de Mekhadma

Cultivars	Nombres des pieds	Pourcentages (%)
Deglet-Nour	118	73,75
Ghars	30	18,76
Itim	04	2,5
Tamsrit	03	1,88
Takermoust	03	1,88
Tafezouine	01	0,62
Dguels	01	0,62
Totaux	160	100

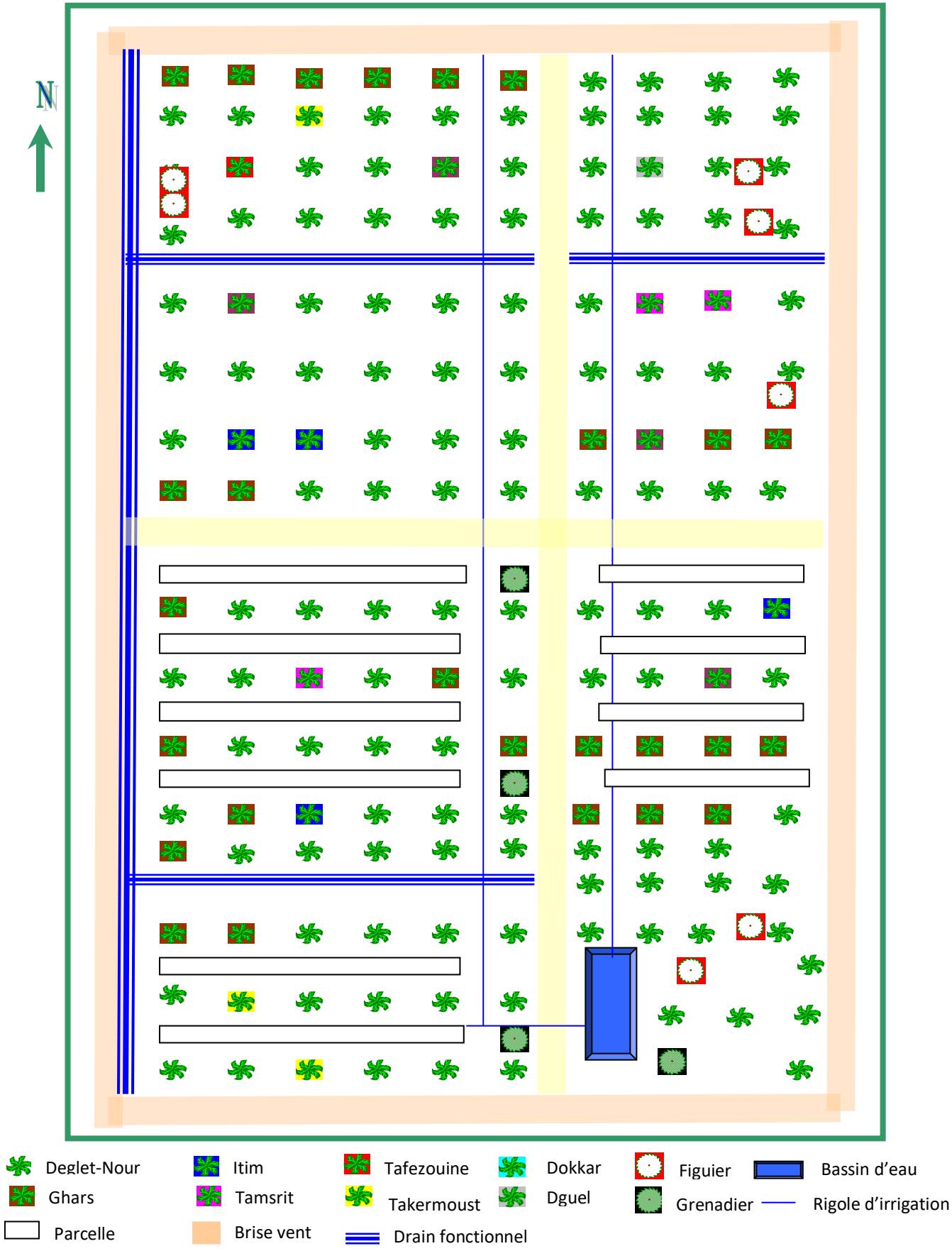


Figure 10. Schéma parcellaire de la station de Mekhadema

Le cultivarDeglet-Nourreprésente le plus grand effectif avec 73,75 % devant le Ghars avec 18,76 %, les autres cultivars existants sont présentés par 2,5 % de l'Itim, 1,88 % de Tamsrit et de Takermoust et un pourcentage équivalant de 0,62 % pour le cultivar Tafezouine et les Dguels. La station renferme un seul pied de Dokkar, 07 arbres de figuier *Ficus carica*, 4 arbres vigne *vitus viticola*. L'irrigation se fait par submersion pour le palmier dattier et les cultures maraîchères, et le goutte à goutte pour les arbres fruitiers. Le système de drainage est fonctionnel partiellement. Quelques drains sont envahis par une végétation halophyte et hydrophyte, et d'autres sont fonctionnels. La palmeraie n'a subi aucun traitement phytosanitaire, et elle entretenue (Fig. 10).

1.1.1.1.2. Exploitation de l'université Kasdi Merbah Ouargla

La palmeraie de l'Université de Ouargla est l'ancien périmètre de Garat Chemia. Elle a été crée en 1957 par le service colonial pour la mise en valeur et confiée plus tard en 1979 à l'Ex.I.T.A.S (Institut Technologique d'Agronomie Saharienne) puis l'ex. I. N. F. S. A. S. (Institut National de Formation Supérieure en Agronomie Saharienne) dans un but expérimental et scientifique. Elle est localisée au Sud - Ouest de la ville d'Ouargla (31°N et 5°E). Elle n'a subi aucune modification en matière de superficie. Elle s'étend sur 32 ha, dont 14,4 ha aménagés répartis en quatre secteurs A, B, C, et D occupant chacun une superficie de 3,6 ha. Le reste se trouve inexploité correspondant à l'extension de l'exploitation représentée par les secteurs E, F, G, et H. La phœniciculture représente la principale vocation de l'exploitation avec 1238 palmiers dattiers. Ils sont plantés d'une manière régulière avec un écartement moyen de 9 m sur 9 m, soit 110 palmiers à l'hectare. Le cultivar dominant est Deglet-Nour (Tab. 3). L'âge des palmiers varie de 2 ans à 50 ans.La plasticulture est localisée dans le sous-secteur A_1. Elle concerne les cultures maraîchères comme la tomate *Lycopersicum esculentum*, la laitue *Lacusta sativa* et le poivron *Capsicum annum*.

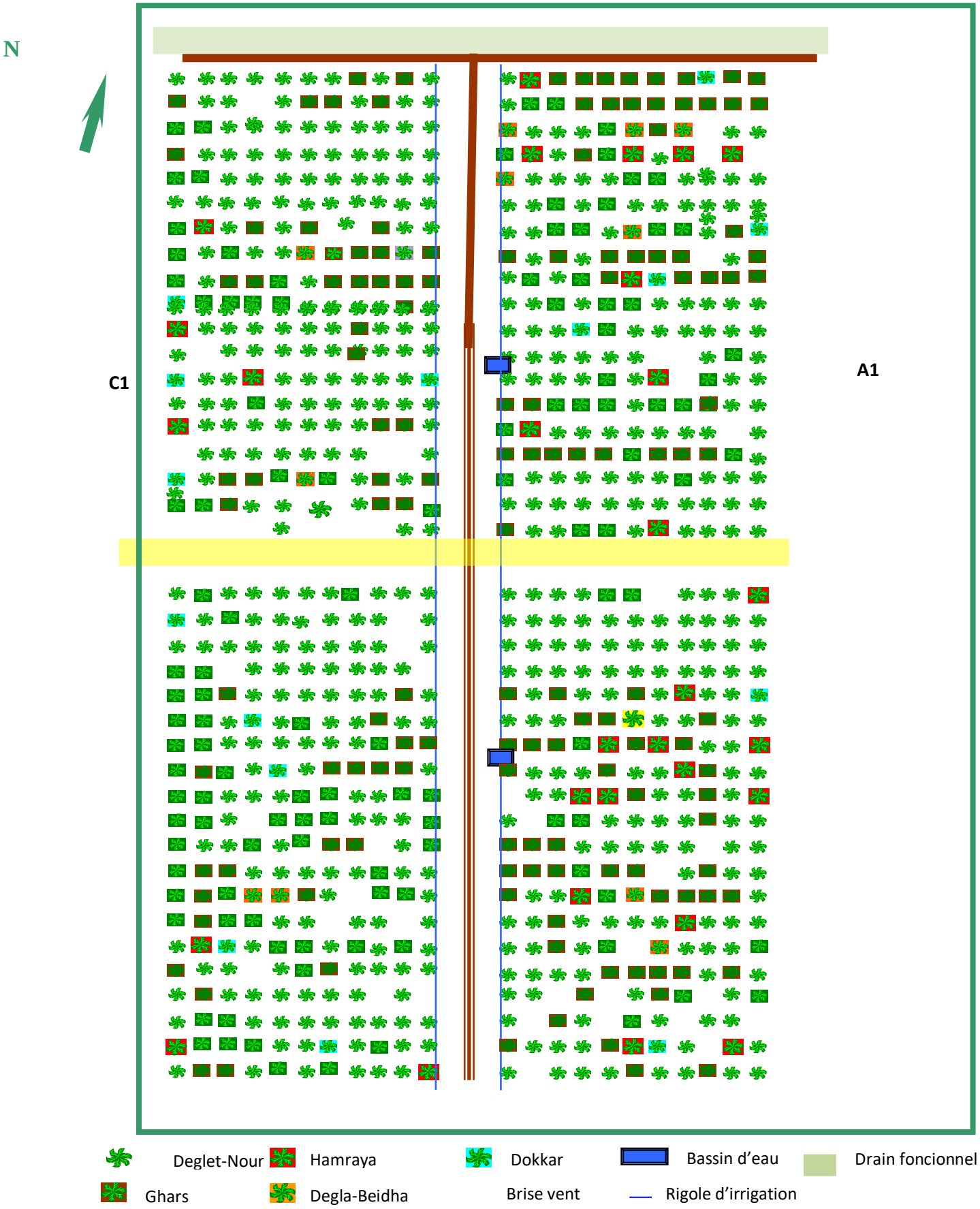


Figure 11. Schéma parcellaire de l'exploitation de l'université Kasdi-Merbah Ouargla

Tableau 3. Répartition variétale des palmiers dattiers dans l'exploitation de l'Université de Ouargla

Cultivars	Nombres des pieds	Pourcentages (%)
Deglet-Nour	807	69,87
Ghars	270	23,38
Dguels	40	3,46
Degla-Beidha	23	1,99
Tamesrit	10	0,87
Hamraya	5	0,43
Totaux	1 155	100

Le cultivar Deglet-Nour représente 69,87 % de l'effectif total des palmiers productifs. Il est suivi du cultivar Ghars avec 23,38 %. Les Dguels etDegla-Beidhareprésentent respectivement 3,46 % et 1,99 % (Tab. 3). Le reste du total du nombre de palmiers dattiers est réparti en 23 Dokkars, 50 Djebbars. La végétation naturelle principale est représentée par *Zygophyllum album*, *Tamarix gallica, Cynodon dactylon*.Le figuier *Ficus carica* constitue le seul arbre fruitier cultivé dans le secteur A et C.Quelques cultures fourragères tels que la luzerne *Medicago sativa*, l'avoine *Avena sativa* et l'orge *Hordeum vulgare* sont cultivés en intercalaire. L'irrigation se fait par submersion et les drains sont non fonctionnels. Ils sont envahis par *Phragmites communis*. L'exploitation est entourée par un brise vent constitué par l'Eucalyptus, du Casuarina et de palmes sèches. L'inventaire de la faune de la présente étude s'effectue dans les deux secteurs A et C où les pratiques culturales sont réalisées manuellement et la toilette des palmiers n'est pas complète. Aucun traitement insecticide n'est enregistré (Fig. 11). L'exploitation est considérée comme un biotope peu entretenu.

1.1.1.2. Transects végétaux

Le transect végétal des deux sites d'étude est établi afin de mettre en évidence la structure de la végétation et les taux de recouvrement du sol par les plantes d'une part, et d'autre part de représenter la physionomie du paysage.La méthode consiste à délimiter une surface de 500 m^2 (10m x 50m) afinde recenser toutes les espèces végétales qui s'y trouvent. Une mensuration concernant le diamètre et la hauteur moyens de toutes les espèces botaniques existantes est faite dans le but de les représenter graphiquement suivant deux profils. La première est une représentation en projection verticale sur un plan,

elle permet de préciser la structure du peuplement végétal et le taux de recouvrement. Par contre la deuxième est une représentation de profil qui donne des indications sur la physionomie du milieu, montrant s'il s'agit d'un milieu ouvert, semi-ouvert ou fermé (DURANTON et *al.*, 1982). Le taux de recouvrement végétal est calculé pour chaque

$$T = \frac{\pi (d/2) \times N}{S} \times 100$$

espèce présente dans l'aire échantillon par la formule suivante :

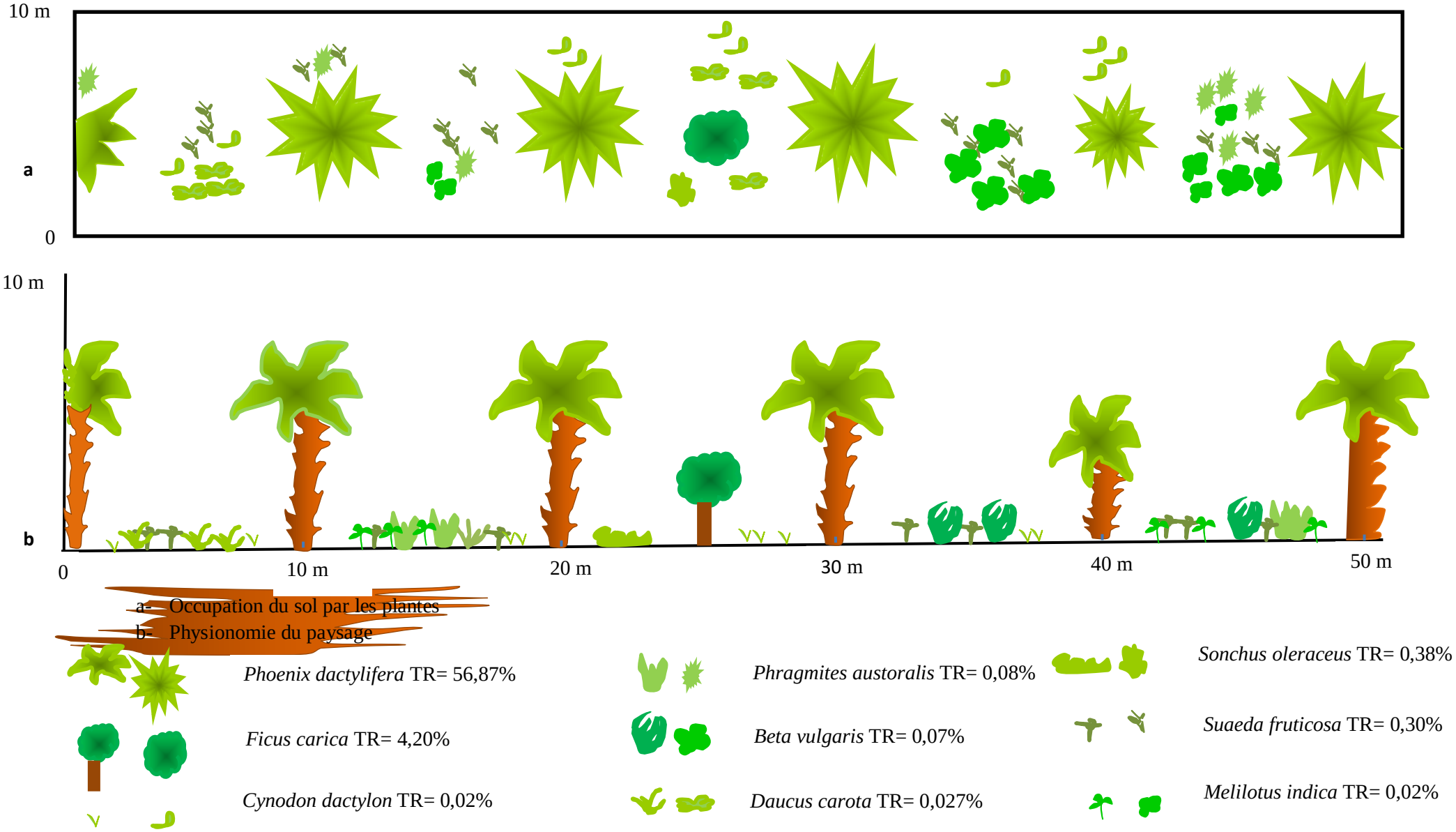
T : Taux de recouvrement (%) d'une espèce végétale donnée;
d : Diamètre moyen de la plante en projection orthogonale exprimé en mètre;
S : Surface du transect végétal soit 500 m^2;
N : Nombre de pieds de l'espèce végétale prise en considération.

1.1.1.2.1. Transect végétal dans la station de Mekhadma

Le transect de la station de Mekhadma est caractérisée par la présence d'une state arborée composée principalement du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. (Palmaceae) avec un taux de recouvrement de 56,87% et le figuier *Ficus carica* L. (Moraceae) avec 4,20%. Des espèces herbacées sont signalées dans notre transect à savoir quelques cultures maraîchères et des plantes spontanées. Comme culture maraîchère, on note *Beta vulgaris* L. (Amaranthaceae) avec 0,07 % et *Daucus carota* L. (Apiaceae) avec 0,027 %. Les plantes spontanées qui participent au plus au recouvrement du sol sont *Sonchus oleraceus* L. (Asteraceae) avec 0,38 %, *Suaeda fruticosa* L. (Amaranthaceae) avec 0,30 %, *Phragmites austoralis* Cav. (Poaceae) avec 0,08 % et *Cynodon dactylon* L. (Poaceae) et *Melilotus indica* L. (Fabaceae) avec 0,02% pour chacune. Le taux de recouvrement global est de 61,99% (Fig. 12).

1.1.1.2.2. Transect végétal dans l'exploitation de l'université de Ouargla

Le transect végétal de la station de l'exploitation de l'université révèle la présence de quelques espèces botaniques notamment *Phoenix dactylifera* L. (Palmaceae) avec un taux de recouvrement de 60,005%. Les plantes spontanées sont signalées aussi. Les espèces qui présentent les taux de recouvrement les plus importants sont *Frankenia pulverulenta* L. (Frankeniaceae) avec 0,50 %, *Phragmites austoralis* Cav. (Poaceae) avec 0,40 %, *Sonchus oleraceus* L. (Asteraceae) avec 0,15 % et *Tamarix gallica* L. (Tamaricaceae) avec un taux de 0,11%. La plante qui participe au plus faible recouvrement du sol est *Seteria veticillata* L. (Poacea) avec 0,083 (Fig. 13). Le taux global de l'occupation du sol par la végétation est de 61,24 %.


10 m
a
0
10 m
b
0
10 m
20 m
30 m
40 m
50 m
a- Occupation du sol par les plantes
b- Physionomie du paysage
Phoenix dactylifera TR= 56,87%
Ficus carica TR= 4,20%
Cynodon dactylon TR= 0,02%
Phragmites austoralis TR= 0,08%
Beta vulgaris TR= 0,07%
Daucus carota TR= 0,027%
Sonchus oleraceus TR= 0,38%
Suaeda fruticosa TR= 0,30%
Melilotus indica TR= 0,02%

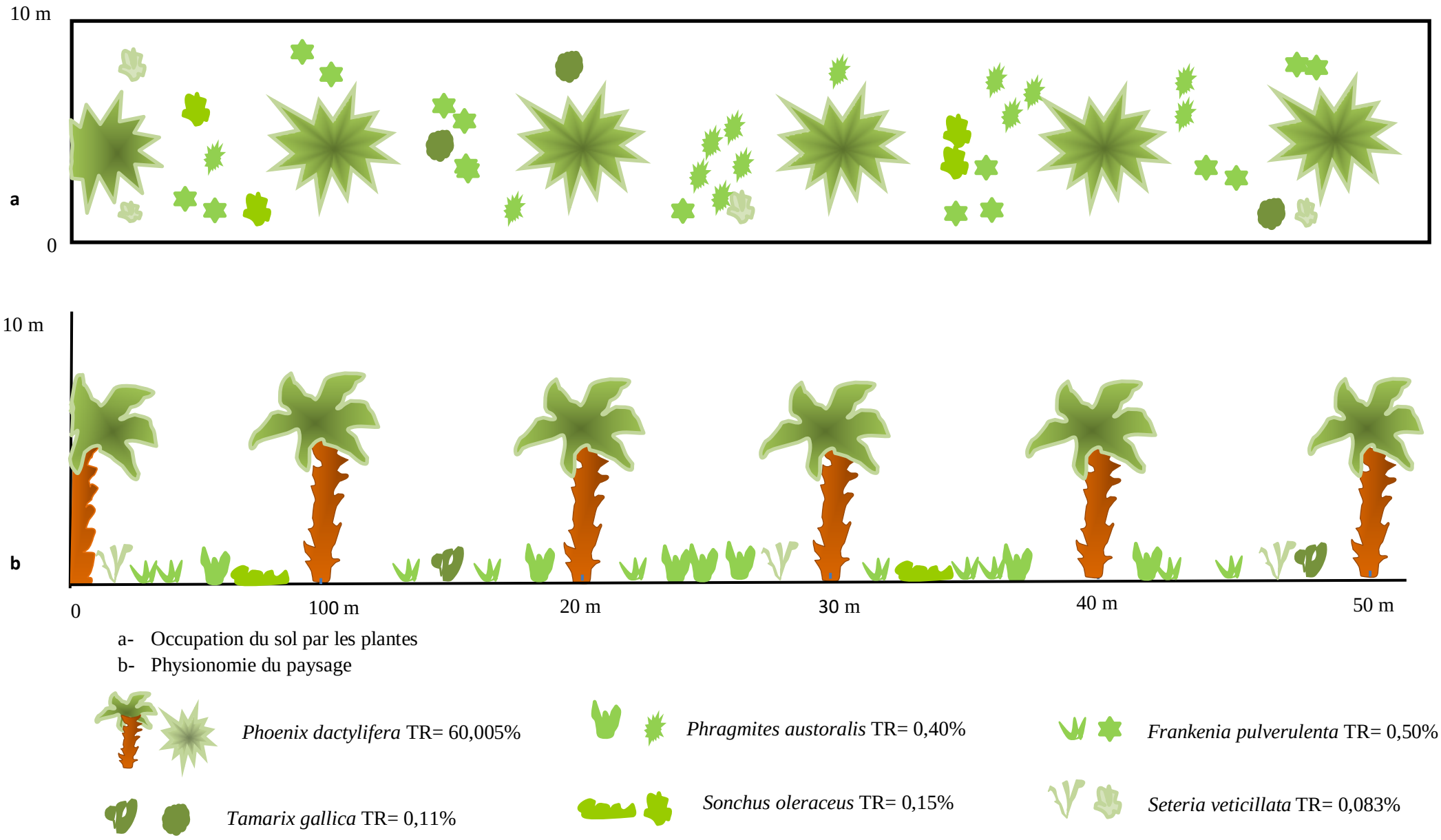


Figure 13. Transect végétal au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla

1.1.3. Matériel et méthodes d'inventaire de la flore et de la faune

1.1.1.3.1. Flore

L'échantillonnage de la flore dans nos 2 sites a fait appel à l'échantillonnage subjectif. Selon GOUNOT (1969), c'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage. On choisit des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentative. Selon plusieurs auteurs, un milieu cultivé pas trop grand est considéré comme une unité relativement homogène (MAILLET, 1981).

Nous avons procédé à 3 méthodes de recensement de toute les plantes pouvant s'y trouver. Les arbres, arbustes et autres plantes vivaces sont directement observés et notés. Les espèces courantes sont également enregistrées. Les espèces annuelles ou à cycle court, ou encore celles dont un doute persiste sont soigneusement ramassées et ramenées au laboratoire pour les identifier. Un herbier floristique est mis en place afin de conserver et répertorier toute la flore des milieux étudiés.

L'identification des espèces floristiques a fait appel aux clés de QUEZEL et SANTA (1962 et 1963) et OZENDA (2004).

1.1.1.3.2. Faune

Divers matériel et méthodes de récolte et de piégeage sont utilisés pour récolter les invertébrés et les vertébrés. Les méthodes de récolte diffèrent selon le type de lieu où ils vivent; dans l'air, le sol, sur le palmier dattier, les arbres fruitiers, sur la strate herbacée et même dans l'eau des drains et des bassins d'irrigation.

1.1.1.3.2.1. Invertébrés

1.1.1.3.2.1.1. Pot piège ou pot de Barber

Ce type de piège sert à la capture des invertébrés qui se déplacent à la surface du sol, il permet la capture de divers arthropodes marcheurs de moyen et de grande taille, les Coléoptères, les Diplopodes, les Arachnides, les larves des Collemboles et en particulier les Carabidae ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants (BENKHELIL, 1992). Il consiste à un simple pot (boite de conserve) enterré au ras du sol, à côté des parcelles des plantes herbacés, près des pieds de palmiers dattiers et les troncs des arbres fruitiers. Le pot est rempli au 1/3 du l'eau et du savon. La récupération des spécimens se fait 24 heures après l'emplacement.

Dans le cas de notre étude, nous avons placé des pots cylindriques de 10 cm de diamètre et 12 cm de profondeur avec un nombre de 20 pots par site et cela durant une période d'une année avec une fréquence de deux sorties par mois.

1.1.1.3.2.1.2. Filet fauchoir

Le filet fauchoir comme son nom l'indique sert à faucher la strate herbacée (COLAS, 1948). On récolte ainsi les insectes qui y vivent ou qui s'y posent (FRANCK, 2013). Il capture les insectes à élytres peu fragile, ou qui volent à proximité des branchages, ou qui sont accrochées au sommet des herbes (SIRE, 1967). Le filet est composé d'un cercle de 40 cm de diamètre attaché à un manche robuste et léger d'une longueur de 50 cm. La poche du filet est en tulle avec une profondeur d'environ 60 cm et une forme d'un cône tronqué légèrement arrondie.

Il consiste de faire des mouvements de va et vient, proches de l'horizontal du sol pour capturer les espèces qui vivent sur les feuilles et les tiges de la végétation et par des frappes à la base de la végétation pour récolter les espèces vivant près des racines. Le nombre des coups est de 9 à 10. Les sorties sont bimensuelles durant une année d'échantillonnage.

1.1.1.3.2.1.3. Le battage

La méthode de battage est utilisée par temps sec pour capturer les insectes qui fréquentent des plantes trop hautes pour être fauchées, c'est à dire sur les arbres, les buissons et les haies. Les seuls accessoires nécessaires sont un bâton destiné à battre et une nappe destinée à recueillir les captures, « le parapluie japonais » (FRANCK, 2013). Ce matériel consiste à un carré de tissu blanc tendu sur une croix en bois d'environ 60X80 cm (BOURBONNAIS, 2012).On peut remplacer le parapluie japonais par un drap blanc qu'on le place au sol sous l'arbre.

La méthode sert à récolter les chenilles, les Coléoptères, les Hyménoptères et les larves d'insectes phytophages (COLAS, 1948). Elle consiste à faire des coups de bâton sur le feuillage d'un arbre ou d'un arbuste pour faire tomber les insectes sur le support placé. Nous avons efféctué entre 9 à 10 coups par le baton sur la couronne végétative du palmier dattier et cela pour les qutres directions (Nord, Sud, Est et Ouest). L'échantillonnage s'est efféctué pendant une année à savoir deux fois par mois.

1.1.1.3.2.1.4. Piège lumineux

L'utilisation d'une source lumineuse pour la capture de différentes espèces d'insectes est une pratique très ancienne. Le piège lumineux quoique leur pouvoir d'attraction s'exerce sur un grand nombre d'espèces d'ordres différents, ces pièges sont surtout utilisés pour la capture des lépidoptères à mœurs nocturnes ou crépusculaires (BAGGIOLINI et STAHL, 1965).

Nous avons utilisé pendant une année l'éclairage des maisons ou des palmeraies sous lequel nous avons placé des récipients remplis d'eau pour la capture des insectes après leurs épuisements par la lumière pendant la nuit.

1.1.1.3.2.1.5. Toile moustiquaire

Ce piège est regroupé dans la catégorie des pièges localisés. Il permet surtout la capture de certains invertébrés xylophage tel que l'*Apate monachus* qui vit dans le rachi du palmier dattier. Ce piège consiste à enfermer les branches dans un grand sac de toile où les arthropodes sont ensuite anesthésiés (DAJOZ, 1971).Pour le palmier dattier, les dimensions de la toile moustiquaire utilisée sont en fonction de la taille de la palme. L'emplcement de la toile se fait chaque 15 jour et la récupération des spécimènes capturés est effectuée après 24 heures de l'emplacement de la toile.

1.1.1.3.2.1.6. Piège à eau sucrée

Ce type de piège fait partie des pièges alimentaires. Il est constitué d'un appât (attractif et/ou appétissant) et d'un dispositif de rétention. Ce type de piège est dit sélectif, car essentiellement ce sont les insectes qui recherchent l'appât qui sont capturés (FRANCK, 2013). Le matériel constituant de ce piège est très simple, une simple bouteille en plastique est coupée en deux. La partie inférieure est remplie au 1/3 avec de l'eau sucrée et l'autre moitié à la forme d'un entonnoir est renversée pour servir de couvercle. Pour augmenter l'efficacité de ce piège, nous avons utilisé le miel qui est plus attractif que le sucre. Le piège est instalé deux fois par mois durant la même période des autres pièges utilisés. La récupération des arthropodes capturés est faite 24 heures après l'instatlation du piège.

1.1.1.3.2.1.7. D'autres matériel et méthodes de capture

D'autres méthodes plus simples et plus adéquates à la morphologie du palmier dattier sont utilisées. Il s'agit du brossage du stipe de palmier et des troncs des arbres fruitiers et du ramassage des dattes tombées à terre, à l'intérieur des cornafs ou des cœurs

des palmiers dattiers pour récolter les ravageurs et leurs prédateurs et parasitoïdes. Le prélèvement des échantillons de folioles permet de détecter la présence de quelques insectes qui attaquent les folioles telle que la cochenille blanche ainsi que ses auxiliaires.

Le tamisage intervient dans la capture des petits organismes vivants dans le sol. Il sert à capturer la méso faune représentée par les vers, les larves d'insectes etc…) (FAURIE et *al*., 2003).

La capture à la main reste une méthode simple de chasse à vue. De nombreux insectes peuvent être attrapés à la main ou avec un simple pot.

1.1.1.3.2.1.8. Matériel de conservation des échantillons

La valeur scientifique d'un spécimen d'insecte est très souvent reliée à la façon avec laquelle il a été préparé et conservé. Plusieurs méthodes de montage et de conservation des spécimens d'insectes ont été mises au point par les entomologistes. Elles sont toutes dépendantes de la nature de l'insecte (PERRON, 1994).

Les papillotes sont utilisées pour la conservation des Lépidoptères, les sachets en papier pour la conservation et le transport des plantes attaquées par des insectes telles que les folioles des palmes. Les tubes à essai et les boites de Pétri et des flacons sont utilisés pour la conservation des petits insectes mobiles et dangereux.

Les différents matériels de conservation portent des étiquettes avec tous les renseignements relatifs à la capture.

1.1.1.3.2.2. Vertébrés

Chaque type de faune de vertébrés (aérienne, terrestre, souterraine et aquatiques) a ses propres techniques de capture et de piégeage (FAURIE et *al*., 2003). Selon SPITZ (1963), il existe deux grands types d'échantillonnage; l'échantillonnage indirect au cours duquel l'animal est décelé, et dénombré si possible par les traces que laissent certaines de ses activités : pistes, terriers, nids, huttes, excrétions, alimentation, etc ... L'échantillonnage direct au cours duquel les individus eux-mêmes sont perçus et comptés par observation, capture au piège, etc ...

1.1.1.3.2.2.1. Oiseaux

Les oiseaux sont des animaux qui craignent beaucoup la présence humaine car ils sont souvent chassés. Pour cela cette classe nécessite des méthodes de piégeages différentes par rapport aux autres vertébrés.

Un piège qui se base sur un appât alimentaire préféré pour les oiseaux est utilisé lors de notre inventaire. Il s'agit d'un piège traditionnel fabriqué à base de sous-produit du palmier dattier et alimenté de larves d'insectes, il est appelé communément "la trecha". Elle permet de capturer les oiseaux insectivores sans les tuer.

Deux autres méthodes de dénombrement relatif sont utilisées; la première méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.), elle consiste à choisir un certain nombre de points représentatifs appelés aussi station d'écoute du milieu étudié et d'effectuer au niveau de chacun d'eux, deux comptages durant la saison de reproduction, l'un au début et l'autre à la fin de cette période. Le comptage revient à localiser, identifier et dénombrer tous les oiseaux par leur observation. La deuxième méthode est l'échantillonnage fréquentiel progressive (E.F.P), elle consiste au niveau de chaque station d'écoute choisie a effectuer un seul relevé en "présence-absence" de 20 mn (8 à 10 relevés par jour) (OCHANDO, 1988). L'enquête avec les agriculteurs des stations d'étude est une étape importante car elle facilite l'identification des animaux.

1.1.1.3.2.2.2. Micro-mammifères

Pour les micro-mammifères, des pièges trappe et des pièges à écureuilsont utilisés.

Les pièges trappes sont destinés à la capture des petits mammifères. Ils sont confectionnés à base des boites de conserve de 5 Kg. Les boites sont enterrées au sol et garnies au fond par un peu de nourriture (appât) et de litière. Ces pièges sont placés à côté des habitats des mammifères détectés préalablement. Une vérification régulires du piège est effectué dans le but de récupré l'animal piègé si non pour le renouvellement de l'appât.

Les pièges à écureuil sont préservés à la capture des petits rongeurs, ce sont des petites cages métalliques équipées par une porte basculante attachée au toit de la cage par un pivot, l'extrémité de ce dernier est fixée par un levier qui s'étale à l'intérieur de la cagedont un appât est fixé (fromage, pain grillé, cacahouète……). Une fois le rongeur dévore l'appât, le levier se déclenche provocant la fermeture de la porte d'entrée de la cage et l'animal sera bloquée.

La méthode des indices de présence est utilisée aussi pour l'inventaire. Elle se base sur l'observation des traces, des empreintes, des déjections et même des squelettes sur terrain qui constitue un indice de présence de certains mammifères (FAURIE et *al.*, 2003).

1.1.1.3.2.2.3. Reptiles

Les reptiles sont capturés par un seul matériel, c'est le piège trappe des mammifères avec un récipient plus grand. Le piège est placé à côté des trous qui semblent être des habitats des reptiles.

La grande probabilité de présence de quelques espèces vénéneusesnous a conduit à faire des observations directes avec prudence pour déterminer ces espèces. Ces observations se basent sur des critères morphologiques de base pour l'identification de ces espèces (la couleur de la peau, la forme du corps, les écailles dorsales, les stries et les tâches sur la peau).

1.1.1.3.2.2.4. Poissons et Amphibiens

Le site d'étude de Mekhadma est entouré par une ceinture des drains principaux et des drains secondaires à l'intérieur de la palmeraie. Ces drains sont fonctionnels abritant quelques espèces vertébrées aquatiques (poissons et têtards). Pour cela, nous avons utilisé le même filet que pour les invertébrés avec des mailles de la toile plus fines. Pendant la période printanière et avec des sorties bimensuelle, le filet est introduit à l'intérieur du drain et avec des mouvements latéraux on récupère les vertébrés. Une fois la capture faite, les poissons et les amphibiens sont transférés immédiatement dans un récipient rempli d'eau de drainage pour éviter leur mort parce qu'ils sont relâchés après leurs identifications.

1.1.1.3.2.3. Nématodes

Les nématodes ou vers ronds formes un groupe zoologique à la fois homogène par leurs caractères et très diversifiés par les milieux qu'ils colonisent et qui représentent à peu près tous les milieux naturels possible (DE GUIRAN, 1983). La nématofaune tellurique est extraite par la technique modifiée des filtres de Baermann (MERNY et LUC, 1969; HOOPER, 1986).

Selon IDDER-IGHILI (2015), 10 prélèvements choisis au hasard sont réalisés à l'aide d'une binette au niveau des deux sites d'étude. Des prélèvements élémentaires de sol de 200 à 250g chacun sont récoltés autour de la rhizosphère des plants à une profondeur de 30 cm. Ces derniers sont mis dans des sacs en plastique référenciés et conservés au froid jusqu'au moment de l'extraction. Cette suspension est versée à son tour avec précaution sur du papier-filtre, puis nous avons suivi la méthode d'extraction de Baermann.

1.1.2. Matériel et méthodes utilisés au laboratoire

1.1.2.1. Détermination des espèces capturées

La détermination des invertébrés capturés est faite par consultation de plusieurs fascicules de systématique dont LeROBERT, 2001; ZAHRADNIK et SEVERA, 1988 et comparés aux collections des insectes du Département de Zoologie de l'Institut National Agronomique d'El-Harrach et de la salle de zoologie du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de Ouargla.Les Oiseaux sont identifiés par l'utilisation du guide des oiseaux d'Europe et d'Afrique du Nord et du Moyen Orient de HEINZEL et *al.*, (1985), et sur les mémoires de fin d'étude ayant établi un guide préliminaire des principales espèces aviaires rencontrées dans la région de Ouargla réalisé par BEKKOUCHA (2002).

L'identification des genres des nématodes est basée sur des caractères morphologiques discriminants observables à la loupe binoculaire tels que la taille et la forme du nématode, la longueur et la forme du stylet, la forme de la tête, de la queue, la longueur du corps, la disposition de la glande œsophagienne par rapport à l'intestin, en basant sur la clé d'identification de JACCOB et MIDDEPIAATS (1998).

1.1.3. Analyse statistique

Les résultats sont exploités avec une analyse statistique descriptive: Analyse des Correspondances Multiples (ACM). Cette analyse est effectuée par l'utilisation de Excel STAT 2009.1.02.

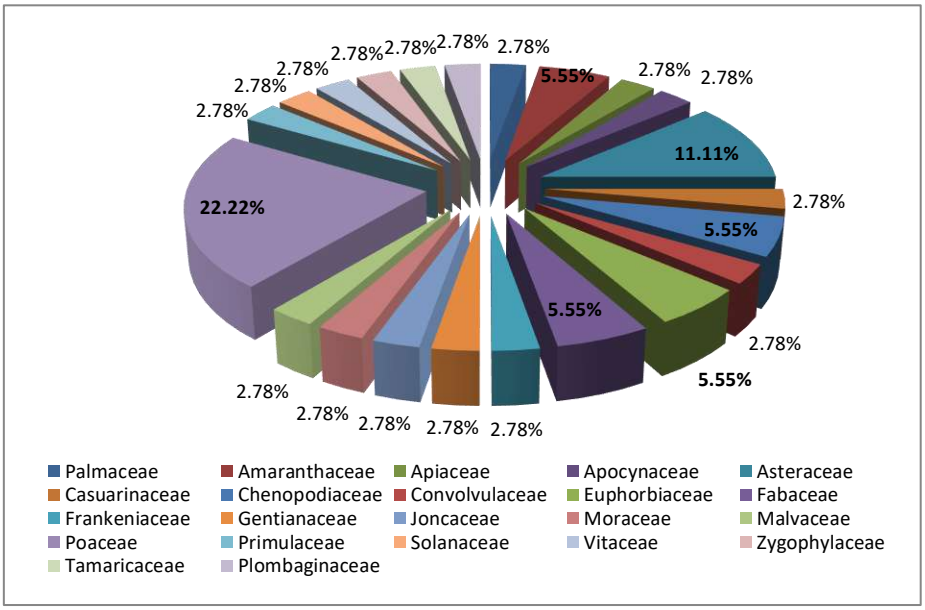
L'analyse des correspondances multiples est une méthode d'analyse statistique des données. Le but de ces analyses est de dégager des dimensions cachées contenues dans les réponses aux variables sélectionnées, pour faciliter l'interprétation des tableaux pas toujours lisibles au départ. Cette méthode permet de dégager des relations non linéaires, et son principe consiste à rechercher un petit nombre d'axes (axes factoriels) qui vont permettre de caractériser les relations de ressemblance/opposition entre les individus ou entre modalités des variables.

L'ACM quant à elle, part d'un tableau disjonctif complet (tableau de brut) qui présente en ligne les individus et en colonne toutes les modalités des variables qualitatives retenues. Les cases d'intersection comportent la valeur 1 si l'individu répond au critère en colonne et 2 dansle cas contraire (CHARPENTIER, 2006).

1.2. Résultats et discussion

1.2.1. Inventaire floristique

L'inventaire floristique au niveau des deux sites d'étude S1 et S2 a montré une richesse floristique considérable dont 36 espèces ont été répertoriées appartenant à 22 familles (Fig. 14).



14 Figure. Fréquences des familles botaniques inventoriées au niveau des deux sites d'étude.

Les Poaceae y sont majoritaires avec 08 espèces soit un taux de 22,22%, suivie par la famille des Asteraceae avec 04 espèces soit un taux de 11,11%. Deux (02) espèces seulement ont été enregistrées pour les Amaranthaceae, les Chenopodiaceae, les Euphorbiaceae et les Fabaceae (5,55%). Pour les autres familles recensées, une seule espèce est inventoriée soit 2,78%. Nos résultats concordent avec ceux de DEGHICHE-DIAB (2016) et BEN BRAHIM (2016) dont les Asteraceae et les Poaceae sont toujours les plus dominants au niveau de l'agrosystèmepalmeraie.

Selon OZENDA (1983), la famille des graminées, des composées et des légumineuses sont partout les familles prédominantes. La présence des Poacées au milieu oasien déterminent des phénomènes de compétition pour l'eau, la nutrition et l'espace (BERRALIS et *al.*, 1992 in DEGHICHE-DIAB, 2016).

1.2.1.1. Répartitions de la flore dans les deux stations d'étude

Les espèces floristiques inventoriées sont réparties distinctement par rapport aux deux stations d'étude (Tab. 4).

Tableau 4. Inventaire floristique au niveau du site1et 2

Familles	Espèces	Site 1	Site 2
Palmaceae	*Phoenix dactylifera*	+	+
Amaranthaceae	*Beta vulgaris*	+	-
	Suaedafruticosa	+	-
Apiaceae	*Daucus carota*	+	-
Apocynaceae	*Neriumoleander*	+	-
Asteraceae	*Sonchusmaritimus*	+	-
	Sonchusoleraceus	+	+
	Launaeanudicaulis	+	+
	Aster squamatus	-	+
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	+	-
Chenopodiaceae	*Chenopodium album*	+	-
	Salsolasieberi	+	-
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	+	-
Euphorbiaceae	*Ricinuscommunis*	+	-
	Euphorbiapeplus	+	-
Fabaceae	*Medicagosativa*	+	-
	Melilotusindica	+	-
Frankeniaceae	*Frankeniapulverulenta*	+	+
Gentianaceae	*Centauriumpulchellum*	+	-
Joncaceae	*Juncusmaritimus*	+	+
Moraceae	*Ficus carica*	+	-
Malvaceae	*Malvasylvestris*	+	-
Poaceae	*Polypogonmonspeliensis*	+	+
	Phragmites austoralis	+	+
	Triticumsativum	+	-
	Hordeumvulgare	+	-
	Avenasativa	+	-
	Cynodondactylon	+	-
	Seteriaveticillata	+	+
	Andropogon bombycinus	+	-
Primulaceae	*Anagallisarvensis*	+	-
Solanaceae	*Solanumnigrum*	+	-
Vitaceae	*Vitusvinifera*	+	-
Zygophylaceae	*Zygophyllum album*	+	+
Tamaricaceae	*Tamarix gallica*	-	+
Plombaginaceae	*Limoniumdelicatulum*	-	+
22	**36**	**33**	**12**

33 espèces floristiques sont recensées au niveau du site (S1) réparties en 20 familles, le deuxième site d'étude (S2) ne compte que 12 espèces représentant 8 familles. Le site d'étude S1 semble nettement plus riche en végétation que S2. Neuf (09) espèces sont en commun entre les deux sites d'étude, alors 24 espèces ne sont présentes qu'en S1 et 3 espèces seulement sont spécifiques pour S2 (Tab. 4). La palmeraie quel que soit son état d'entretien présente une certaine richesse floristique. Notre travail a fait ressortir 36

espèces au niveau des deux sites d'étude, ce chiffre est considérable. BENBRAHIM (2016) a recensé 14 espèces dans le même écosystème.

L'abondance de la végétation d'une part et les espèces rencontrées au niveau du site d'étude S1 d'autre part montre bien que ce dernier est plus entretenu puisque des cultures maraîchères etquelques arbres fruitiers sont mises en place. Par contre le deuxième site d'étude S2 renferme le plus souvent des cultures spontanées et des plantes halophytes. Ces deux types de culture indiquent une absence d'une pratique culturale très importante dans l'entretien de la palmeraie: le désherbage.

1.2.2. Inventaire faunistique

1.2.2.1. Invertébrés

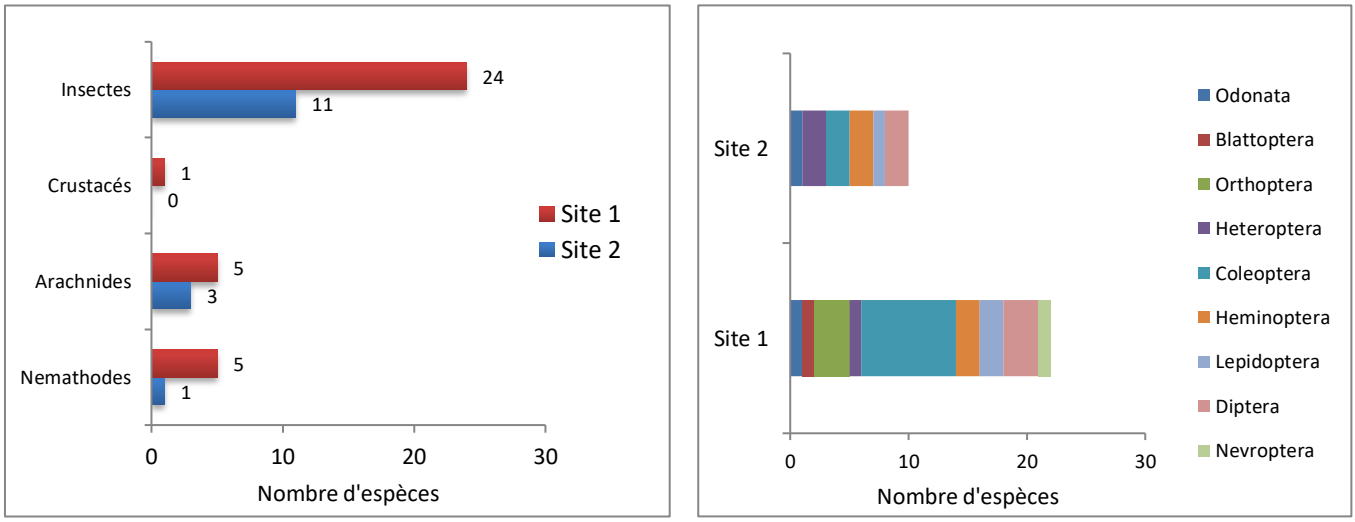
L'inventaire faunistique nous a permis de signaler une richesse spécifique considérable en arthropode. Elle est différente d'un site d'étude à un autre (Tab. 5).

Tableau 5. Inventaire faunistique des invertébrés au niveau des sites1et 2

Embranchement des invertébrés				Site 1	Site 2
Classes	**Ordres**	**Familles**	**Espèces**		
Nématodes	Tylenchidés	Meloidogynidae	*Meloidogyne javanica* (Goldi 1877)	+	-
			Meloidogyne incognita (Kofoid et White 1919)	+	-
		Hoplolaimidae	*Helicotylenchuspseudorobustus* (Steiner, 1914)	+	-
		Aphelenchoididae	*Aphelenchus avenae* (Bastian, 1865)	+	-
	Rhabditidés	Cephalobidae	*Acrobeles ciliatus* (Von Linstow, 1877)	+	+
Arachnides	Acariens	Tetranychidae	*Olygonychus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939)	+	-
		Dysderidae	*Trachyzelotes mutabilis* (Simon, 1878)	+	+
			Zelotes aeneus (Simon, 1937)	+	+
		Lycosidae	*Alopecosa albofasciata* (Brullé, 1832)	+	+
	Scorpionidés	Buthidae	*Androctonus amoreuxi* (Audoin, 1826)	+	-
Crustacées	Isopodes	Oniscidae	*Oniscus asellus* (Linné, 1758)	+	-
Insectes	Odonates	Libellulidae	*Sympetrum striolatum* (Chaprentier, 1840)	+	+
	Blattoptères	Blattidae	*Periplaneta americana* (Linné, 1758)	+	-
	Orthoptères	Gryllidae	*Gryllulus domesticus* (Linné 1758)	+	-
			Gryllulus bimaculatus (De Geer, 1773)	+	-
		Gryllotalpidae	*Gryllotalpa gryllotalpa* (Linné, 1758)	+	-
	Hétéroptères	Lygaeidae	*Lygaeus militaris* (Fabricius, 1794)	+	+
		Reduviidae	*Reduvius* sp.	-	+
	Homoptères	Aphididae	*Aphis fabae* (Scopoli, 1763)	+	-
		Diaspidae	*Parlatoria blanchardi* (Targioni,-Tozzeti, 1892)	+	+
	Coléoptères	Carabidae	*Harpalus aeneus* (Fabricius, 1775)	+	-
			Calosoma inquisitor (Linné, 1758)	+	-
			Anthia venator (Fabricius, 1792)	+	-
		Ténébrionidae	*Erodius orientalis* (Brullé 1832)	+	-
		Coccinellidae	*Coccinella septempunctata* (Linné, 1758)	+	-
			Pharoscymnus ovoideus	+	+
			Pharoscymnus numidicus	+	+
		Cicindelidae	*Cicindela silvicola* (Dejean, 1822)	+	-
	Hyménoptères	Formicidae	*Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793)	-	+
			Cataglyphis bombycina (Roger, 1859)	+	+

			Crematogaster scutellaris (Olivier, 1792)	+	-
	Lépidoptères	Pyralidae	*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839)	+	+
		Nymphalidae	*Vanessa cardui* (Linné, 1758)	+	-
	Diptères	Muscidae	*Musca domestica* (Linné, 1758)	+	+
		Culicidae	*Culex pipiens* (Linné, 1758)	+	+
		Syrphidae	*Syrphus vitripennis* (Meigen, 1822)	+	-
	Névroptères	Chrysopidae	*Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836)	+	-
4	**15**	**28**	**37**	**35**	**15**

L'inventaire de la faune inféodée aux deux sites d'étude à fait ressortir 37 espèces appartenant à 04 classes, 15 ordres et 28 familles (Tab. 5). La classe des Insectes est la plus dominante avec 26 espèces dont 24 espèces ont été inventoriées au niveau du site 1et 11 seulement pour le deuxième site d'étude. Les Arachnides et les Nématodes occupent la deuxième position avec un total de 05 espèces pour chacune entièrement présentes au niveau du site 1. Les Crustacés sont totalement absents dans le site 2 (Tab. 5 et Fig. 15).



(A) (B)

Figure 15. Richesse spécifique des invertébrés inventoriés (A) et des ordres des insectes inventoriés (B) au niveau des deux sites d'étude S1 et S2

Le tableau 5 et la figure 15 ont révélé 4 classes d'invertébrésenglobant 15 ordres avec 28 familles, dont 35 espèces en S1 et 15 en S2. Pour les invertébrés, c'est la classe des Insectes qui occupe la plus grande place. Ce sont les grands colonisateurs des deux sites d'étude par rapport aux autres groupes. Selon RAMADE (2003), cette classe quel que soit l'écosystème, constitue de beaucoup le groupe vivant ayant la plus grande richesse spécifique. Les travaux sur la faune arthropodologique inféodée aux milieux phœnicicoles ont fait ressortir à chaque fois une richesse spécifique assez importante (BEKKARI et BENZAOUI, 1991; DJAKAM et KEBBIZE, 1993; DJOUHRI, 1994; BENHENNI et DJEGHOUBI, 2003; BENAMEUR-SAGGOU, 2009; IDDER-IGHILI, 2015;

DEGHICHE-BIAD, 2016).Ces auteurs ont signalés la prédominance des insectes dans tous les inventaires réalisés.

Les ordres représentant une large diversité sont les Coléoptères et les Acariens. Les Coléoptères constituent parmi les insectes l'ordre le plus abondant (DAJOZ, 2003).

Les Arachnides font partie des espèces abritant l'écosystème palmeraie. L'existence de 05 espèces dans le site d'étude 1 est relation avec le taux d'humidité dans cette station et sa composition floristique. ALIOUA et *al.* (2012) annoncent que le principal facteur déterminant pour les espèces de cette classe dans les palmeraies est l'eau et le type et la structure de la végétation.

La présence de 05 espèces de nématodes est signalée au niveau du site d'étude 1 alors une seule espèce est enregistrée dans le deuxième site d'étude. Selon BELHAMMOU (2011), Le mode de culture en palmeraie offre un microclimat qui favorise la pullulation des nématodes phytoparasites notamment le genre *Meloïdogyne*. L'étude de la diversité et des assemblages des communautés des nématodes associés aux cultures maraichères dans la région de Touggourt fait ressortir une diversité de taxons importante (16 taxons identifiés). Selon le même auteur, Les populations de nématodes ne restent pas stationnaires. Elles subissent l'influence des cultures, des engrais organiques et des traitements de désinfection du sol.

1.2.2.2. Vertébrés

La palmeraie constitue un milieu de vie non seulement pour les invertébrés mais un nombre de vertébrés considérables est recensé lors de notre travail. Dans le paragraphe qui suit, une liste des espèces inventoriées regroupe les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les poissons et les amphibiens (Tab. 6)

Tableau 6. Inventaire des vertébrés au niveau des sites 1 et 2

Embranchement des Vertèbres				Site 1	Site 2
Classes	**Ordres**	**Familles**	**Espèces**		
Oiseaux	Colombiformes	Colombidae	*Streptopelia senegalensis* (Linné, 1766)	+	-
			Columba livia (Gmelin, 1789)	+	+
	Passériformes	Corvidae	*Corvus ruficollis* (Lesson, 1830)	-	+
		Laniidae	*Lanius excubitor* (Linné, 1758)	+	-
			Lanius meridionalis(Linné, 1758)	-	+
		Leiothrichidae	*Turdoides fulva* (Desfontaines, 1789)	-	+
		Sylviidae	*Sylvia communis* (Lathan, 1787)	+	-
		Passeridae	*Passer domesticus. x P. hispaniolensis*	+	+
Reptiles	Sauriens	Gekkonidae	*Tarentola neglecta*(Strauch, 1887)	+	-
			Stenodactylus sthenodactylus (Lichtenstein, 1823)	+	-
Mammifères	Rongeurs	Maridae	*Mus musculus* (Linné, 1758)	+	+
		Felidae	*Felis sylvestris* (Schreber, 1777)	+	-

Amphibiens	Anoures	Bufonidae	*Bufo viridis* (Laurenti, 1758)	+	-
			Bufo calamita (Laurenti, 1768)	+	-
Poissons	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853)	+	-
5	6	11	15	12	6

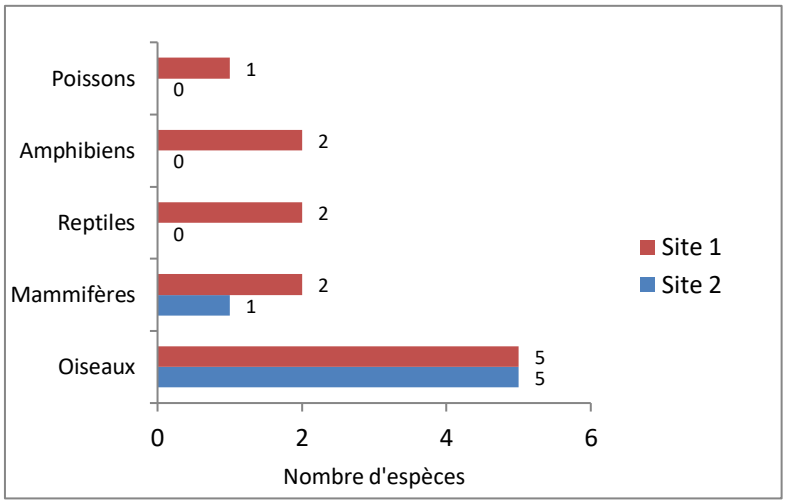


Figure 16. Richesse spécifique des vertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2

Les vertébrés recensés au niveau des deux sites d'étude sont en nombre de 15 espèces réparties en 05 classes, 06 ordres et 11 familles.La classe des Oiseaux est la plus dominante avec 08 espèces alors que les Poissons et les Amphibiens ne sont représentés que par une seule espèce.Sur les 5 classes de vertébrés, les Reptiles, les Amphibiens et les Poissons sont présents qu'au niveau du site d'étude 1, alors que les Mammifères et les Oiseaux colonisent les deux sites (Fig. 16)

D'après BENHENNI et DJEROUBI (2003), une régression de 38,35 % est signalée pour les nombres d'espèces d'oiseaux inventoriés dans l'exploitation de l'université de Ouargla entre la période 1991 à 2003. Cette régression est due à une dégradation de cette palmeraie qui a provoqué un déséquilibre au niveau du fonctionnement de cet écosystème palmeraie.

La présence de quelques drains au niveau du site d'étude 1 a favorisé un milieu de vie pour *Gambusia affinis*, en plus d'une strate herbacée irriguée favorisant un taux d'humidité favorable pour la vie de *Bufo viridis* et *Bufo calamita* ainsi que le régime alimentaire insectivore de ces espèces assurent leurs présences dans les palmeraies à ce jour.

1.2.3. Répartition trophique de la faune

1.2.3.1. Répartition trophique des invertébrés inventoriés

La répartition des espèces inventoriées au niveau des deux sites d'étude montre l'existence d'une diversité dans le régime alimentaire des espèces capturées (Fig. 17).

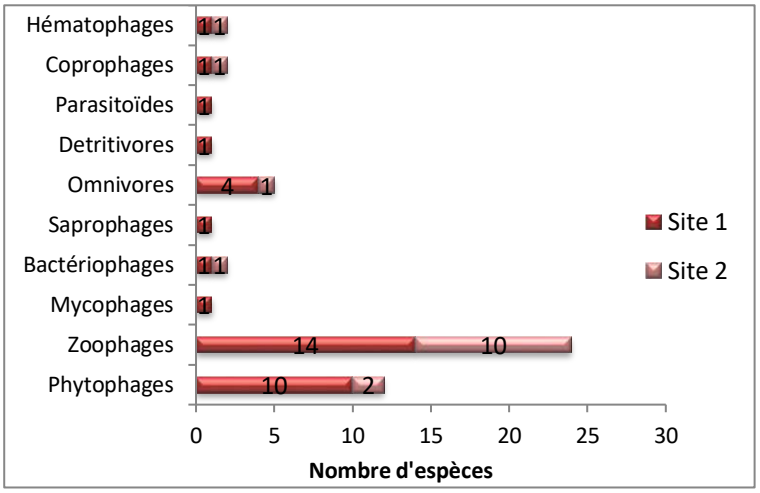


Figure 17. Répartition trophique des invertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2

La répartition de la faune en catégories trophiques a fait ressortir 9 en S1 et 7 en S2 (Fig. 17), ce qui laisse comprendre que la chaine trophique est plus solide dans le site d'étude S1 qu'en S2. La présence des saprophages, des coprophages et des détritivores dans ce même site induit à la présence des chaînes de détritus. Ces chaînes contribuent à une multiplicité complexe de chaînes trophiques (DUVIGNEAUD, 2003).

La diversité spécifique au niveau du site d'étude 1 est 3 fois plus importante qu'en S2. On peut comprendre à travers ce constat qu'un biotope peu entretenu fonctionne mieux qu'un biotope délaissé. En effet, L'absence ou la faible présence en S2 de certaines espèces telles que la faune souterraine et/ou terrestre comme les producteurs influe sur la présence de prédateurs, de parasitoïdes…etc. Un milieu mieux entretenu peut compter plus de 200 espèces différentes, donc des liaisons trophiques plus solides. En outre le site d'étude 2 présente un milieu où les conditions microclimatiques sont défavorables à l'installation des espèces invertébrées. La flore étant pauvre contribue à cette action. IDDER (2007) annonce que la diminution de la richesse floristique d'une station de 70,80 % a engendré une régression de la richesse faunistique de 51,80 %.

La présence des espèces d'arbres fruitiers en S1 à fait diversifier la richesse faunistique. La complexité structurale d'un végétal est en relation directe avec sa richesse faunistique (DEBRAS et *al*. in SAUVION et *al*., 2013).

L'existence des nématodes dans le site d'étude 1 a favorisé la stabilité de la chaine trophique du sol. Selon MOORE et DE RUITER (1991), les nématodes occupent une position centrale dans le réseau trophique du sol.

1.2.3.2. Répartition trophique des vertébrés inventoriés

Les vertébrées récences sur les deux sites d'étude présentent une diversité dans leurs régimes trophiques (Fig. 18).

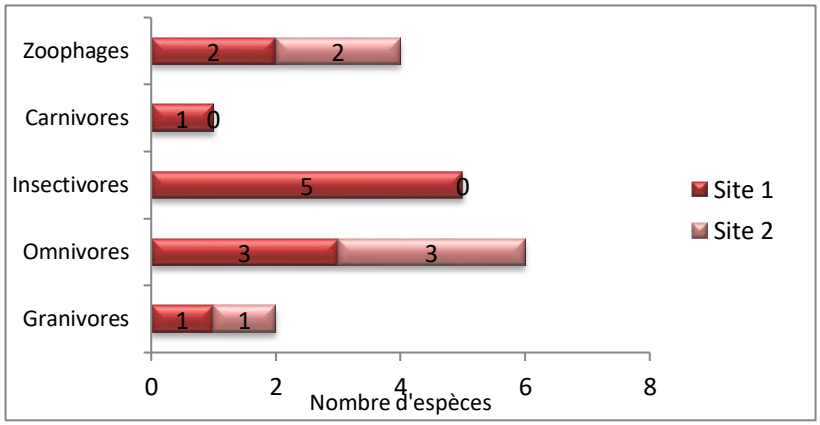


Figure 18.Répartition trophique des vertébrés inventoriés au niveau des deux sites d'étude S1 et S2

Les omnivores sont les plus abondant au niveau des deux sites d'étude avec 03 espèces pour chacun. Les espèces appartenant à cette catégorie trophique consomment des aliments d'origine végétale et animale. Les zoophagesviennent en deuxième position dont deux espèces sont notées pour chaque site, suivi par les granivores avec une seule espèce pour chacun (Fig. 18). Les insectivores (reptiles, amphibiens et poissons) et les carnivores sont présents seulement en S1 avec 5, cela est lié avec l'existence des milieux de vie de ces espèces dans cette station. Le mésoclimat de la palmeraie, le biotope et la nourriture qu'elle offre à certaines espèces donne à cet écosystème la possibilité d'être colonisé par de nombreuses espèces de vertébrés possédant 09 régimes trophiques différents.

1.2.4. Interaction faune - palmeraie

Une analyse des correspondances multiples est utilisée pour faire ressortir la corrélation entre les sites d'étude et la faune inventoriéed'une part, et les relations

trophiques existantes entre les espèces elles-mêmes d'autre part. La présence de l'espèce dans le site d'étude est représentée par 1, alors l'absence par 2.

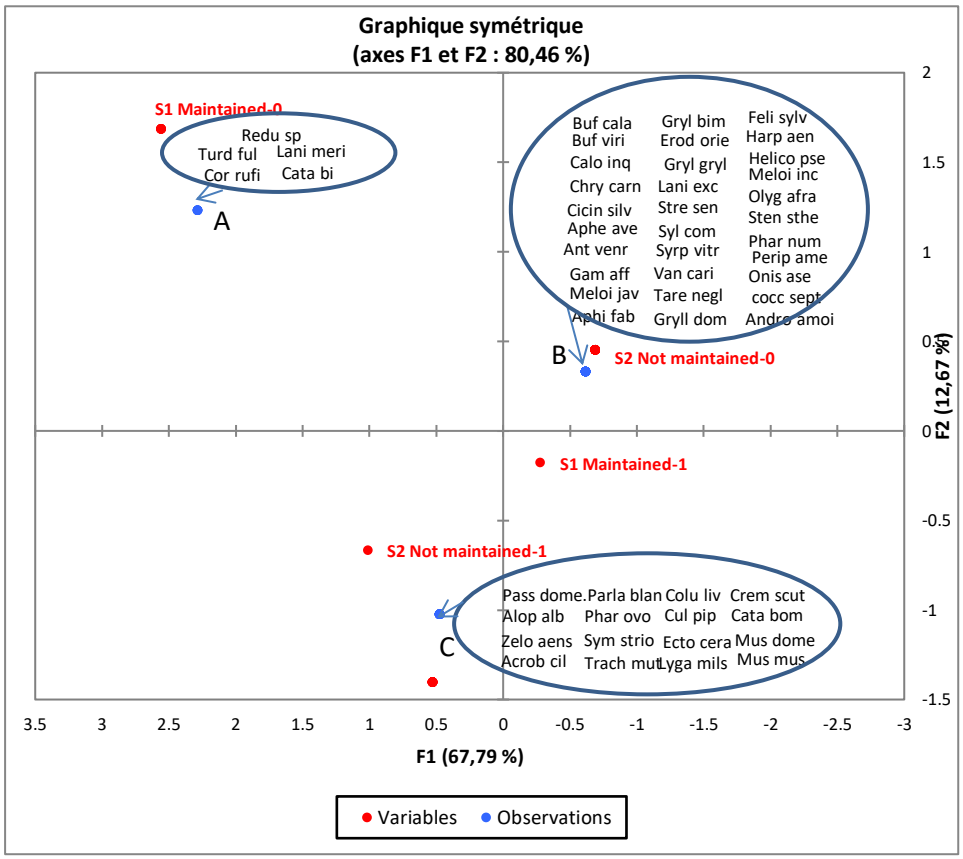


Figure 19. Analyse des correspondances multiples de la faune au niveau des deux sites d'études

La somme des variances cumulée à l'inertie totaleest de 80,46 %. Pour l'interprétation des résultats, les deux axes 1 et 2 sont suffisants. L'axe factoriel 1 contribue par 67,79 % à l'inertie totale. Cet axe est orienté principalement par des valeurs de contribution de variable d'absence des espèces en milieu entretenu (S1-0) et de présence des espèces en milieu non entretenu (S2-1).

L'axe 2 participe avec 12,67 % de l'inertie totale. Il est orienté par les valeurs de contribution d'absence des espèces en milieu non entretenu (S2-0) et de présence en milieu entretenu (S1-1).

La présentation et la position des espèces actives traduisent les affinités et les corrélations entre les deux sites d'étude et la faune. A partir de l'axe 1 et 2, on distingue 03 groupes A, B et C (Fig. 19). Le groupe A rassemble les espèces absentes en milieu entretenu S1, il

s'agit desespèces invertébrés *Reduvius* sp., *Cataglyphis bicolor* et des vertébrés *Corvus ruficollis, Lanius meridionalis* et *Turdoides fulva*. Ce sont des espèces principalement zoophages vu la faiblesse de la flore dans le site d'étude 2. L'hétérogénéité du paysage est une nécessité pour le maintien de la biodiversité, et seul un milieu suffisamment diversifié pourra satisfaire les besoins écologiques des différentes espèces qu'elles abritent (DOAK et *al*., 1998).

Le groupe B est constitué par les espèces existant en commun dans le milieu entretenu (1) et le milieu non entretenu (2), notant des espèces phytophages ravageurs du palmier dattier qui constitue le pilier de la palmeraie (*Parlatoria blanchardi* et *Ectomyelois ceratoniae*). Les insectes phytophages jouent un rôle important dans l'environnement, en tenant compte de leur position dans la chaîne trophique. Cette position dans l'écosystème les placent par ailleurs en compétition avec l'homme puisque chaque année un pourcentage considérable des différentes récoltes est détruit par les insectes ravageurs (CRAMER, 1967 in BELGUENDOUZ, 2014). Ce groupe renferme aussi une espèce coprophage (*Musca domestica*) et une autre hématophage (*Culex pipiens*), ces deux espèces sont toujours très abondantes et omniprésentes. Les autres espèces invertébrées sont des zoophages. Ce sont les plus importants, ce qui montrerait une grande activité prédatrice, nécessitant obligatoirement des déprédateurs.Pour les vertébrés composant ce groupe, on note *Columba livia* et *Passer domesticus. x P. hispaniolensis*qui sont des granivores et *Mus musculus* est un omnivore.

Les espèces appartenant au groupe C sont présentes dans le milieu entretenu S1 seulement. Les phytophages sont nombreux (09 espèces), le peuplement animal est souvent lié au peuplement végétale, ne serait-ce que pour des contingences trophiques (FAURIE et *al*., 2003). La richesse floristique à des conséquences sur la faune et sur le biotope, elle nous renseigne sur l'état de santé des milieux.

Conclusion

A travers les données recueillies du point de vue floristique et faunistique, les deux sites d'étude 1 et 2 présentent quelques similitudes, mais beaucoup de différences.

Le site d'étude S1 est un milieu entretenu et cultivé, ce qui offre la possibilité à une large gamme de phytophages de s'y installer. A partir du moment où les producteurs sont présents, les autres maillons de la chaine trophique y viennent s'imbriquer, ce qui explique la présence de diverses catégories trophiques, parmi lesquelles les carnivores, granivores insectivore etc…Il semble que le site d'étude 1 est en équilibre naturel par rapport à S2 limité en flore et par conséquent offre des interactions faibles entre les individus de ce milieu.

L'entretien d'un agroécosystème est une opération agricole de grande importance si l'on veut assurer une production et une préservation d'un milieu. Le délaissement d'un biotope défavorise la diversité floristique et faunistique qui engendrent un déséquilibre souvent fatal aux palmeraies. Ce déséquilibre se traduit par des interactions faibles entre les éléments du système qui subit des dégradations. Les impacts sont négatifs et sont d'ordre agronomique, environnemental et socioéconomique.

Chapitre 2

Interaction entre la cochenille blanche et son cultivar

Chapitre II. Interaction entre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. avec son cultivar

Introduction

La cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targioni-Tozzetti (Homoptera - Diaspididae) est le ravageur le plus fréquent des palmiers dattiers. Elle s'installe sur toutes les parties aériennes de palmier et pose d'énormes problèmes en cas où l'encroutement serait important (BRUN et *al.*, 1998). L'étude de la bio-écologie et l'évolution des taux d'infestation de ce ravageur est un travail nécessaire à réaliser. La connaissance du cycle de *Parlatoria blanchardi* nous permet de pouvoir situer le moment opportun d'intervention contre ce ravageur, autrement dit de déterminer la période de prédominance des stades facilement destructibles (MADKOURI et *al.*, 1973). L'étude de la relation entre la cochenille blanche avec sa plante hôte "le palmier dattier" est une étape très importante pour expliquer quelques résultats liés à l'interaction de ce ravageur avec son hôte. Les relations entre les espèces entomologiques et les plantes hôtes sont conditionnées par différents caractères physiques des végétaux tels que la taille, la forme, la présence de cires épicuticulaires et de trichomes, le stade phénologique et la couleur de la plante (BERENBAUM, 1995) mais aussi par des facteurs chimiques tels que la présence de métabolites secondaires (VET et DICKE, 1992; HARBORNE 1993).La maitrise de ces éléments d'interaction peut nous aider à améliorer notre tentative de lutte biologique contre cette diaspine.

2.1. Matériel et méthodes

2.1.1. Bio-écologie et estimation du taux d'infestation de la cochenille blanche sur deux cultivars de palmier dattier

L'estimation du taux d'infestation de deux cultivars de palmier dattier par la cochenille blanche est la première démarche à étudier pour évaluer le niveau d'infestation des sites d'étude par ce ravageur.

2.1.1.1. Echantillonnage sur terrain

Le matériel végétal est situé au niveau des deux sites d'étude; la palmeraie de Mekhadema (S1) et l'exploitation de l'université d'Ouargla (S2). Le tableau 7 représente une description de ces deux sites en fonction des résultats obtenus du chapitre 1. Ce matériel est constitué de palmiers dattiers *Phoenix dactylifera*. L'étude a été menée sur

deux cultivars les plus dominants dans les deux sites d'étude à savoir Deglet-Nour et Ghars présentant des différences dans les caractéristiques de la partie végétative ainsi que leurs productions (Tab. 8).

Tableau 7. Description des deux sites d'étude

	Palmeraie de Mekhadma (S1)	Exploitation de l'université de Ouargla (S2)
	Etat floristique	
Nombre d'espèces floristique inventoriées	33 espèces	12 espèces
Nombre des pieds de palmier dattier	160	111
Nombre de cultivars	06	05
Architecture de plantation	Régulière	Régulière
Culture maraîchères	Betterave, carotte	----------
Culture fourragères	Luzerne	Luzerne, choux fourragère
Culture céréalières	----------	Orge et avoine
Arbres fruitiers	7 Figuier, 4 Vigne	1 Figuier (secteur A)
Taux de recouvrement	61,99 %	61,24 %
Etat faunistique		
Nombre d'espèces inventoriées	47	21
Nombre d'espèces invertébrés	35	15
Nombre d'espèces vertébrés	12	06
Opération culturales		
Type d'irrigation	Submersion	Submersion
Drainage	Existant	Absent
Fertilisation	Régulière (engrais de fond et de couverture)	irrégulière
Brise vent	Palme sèche	Eucalyptus et Casuarina
Traitement phytosanitaire	Aucun traitement phytosanitaire	Aucun traitement phytosanitaire
Entretien	Entretenu	Peu entretenu
Conduite du palmier dattier	Pollinisation	Pollinisation
Désherbage	Oui (mécanique)	Parfois
Curage des drains	Partiel	Absence de curage

Tableau 8. Caractéristiques de la partie végétative et des fruits des deux cultivars étudiés (HANNACHI et *al*., 1998) adapté.

	Caractère - Cultivar	Deglet-Nour	Ghars
Partie végétatives (cm)	Longueur de la palme	370 - 480	370 – 510
	Largeur de la palme	85 - 145	60 – 95
	Largeur du spadice	140 - 260	180
Fruit	Date de maturité	Octobre-Novembre	Juillet
	Forme et taille	Ovoïde moyenne	Droite moyenne
	Couleur	Rouge (B) - Variable (T)	Jaune (B) - Marron (T)
	Consistance	Demi molle	Molle à demi molle
	Goût	Parfumé	Parfumé

(B)= Stade Bser (T)= Stade Tmer

Les pieds du palmier dattier sont choisis aléatoirement au niveau des sites d'étude dont trois (03) pieds sont retenus pour chaque cultivar. Cependant les palmiers échantillonnés présentent le même âge et la même hauteur.

A l'aide d'un sécateur, deux folioles ont été prélevées à partir du cœur du palmier dattier et des deux couronnes, interne et externe et selon les quatre directions par rapport au tronc (nord, sud, est et ouest) pour avoir à la fin un total de 24 folioles pour chaque pied échantillonné. Les prélèvements sont bimensuels et cela durant notre expérimentation, allant d'Octobre 2012 à Septembre 2013. Les folioles sont mises dans des sachets en papier kraft sur lesquels sont notées essentiellement les informations relatives à l'arbre; la date d'échantillonnage et le niveau de prélèvement des folioles.

2.1.1.2. Au laboratoire

2.1.1.2.1. Comptage des cochenilles par l'utilisation de la méthode d'EUVERTE

L'estimation du taux d'infestation de chaque foliole prélevée est établie par la méthode d'EUVERTE (1962). Les folioles sont ramenées au laboratoire pour effectuer les comptages des cochenilles blanches mortes et vivantes. Sur ces folioles, nous délimiterons trois carrés d'une surface de 1 cm^2 pour chacun. Leurs position au niveau de la foliole est en fonction de la densité de la cochenille blanche (faible, moyenne et forte densité).

A l'aide d'une loupe binoculaire, un comptage total de la population a été effectué à savoir les larves mobiles, les larves fixes (stade 1 et 2) et les adultes mâles et femelles. On obtient alors les valeurs des trois cm^2 sélectionnés, à savoir A1, A2 et A3 pour chaque face de la foliole (supérieure et inférieure) dont la moyenne des moyennes établit la densité de la

population de la foliole. Des moyennes de densités ont été ensuite effectuées pour chaque mois d'étude sur l'ensemble de la parcelle.

Le comptage par la méthode d'EUVERTE nous permis de distinguer la dynamique de population de la cochenille blanche ainsi que leur nombre de générations.

2.1.2. Effet de la composition biochimique et la structure morphologique et histologique des folioles des deux cultivars sur le taux d'infestation par la cochenille blanche

2.1.2.1. Etude de la composition biochimique des folioles

D'après CHABOUSSOU (1975), les produits nutritionnels sont principalement à l'origine du comportement alimentaire de l'animal, c'est-à-dire à l'attaque de la plante.

L'étude de la composition biochimique des folioles de palmiers dattiers des deux cultivars étudiés a fait appel au dosage de quelques éléments minéraux, aux sucres totaux et à la teneur en eau.

Nos analyses ont été effectuées sur des folioles non infestées par la cochenille blanche, prélevées de la couronne moyenne des deux cultivars étudiés à savoir Deglet-Nour et Ghars.

2.1.2.1.1. Teneur en eau

Le pourcentage d'humidité dans les folioles a été déterminé par la différence entre le poids de la foliole frais et desséché à 105 °C jusqu'au poids constant en utilisant la formule suivante:

% Humidité = (PF-PS)/PFX 100 (AUDIGIE et *al.*, 1980).

PF: poids frais
PS: poids sec

2.1.2.1.2. Dosage des éléments minéraux

Le dosage des éléments minéraux à savoir Ca, Mg, P, K et Na ne se fait que par le passage à une minéralisation de nos échantillons.

La minéralisation s'effectue à partir de 500 mg de matériel végétal préalablement séché et broyé qui est introduit dans des capsules en quartz et placé ensuite dans un four à moufle dont la température est augmentée progressivement jusqu'à 500 °C et sera maintenue pendant 2 heures. Les cendres obtenues sont humectées avec quelques gouttes d'eau et par 1ml de HCl pur, elles sont évaporées à sec sur plaque chauffante, et humectées une autre

fois par 1ml de HCl 1/2. Après 10 minutes, on filtre le produit dans des fioles jaugées de 50 ml (DIDIER et *al.*, 1967).

Le dosage du calcium et du magnésium est effectué par spectrophotomètre à absorption atomique. Le phosphore, le potassium et le sodium par photomètre à flamme (410 Sherwood). Pour l'azote, nous avons optés à la méthode de Kjeldahl et cela sans minéralisation des échantillons végétales. Les sucres totaux sont colorimétrie par spectrophotomètre UV-visible (WPA Biowave II).

2.1.2.2. Etude de la structure histologique des folioles des deux cultivars étudiés

L'étude histologique consiste à faire des coupes transversales sur les folioles par l'utilisation de la méthode de double coloration (LANGERON, 1934). Cette méthode repose sur les étapes suivantes:

- Réalisation des coupes très fines à l'aide d'une lame rasoir.
- Plongement des coupes dans de l'eau de javel (hypochlorite de sodium à 12%) pendant 15 minutes pour vider le contenu de la cellule.
- Rinçage des coupes à l'eau distillée.
- Immersion des coupes dans l'acide acétique à 2% pendant 05 minutes afin de fixer les colorants.
- Rinçage à l'eau distillée.
- Immersion dans le double colorant (vert de méthyl/ rouge Congo) 10 à 15 minutes
- Rinçage à l'eau distillée.
- Montage des coupes entre lame et lamelle pour une observation au microscope optique.

Cette méthode de double coloration va mettre en évidence les différents tissus composants la foliole du palmier dattier ainsi la forme, la taille et la position des cellules composants les tissus à partir de la coloration de ses parois. Ce qui nous intéresse surtout sont les tissus de revêtements ou de protection.

2.1.2.3. Analyses statistiques

Le traitement des résultats est effectué par l'utilisation de l' ANOVA. L'analyse de la variance a comme objectif de comparer des ensembles de plus de deux moyennes, en identifiant les sources de variation qui peuvent expliquer les différences entre elles (DAGNEILI, 2011). Les résultats obtenus sur le dosage des éléments chimiques des folioles des deux cultivars Deglet-Nour et Ghars sont traités par l'utilisation de l'analyse de

la variance (ANOVA) à deux critères (stations d'étude et cultivars) et cela pour interpréter l'effet de ces deux facteurs sur la teneur de ces éléments chimiques. La probabilité $P \leq 0,05$ donne un effet respectivement significatif, $P \leq 0,01$ hautement significatif, $P \leq 0,001$ très hautement significatif et $P > 0.05$ non significative. Le logiciel utilisé est XLSTAT 2009.1.02

Pour étudierles interactions qui peuvent exister entre le taux d'infestation par la cochenille blanche et les caractéristiques biochimiques des folioles, une ACP (analyse des composantes principales) est effectué. C'est une méthode statistique essentiellement descriptive. Elle ne peut s'appliquer qu'à un tableau de variables quantitatives ou pouvant être considérées comme telles (BRIERE, 1994).

2.1.3. Inventaire de la faune invertébrée associée à la cochenille blanche

Les espèces utilisées en lutte biologique sont des auxiliaires naturels des ravageurs (IPERTI, 1970). L'objectif de notre travail est d'établir un inventaire quantitatif et qualitatif de la faune auxiliaire de la cochenille blanche adaptée aux conditions de nos palmeraies sur deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars). A partir de cet inventaire, on évalue la place des deux coccinelles *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*, destinées à être utilisées comme des agents de lutte biologique à travers les espèces recensées.

2.1.3.1. Echantillonnage sur le terrain

La station expérimentale est celle de l'exploitation de l'université d'Ouargla (2). La durée de piégeage et de récolte de la faune s’est étalée sur une année (du mois de Décembre jusqu’au mois de Novembre 2013). L'échantillonnage qualitatif et quantitatif sur terrain a été mené sur 12 pieds de palmiers dattiers appartenant au deux cultivars à savoir Deglet-Nour et Ghars dont 06 pieds pour chacun. Ces pieds sont infestés par la cochenille blanche.

2.1.3.1.1. Méthodes d'échantillonnage

La spécificité de l'habitat (palmier dattier) et la morphologie de la cochenille blanche, offrent deux méthodes de capture adoptées à notre travail;la méthode de battage et la capture à la main.

2.1.3.1.1.1. Le battage

Selon FAUVEL et *al*. (1981), le battage est une méthode simple permettant une estimation simultanée des populations de ravageurs et d'auxiliaires présents sur l'arbre et ou les branches qu'ils soient ailée ou pas.

La méthode consiste à donner des coups de bâton brusques dirigés verticalement de haut en bas sur le feuillage d'un arbre ou d'un arbuste pour faire tomber les insectes sur un support placé dessous (BOURBONNAIS, 2003).Il est recommandé de frapper deux fois la branche au même endroit pour assurer de meilleures prises. Les insectes devront rapidement être capturés avant qu'ils ne s'envolent (FRANCK, 2008). Durant notre étude, le battage a été effectué sur les quatres points cardinaux du palmier dattier avec un échantillonnage bimensuel.

2.1.3.1.1.2. Capture à la main

Cetteméthode est très efficace pour la capture des espèces vivantes sur le palmier dattier surtout celles vivant à la base des folioles. Il suffit d'ouvrir la foliole et de prélever les arthropodes à l'aide d'un pince et les mettre dans des boites de Pétri ou toutes les informations sont mentionnées.

2.1.3.2. Au laboratoire

2.1.3.2.1. Observation des échantillons

Nous avons pris des échantillons de diverse partie de l'arbre (folioles, lif et cornaf) afin d'identifier minutieusement sous la loupe binoculaire toute faune associée

Les échantillons du terrain sont ramenés au laboratoire pour le triage et le comptage des espèces recensées. La détermination des espèces a été effectuée au laboratoire du Département de zoologie agricole à l'ENSA El Herrach.

2.1.3.3. Exploitation des résultatspar les indices écologiques

Les résultats obtenus sont traités par l'utilisation des indices écologiques de composition et de structures et cela pour interpréter l'importance des espèces dénombrées et justifier leurs répartitions sur les deux cultivars étudiés.

Les indices écologiques de composition sont la richesse totale et moyenne, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence. Par ailleurs les indices de structure à savoir l'indice de Shannon – Weaver et d'équitabilité ont été étudiés pour interpréter la structure de l'entomofaune issue de cet inventaire.

2.1.3.3.1. Indices de composition

2.1.3.3.1.1. Richesse totale (S)

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (RAMADE, 2003). C'est le nombre total des espèces trouvés dans un échantillon (BLONDEL, 1979).

2.1.3.3.1.2. Richesse moyenne (Sm)

Elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés (RAMADE, 1984).

$$Sm = \sum S/Nr$$

∑ S : Sommes de richesses totales obtenues à chaque relevé
Nr: Nombre total de relevés

2.1.3.3.1.3. Fréquence centésimale (FC)

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N toutes espèces confondus (DAJOZ 1971).
La formule est donnée comme suit:

$$FC\ \% = Ni \times 100/N$$

Ni: nombre des individus d'une espèce.
N:nombre total des individus toutes espèces confondues.

2.1.3.3.1.4. Fréquence d'occurrence (FO)

La fréquence d'occurrence ou la constance est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce i prise en considération par rapport au nombre total de relevés (DAJOZ, 1982). D'après FAURIE et *al*. (2003), elle est définie comme suit:

$$FO\ (\%) = (Pi \times 100) / P$$

Pi : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
P : nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de FO, on distingue les catégories suivantes:

- Des espèces omniprésentes si FO = 100 %
- Des espèces constantes si 75 % ≤ FO < 100 %
- Des espèces régulières si 50 % ≤ FO < 75 %

- Des espèces accessoires si 25% ≤ FO < 50 %
- Des espèces accidentelles si 5 % ≤ FO < 25 %
- Des espèces rares si 0 < FO < 5 %

2.1.3.3.2. Indices de structure

2.1.3.3.2.1. Indice de diversité de Shannon -Weaver (H')

L'indice de diversité de Shannon - Weaver correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté (RAMADE, 2003).Selon FAURIE et *al*. (2003), l'idée de base de cet indice est d'apporter, à partir de la capture d'un individu au sein d'un échantillon, plus d'information que sa probabilité d'occurrence est faible. Cet indice est calculé par la formule suivante:

$$H' = -\sum qi \log_2 qi$$

H' : Indice de diversité (unité bits)
qi : Fréquence relative de l'espèce (i) prise en considération

2.1.3.3.2.2. Indice de diversité maximale (H'max)

La diversité maximale est représentée par H' max. elle correspond à la valeur de la diversité la plus élevée possible d'un peuplement (MULLER, 1985). Elle est calculée par la formule suivante :

$$H'max = \log_2 S$$

H'max: Indice de diversité maximale
S: Richesse totale

2.1.3.3.2.3. Equitabilité(E)

Elle est le rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max) (BLONDEL, 1979). Sa formule est la suivante:

$$E = H'/ H' max$$

La valeur de l'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond presque à une seule espèce du peuplement et s'elle tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus (RAMADE, 2003).

2.2. Résultats et Discussions

2.2.1. Bio-écologie de la cochenille blanche

2.2.1.1. Dynamique de population de *Parlatoria blanchardi*

L'évolution des effectifs moyens des individus des différentes stades de développement de la cochenille blanche sur deux cultivars de palmier dattier Deglet-Nour et Ghars et au niveau des deux stations d'étude s'est déroulé pendant une année (Oct. 2012-Sept. 2013).

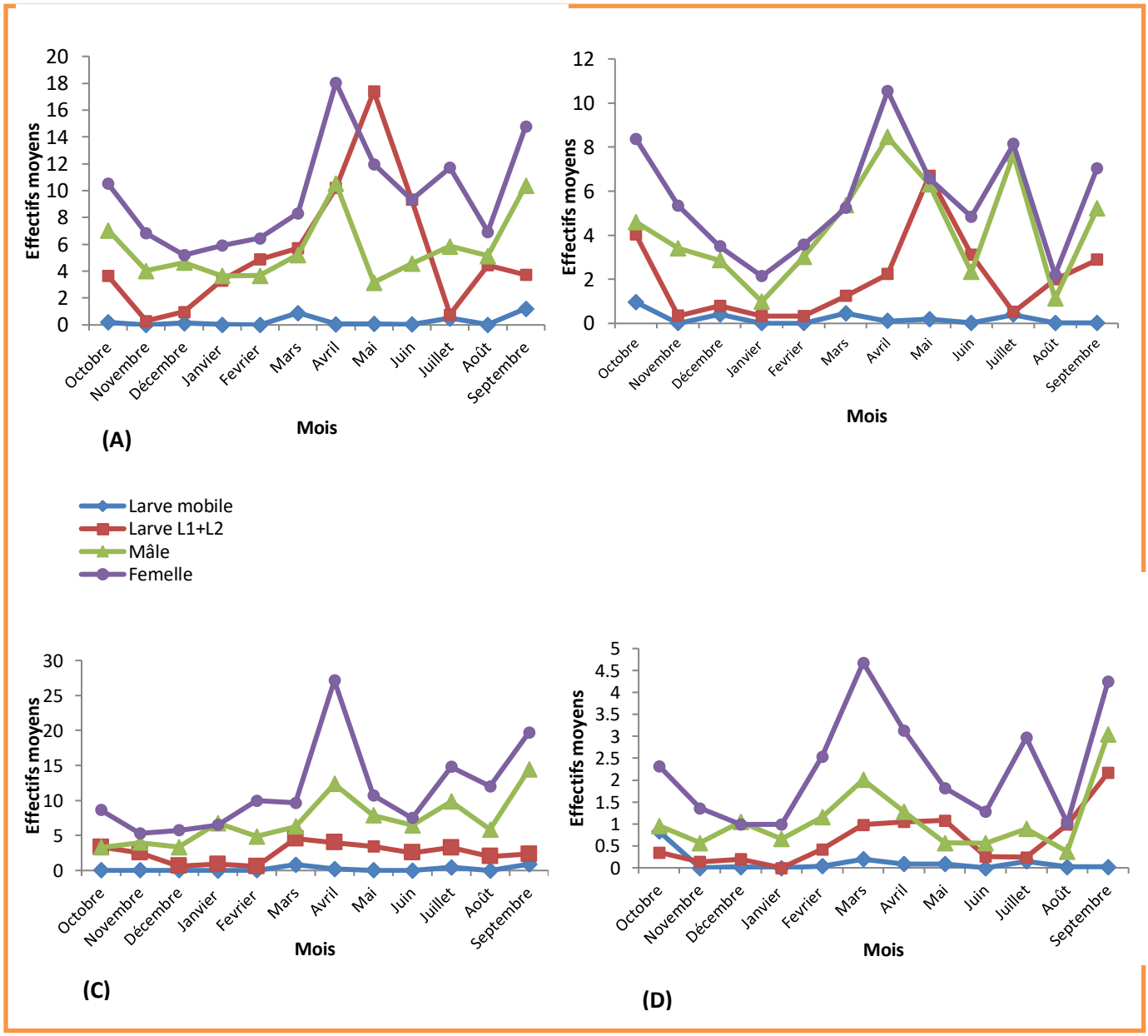


Figure 20. Dynamique de population de *Parlatoria blanchardi* (vivants) durant une année (Octobre 2012 à Septembre 2013 sur deux cultivars de dattes et au niveau de deux sites d'étude (A: cultivar Deglet-Nour du site de Mekhadma, B: cultivar Ghars du site de Mekhadma, C: cultivar Deglet-Nour de l'exploitation de l'université, D: cultivar Ghars de l'exploitation de l'université) dans la région de Ouargla.

Les résultats montrent l'existence des mêmes nombres des pics pour tous les stades de développement de la cochenille blanche sur les deux cultivars étudiés (Fig. 20).

Les larves mobiles enregistrent deux maxima apparents, au mois de mars et de septembre pour Deglet-Nour, mars et octobre pour Ghars au niveau des deux stations d'étude (Fig. 20), le troisième pic au mois de juillets est moins important.

Les larves fixes (L1+L2) vivantes présentent deux principaux pics durant l'année, les périodes d'activité de ces larves sont mars-mai qui est la période la plus longue et septembre-octobre dont elle est plus courte. Une faible activité est enregistrée surtout au mois de juillet sur les deux cultivars de palmiers dattiers.

Les femelles vivantes présentent trois pics. Le premier entre mars et avril, c'est le maxima le plus important suivi par le plus faible au mois de juillet, le troisième est enregistré surtout entre les mois septembre-octobre (Fig. 20) et cela en fonction du cultivar et du site d'étude. La plus forte densité des femelles est un peu tardive chez Ghars (octobre) par rapport à Deglet-Nour au niveau du site (1) et Ghars du site (2). Le nombre des femelles cessent d'augmenter pendant la période hivernale (température basse), cela est dû à la période de diapause qui se termine avec le retour des conditions favorables au développement.

Les mâles vivants prennent la même allure que les femelles, ils présentent un développement qui coïncide avec celles des femelles durant toute l'année.

Nos résultats concordent avec ceux d'IDDER (2011) dont la dynamique des populations de la cochenille blanche sur le cultivar Deglet-Nour prend les mêmes évolutions. Pour le cultivar Ghars, nos résultats confirment ceux de BOUGHEZALA-HAMAD (2011).

D'après MADKOURI (1978), les femelles constituent une proportion prédominante des stades de la cochenille, elles constituent la forme de résistance de *Parlatoria blanchardi* durant les périodes de froid et de forte chaleur.

Les conditions climatiques défavorables (températures élevées, baisse du taux d'humidité, vent forts) provoquent la baisse de densité des populations des différentes stades de développement de la cochenille blanche (ACHOURA, 2013; IDDER-IGHILI, 2015). Selon BAKRI et *al*. (2015), et durant une étude de la dynamique de population qui s'est étalée pendant 04 ans en Egypte, la cochenille blanche s'est développée à partir de quatre pics annuels d'activité pendant 03 ans et trois pics pour une année. La cochenille blanche est étroitement liée aux facteurs physiques du milieu et de l'année d'étude.

2.2.1.2. Evolution des effectifs vivants et morts de la cochenille blanche

Les résultats de l'évolution des effectifs totaux vivants et morts de la cochenille blanche sur les deux cultivars étudiés et au niveau des deux sites d'étude pendant une année (2012-2013) sont représentés dans la figure 21.

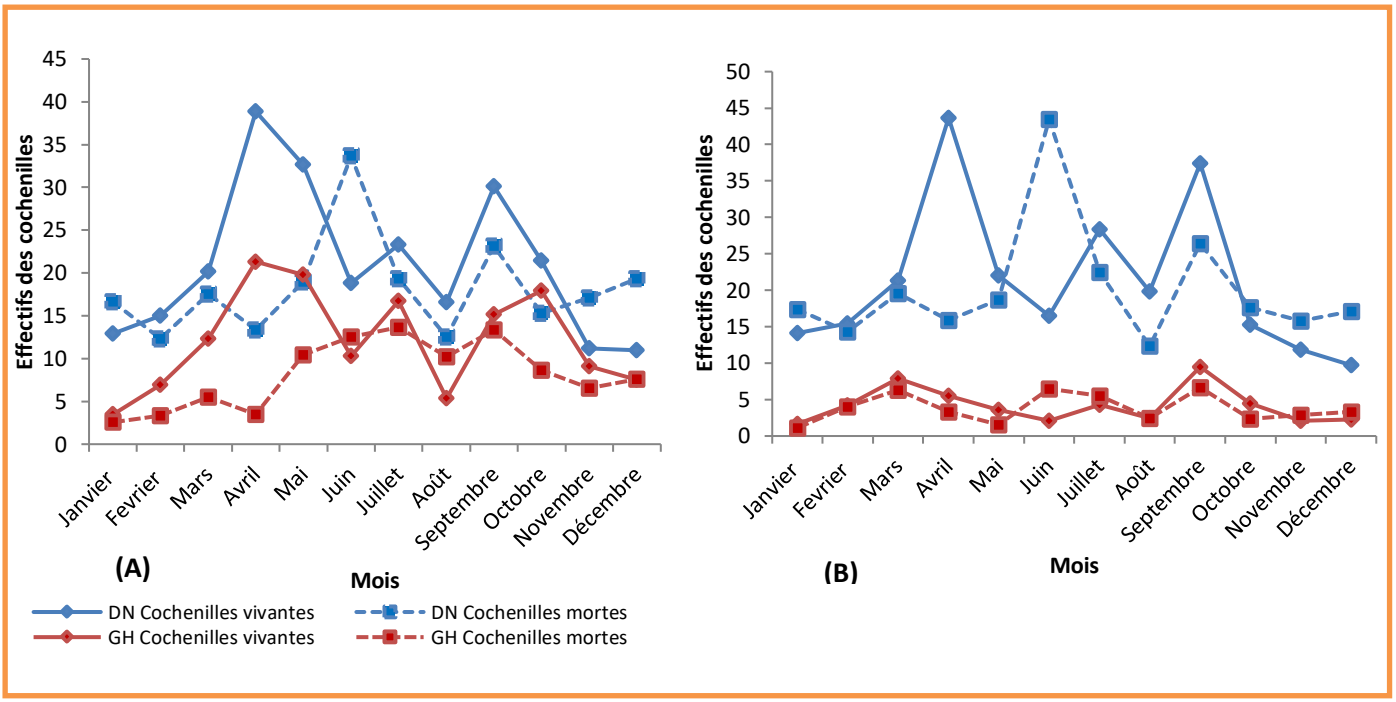


Figure 21. Evolution des effectifs de cochenilles vivantes et mortes sur deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) et au niveau des deux sites d'études (A: palmeraie de Mekhadma, B: Exploitation de l'université de Ouargla) durant une année.

Les effectifs de cochenilles vivantes semblent indiquer l'existence de 3 générations annuelles. La première génération est printanière, une deuxième estivale et la troisième est hivernale. Alors que les effectifs des cochenilles mortes présentent trois pics pour les deux cultivars et au niveau des deux sites d'étude.

Selon SMIRNOFF (1952), la mortalité naturelle de *P. blanchardi* est due d'abord aux conditions météorologiques défavorables de telle ou telle saison, forte radiation solaire, brusque variations de température et de l'humidité de l'air.

De ce fait, nous avons enregistré des effectifs de mortalité élevée pendant la période estivale due à la forte température et au vent chaud caractérisant cette période. Les basses températures de la période hivernale ont provoqué une diminution des effectifs vivants du ravageur accompagné d'une augmentation sensible des effectifs morts. Selon TOURNEUR

et *al*., (1975), les basses températures ralentissent l'évolution des populations de *Parlatoria blanchardi* sans entraîner de mortalité élevée.

Les deux pics de mortalité enregistrés au moment de départ de la génération printanière et automnale sont probablement dus aux facteurs suivants:

- Le taux de mortalité élevé des femelles causé par les pontes. Les femelles meurent naturellement juste après la ponte et les mâles 2 à 3 jours après (BICHE, 1987; SAIGHI et *al*., 2015 et IDDER-IGHILI, 2015).
- L'activité intense des espèces prédatrices de la cochenille blanche (Coccinellidae et Nitidulidae) pendant ces deux périodes ce qui contribue à l'augmentation des effectifs morts des cochenilles.

2.2.1.3. Nombre et durée de génération de *Parlatoria blanchardi*

Les effectifs des cochenilles blanches au niveau des deux sites d'étude semblent indiquer l'existence de 03 générations annuelles (Fig. 21).

En générale, on enregistre une première génération printanière, la deuxième est estivale et la troisième estivo-automnale qui est considérée comme la plus longue génération (Tab. 9).

Tableau 9. Nombre, échéance et durée de génération de la cochenille blanche sur deux cultivars Deglet-Nour et Ghars

	Deglet-Nour		Ghars	
	Période	**Durée**	**Période**	**Durée**
1ère génération	Mars-Juin	~ 122 jours	Mi-février-Juin	~ 135 jours
2ème génération	Juillet-Août	~ 62 jours	Juillet-Août	~ 62 jours
3ème génération	Septembre-Janvier	~ 153 jours	Septembre-Janvier	~ 153 jours

Le nombre de génération de la cochenille blanche reste toujours un sujet d'étude, mais il parait que la température est le facteur primordial influençant la durée du cycle de la cochenille blanche du palmier dattier (LAUDEHO et BENASY, 1969; BOUSAID et MAACHE 2000; IDDER, 1992 et IDDER-IGHILI, 2015). De point de vu nombre de générations, ces résultats sont identiques avec ceux de BOUSAID et MAACHE (2000), IDDER (2011) et IDDER et *al*., (2015) dans la même région. Des travaux similaires ont été menés en Algérie à Sidi Okba et Touggourt (DJOUDI, 1992; ALLAM, 2013) déclarent 03 générations aussi dans ces régions qui présentent un climat similaire à celui d'Ouargla.

Plus loin, la cochenille blanche présente ce même nombre de génération au Maroc à travers les travaux menés par SMIRNOFF (1952). Alors qu'IDDER-IGHILI (2015) annonce 04 générations sur Deglet-Nour et Ghars dans la région de Ouargla, de même ACHOURA (2013) a constaté le même nombre à Biskra.

La température et l'humidité relative, prises seules ou en combinaison, sont définis pour mieux caractériser l'influence sélective des milieux sur les variations des populations des cochenilles. *Parlatoria oleae* présente une période de ponte automnale plus courte à Ain Touta à cause des hautes températures estivale dans cette région (LATIFIAN et ZAERAE, 2009; CHAFAA et *al*., 2013). De même, BAKRI et *al*. (2015) ont signalé que les points de rosée ont un effet significatif sur le développement de la cochenille blanche. De sa part ALLAM (2013) a déclaré que le nombre de générations de la cochenille blanche varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment, les conditions climatiques, la nature du biotope, la variété et l'âge du palmier dattier.

Lors de nos suivis, nous avons enregistré toujours un petit décalage (quelques jours) dans l'apparition des stades de la cochenille. Le cultivar Ghars présente une durée plus importante pour la 1ère génération printanière (~135 jours) par rapport à Deglet-Nour IDDER et *al*. (2015) ont constaté le même nombre de générations (03) sur la variété Hamraya avec une différence en nombre de jours pour la génération printanière par rapport aux autres cultivars étudiés. Ces variations dans les durées des générations semblent être liées aussi à la composition biochimique du cultivar de palmier dattier. En effet, BICHE et SELLAMI (1999) et BELGUNDOUZ (2014) ont constaté que la plante hôte à un effet vis-à-vis des deux autres espèces de cochenilles *Parlatoria oleae* et *Parlatoria ziziphy*, elle agit à la fois sur la durée du cycle, la taille, la fécondité et le sex-ratio.

2.2.1.4. Taux d'infestation de la cochenille blanche sur les deux cultivars et au niveau des deux sites d'étude

Les effectifs totaux de la cochenille blanche (larves L1+L2 et adultes mâle et femelle, vivants et morts) sur Deglet-Nour et Ghars des deux sites d'étude (1) et (2) sont des indicateurs du taux d'infestation par ce ravageur au cours d'une année (Fig. 22).

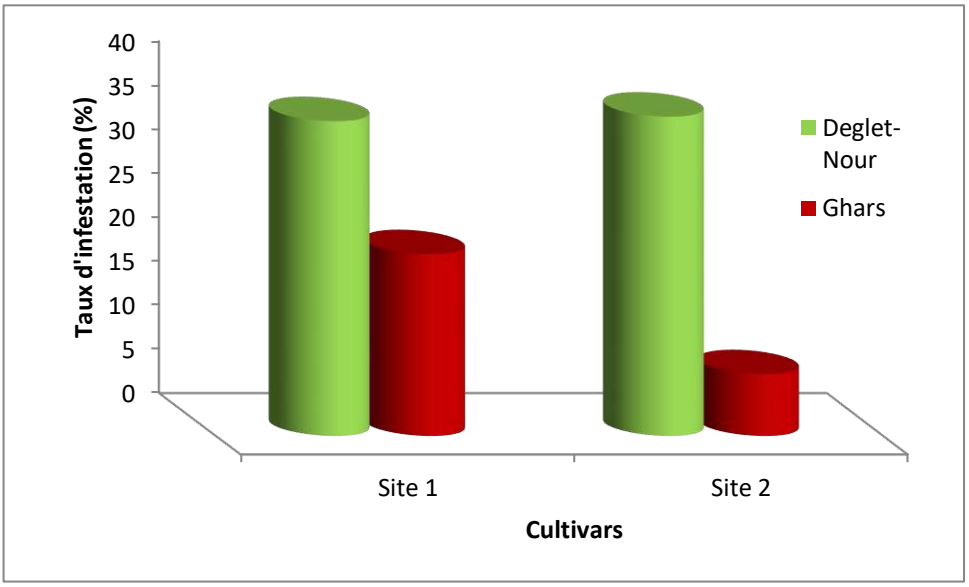


Figure 22. Taux d'infestation des deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) par la cochenille blanche au niveau des deux sites d'étude

Le suivi des densités des cochenilles blanches par l'utilisation de la méthode d'EUVERTE (1962) nous a permis de constater que:

- L'infestation du cultivar Deglet-Nour ne présente pas de grande différence entre les deux sites d'étude.
- Le cultivar Ghars présente un taux d'infestation différent par rapport aux deux sites d'étude. L'infestation est importante au niveau de la palmeraie de Mekhadma (1) par rapport à l'exploitation de l'université de Ouargla (2). Cette différence peut être expliquée par l'action des facteurs microclimatiques.
- La palmeraie de Mekhadma présente un taux d'infestation global supérieur que de l'exploitation de l'université de Ouargla

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré que le taux d'infestation au niveau des deux stations d'étude présente une différence significative (P= 0,013), la même chose pour les deux cultivars avec une différence significative P= 0,027.

Les deux sites d'étude sont présents dans la même région et sont deux milieux qui ont un taux de recouvrement sensiblement identiquece qui diminue l'effet limitant de la température sur le taux d'infestation par cette diaspine, malgré que SMIRNOFF (1952 et 1957) affirme que la température est le facteur le plus important qui influe sur le développement de la cochenille blanche. Néanmoins ACHOURA et BELHAMRA (2016)

annonce que la pullulation de la cochenille blanche est sensiblement limitée par les facteurs écologiques, biotiques ou abiotiques.

Parmi les facteurs abiotiques qui peuvent influencé sur le taux d'infestation on note le taux d'humidité ou la teneur de la vapeur d'eau au niveau de l'atmosphère (hygrométrie). Selon MBAKWIRAVYO (2009), l'humidité absolue est liée étroitement avec la température et à la pression. Les vapeurs d'eau qui se retrouvent dans l'atmosphère proviennent de l'évapotranspiration des végétaux, de l'évaporation au niveau du sol, des étendues et cours d'eau et de la respiration des êtres vivants.

Il est à noter qu'au niveau du site d'étude (1), il existe des drains principaux et secondaires ce qui provoque la présence d'un certain taux d'humidité supérieur à celui du site (2). De même, la localisation de quelques pieds de Ghars échantillonnés à proximité d'un bassin d'irrigation peut augmenter le taux d'humidité. MADKOURI (1978) révèle que les arbres se trouvant à proximité d'un point d'eau (puits, bassins…etc) présentent un degré d'attaque supérieur. Le niveau d'infestation semble dépendre de la présence d'eau (taux d'humidité élevé).LAUDEHO et BENASSY (1969), ont noté que la densité des populationsde la cochenille blanche et l'infestation en Mauritanie sont favorisées par les conditions du microclimat.

Cette différence au niveau du microclimat des deux sites d'étude peut être la cause de l'augmentation du taux d'infestation de la palmeraie de Mekhadma par rapport à l'exploitation de l'université de Ouargla.

Au cours de notre étude, le cultivar Deglet-Nour présente toujours des taux d'infestation supérieurs par rapport au cultivar Ghars quel que soit le site d'étude et la période d'échantillonnage. D'après plusieurs auteurs (KHELIL, 1989; IDDER, 1992; BOUSAID et MAACHE, 2000; BOUGHEZALA-HAMAD, 2011 et ALLAM, 2013) le cultivar Deglet-Nour est toujours plus infesté par rapport au Ghars.

Il est a noté que ces deux cultivars appartenant à deux catégories différentes de point de vu consistance des dattes et surtout composition glucidiques.

SAGGOU (2001), ALLAM (2013) et IDDER-IGHILI (2015), annoncent que la Deglet-Nour est plus riche en saccharose par rapport à la Degla Beidha et Ghars. Quant aux sucres réducteurs, les dattes de cultivar Ghars sont plus riches par rapport aux deux autres cultivars. Ainsi, on constate que la cochenille blanche s'attaque aussi bien au cultivar riche en saccharose (Deglet-Nour) et au cultivar riche en sucres réducteurs (Ghars). Par conséquent, on peut dire que la cochenille blanche n'a pas de préférence alimentaire concernant la nature de sucre.

Etant donné que la cochenille blanche attaque principalement les folioles; l'organe privilégié pour sa nourriture et sa ponte; sa composition biochimique et son structure morphologique contribué au choix de cette diaspine de sa plante hôte. Selon FOLDI (2013), la grande partie des cochenilles s'alimente de la sève élaborée.

2.2.2. Effet de la composition biochimique et la structure morphologique et histologique des folioles sur le taux d'infestation par la cochenille blanche

2.2.2.1. Composition biochimique des folioles des deux cultivars étudiés

A partir des résultats obtenus sur le taux d'infestation des deux cultivars, nous avons constaté une variation de ce taux entre les cultivars et entre les sites d'étude. La cochenille blanche est une espèce phytophage, les insectes appartenant à cette catégorie trophique présente une relation étroite avec sa plante hôte. CHABOUSSOU (1975) déclare que les produits nutritionnels sont cependant principalement à l'origine du comportement alimentaire de l'animal, c'est-à-dire de l'attaque de la plante.

Dans ce contexte, nous avons opté à un dosage de quelques éléments minéraux entrant dans la composition chimiques des folioles du palmier dattier et qui semblent être en relation avec l'attaque de la cochenille blanche. Les résultats du tableau 10 présente un dosage du Ca, Mg, K, P, N, Na et le rapport K/Ca+Mg ainsi la teneur en eau et les sucres totaux et cela sur les deux cultivars étudiés et au niveau des deux sites d'étude.

Tableau 10. Dosage de quelques éléments minéraux des folioles des deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)

Taux moyens des éléments minéraux (%)	Analyse biochimique				Analyse statistique (ANOVA à deux facteurs (Station et cultivars)			
	Palmeraie de Mekhadma (S1)		Exploitation de l'université (S2)		Stations		Cultivars	
	Deglet Nour	Ghars	Deglet Nour	Ghars	F	*P*	F	*P*
N	1,11±0,017	1,25±0,44	1,08±0,38	1,12±0,37	36.571	<0.000	46.286	<0.000
Ca^{2+}	1,03±0,13	1,04±0,35	01±0,33	0,73±0,32	5.942	<0.041	3.475	<0.099
Mg^{2+}	0,33±0,02	0,36±0,12	0,41±0,12	0,26±0,09	0.604	<0.459	10.216	<0.013
K^{+}	0,40±0,02	0,49±0,16	0,42±0,14	0,56±0,16	4.646	<0.063	27.851	<0.001
P^{+}	0,37±0,06	0,51±0,16	0,43±0,14	0,38±0,13	1.660	<0.234	2.805	<0.133
Na^{+}	0,28±0,03	0,36±0,11	0,33±0,10	0,48±0,13	24.253	<0.001	48.674	<0.000
K/Ca+Mg	0,29±0,04	0,34±0,11	0,29±0,10	0,57±0,16	11.176	<0.010	23.946	<0.001
S. T	0,02±0,001	0,02±0,007	0,022±0,003	0,022±0,007	1.592	<0.243	0.013	<0.912
T. eau	44,24±0,15	56,37±0,31	45,84±0,27	56,01±0,02	0.143	<0.715	46.111	<0.000

F: F observé *P: probabilité* *S. T. sucre totaux* *T. eau: teneur en eau*

A partir des résultats obtenus (Tab. 10), nous constatons que les éléments minéraux présentent des taux moyens qui diffèrent d'un cultivar à un autre et cela au niveau des deux sites. Des ANOVAs à deux facteurs (stations et cultivars) ont été réalisés pour chaque élément chimique dans le but de bien exploiter ces résultats.

2.2.2.1.1. Taux d'azote

L'azote joue des rôles multiples dans la physiologie végétale: formation des protéines, constituant de la chlorophylle, facteurs de croissance dans les organes jeunes, mais leurs emplois massifs fragilisent les plantes qui deviennent plus sensible aux maladies et aux attaques des ravageurs tels que les pucerons (POUSSET, 2008).

Le taux d'azote est le plus important parmi les autres éléments chimiques entrant dans la composition de la foliole. Il est plus élevé chez Ghars que Deglet-Nour pour les deux sites d'étude. Ces résultats concordent avec ceux de MEHAOUA (2009) dont l'azote est plus important chez le même cultivar. L'ANOVA a révélé une différence très hautement significative (P = 0,000) entre les pieds des deux stations d'étude et entre les deux cultivars étudiés.

2.2.2.1.2. Taux de calcium

Le calcium est un élément fondamental des parois cellulaires des plantes. C'est lui qui donne leur résistance tissulaire aux membranes pectiques. Il a ainsi une grande influence sur certainescaractéristiques des cultures comme la rigidité des tiges (ZAID, 2006). Le taux de calcium chez Deglet-Nour ne présente pas de grand différence entre les deux sites d'étude, alors il est plus important chez Ghars de la station de Mekhadma. Le test d'ANOVA révèle une différence significative entre les deux stations d'étude (P= 0,041) et aucune différence significative entre les cultivars.

2.2.2.1.3. Taux de magnésium

Le magnésium est un constituant de la chlorophylle. C'est aussi un activateur d'enzymes, en particulier celles qui sont à l'origine de la protéosynthèse. Il favorise l'absorption du phosphore et son transport et il évite l'absorption excessive de potassium par les plantes (ZAID, 2006).

Le magnésium enregistre le taux le plus faible parmi les éléments minéraux avec 0,26±0,09 chez Ghars de l'exploitation de l'université de Ouargla. L'analyse de la variance

montre une différence significative entre les cultivars (*P* = 0,013) et non significative entre les stations d'étude.

2.2.2.1.4. Taux de potassium

Le potassium est un élément important chez la plante, sa présence augmente la résistance des végétaux contre les maladies et les parasites. Il est déterminant dans les processus de croissance et de développement végétatif et productif aussi bien en masse qu'en qualité ; et il est également déterminant, au même titre que l'azote, dans la synthèse des protéines (HELLALI, 2002).

Il est important chez Ghars par rapport à Deglet-Nour. Le test ANOVA révèle une absence d'une différence significative entre les stations (*P* = 0,063), alors entre Deglet-Nour et Ghars on enregistre une différence hautement significative avec *P* = 0,001.

2.2.2.1.5. Taux de phosphore

Le rôle principal du phosphore est le stockage et le transfert d'énergie dans la plante, c'est un composant essentiel des phospholipides qui forment les membranes des cellules de la plante et comme la potasse, il augmente la rigidité des tissus, améliorant la résistance de la plante à certaines maladies (PORRE, 2008).

Le test d'ANOVA pour le phosphore montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les deux stations d'étude et les deux cultivars étudiés.

2.2.2.1.6. Taux de sodium

La plante peut utiliser le sodium en tant qu'osmoticum vacuolaire. L'effet bénéfique du sodium s'observe en particulier dans des conditions de carence en K^+. Dans ces conditions une accumulation contrôlée de cet élément contribue à assurer la régulation de la pression de turgescences des cellules, et il permet à la plante d'ajuster rapidement son potentiel osmotique au début d'un stress salin (JABNOUNE, 2008).

Le sodium est toujours plus important chez Ghars par rapport à Deglet-Nour pour les deux sites d'étude, il est de 0,48±0,13 au niveau des palmiers de l'exploitation de l'université et de 0,51±0,16 pour la palmeraie de Mekhadma. De ce fait, l'ANOVA a montré une différence très hautement significative entre les cultivars (*P* = 0,000) et entre les stations d'étude (*P* = 0,001).

2.2.2.1.7. Le rapport K/Ca+Mg

D'après NADIR (1972), il existe une interaction entre les trois cations K^+, Ca^{2+} et Mg^{2+}. Le rapport cationique K/Ca+Mg nous indique sur l'équilibre des cations au niveau de la plante. Il est plus important chez le cultivar Ghars des deux stations d'étude par rapport à Deglet-Nour vu que ce rapport est corrélé positivement avec le potassium. L'analyse de la variance montre une différence hautement significative entre les stations (P = 0,010), et très hautement significative entre les cultivars (P = 0,001).

2.2.2.1.8. Taux des sucres totaux

Les sucres ou les glucides jouent un rôle de structure et de réserves énergétiques chez les végétaux. Ils sont synthétisés par la plante à partir du gaz carbonique et de l'eau par le biais du processus de la photosynthèse (REBSTEIN et SOERENSEN, 2011).

Les sucres totaux chez le palmier dattier présentent l'un des paramètres qui détermine la consistance des dattes, pour les folioles du palmier dattier ce n'est pas le cas. A partir des résultats obtenus, il n'existe pas une différence entre les sucres totaux des deux cultivars au niveau des deux sites d'étude. Cela est confirmé par l'analyse de la variance dont on enregistre une différence non significative entre les stations et les cultivars.

2.2.2.1.9. Teneur en eau

L'eau revêt une grande importance pour la plante, parce que d'une part, elle constitue le milieu dans lequel s'effectuent les réactions biochimiques vitales et que d'autre part, ses propriétés hydrauliques permettent le grandissement cellulaire et constituent un support des structures cellulaires (HOPKINS, 2003).

L'ANOVA à révéler une absence de différence significative entre les stations d'étude avec P = 0,71. Toutefois la différence est très hautement significative (P = 0,000) entre les deux cultivars étudiés Ghars et Deglet-Nour avec des pourcentages allant de 44,24±0,15 à 45,84±0,27 pour le premier cultivar et 56,01± à 56,37±0,31 pour le deuxième.

La teneur en eau au niveau des folioles semble en relation étroite avec sa teneur chez la datte. Le cultivar Ghars considéré comme datte molle est très riche en eau que Deglet-Nour cultivar demi-molle.

A partir des résultats des analyses biochimiques des folioles des deux cultivars étudiés au niveau des deux sites d'étude, on peut conclure que:

- Du point de vue cultivar:

  Le cultivar Ghars est plus riche en N, Na et K et présente un rapport cationique K/Ca+Mg plus important par rapport au cultivar Deglet-Nour qui se caractérise par une richesse en Mg.

- Du point de vue station:

  Les pieds de la palmeraie de Mekhadma (1) sont caractérisés par une richesse en N à cause d'une fertilisation azotée importante alors que les pieds de l'exploitation de l'université de Ouargla (2) présentent une richesse en Na et un rapport cationique plus important.

2.2.2.2. Relation entre le taux d'infestation par la cochenille blanche et les propriétés biochimiques des folioles

Une ACP est réalisée dans le but de tirer les corrélations existantes entres les différents éléments chimiques et le taux d'infestation par la cochenille blanche.

Notre choix s'est porté sur le plan 1-2 ou le plan principal engendré par les axes 1 et 2. Ces deux axes présentent les valeurs propres les plus élevés dont F1 avec 5,45 et F2 avec 2,30 et les pourcentages expliqués par les axes principaux les plus importants (54,55% et 23,03%).

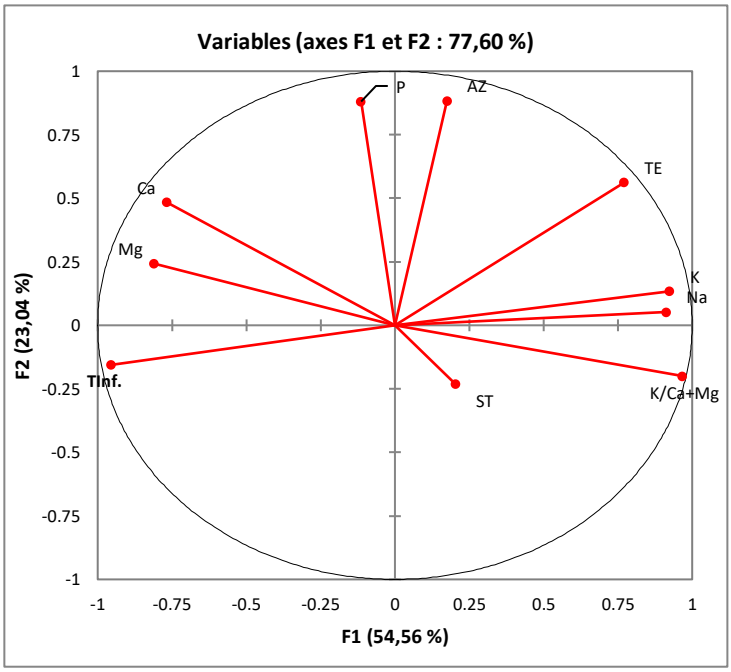


Figure 23. Cercle de corrélation des variables biochimiques des folioles et des taux d'infestation des folioles (AZ: azote, P: phosphore, TE: teneur en eau, K: potassium, Na: sodium, Ca: calcium, Mg: magnésium, T Inf: taux d'infestation, ST: sucres totaux, K/Ca+ Mg: rapport cationique) sur les axes F1 et F2

Le test de sphéricité de Bartlett associé à l'ACP et au seuil de signification alpha=0,05, nous a permet de rejeter l'hypothèse nulle d'absence de dépendance significative entre les variables. Donc, on accepte l'hypothèse alternative : la dépendance entre les variables est significative (χ^2_{Obs} = 107,738, χ^2_{Cri} = 61,656, *ddl*= 45, *P*<0.001).

Laprojection des variablesbiochimiques des folioles des deux cultivars nous a permis de tirer les corrélations suivantes:

- Une forte corrélation négative entre le taux d'infestation par la cochenille blanche et le rapport K/Ca+Mg, le potassium (K), le sodium ainsi que la teneur en eau.
- Une corrélation négative entre le K, Ca et Mg.
- Une corrélation négative entre le Ca et la teneur en eau.
- Une corrélation positive entre le taux d'infestation et le calcium et le magnésium
- Une corrélation positive entre l'azote (N) et le phosphore (P). Selon (GERVY, 1970), le phosphore rentre dans tous les processus de croissance et sa répartition dans les tissus est très inégale et augmente généralement avec la teneur en azote.

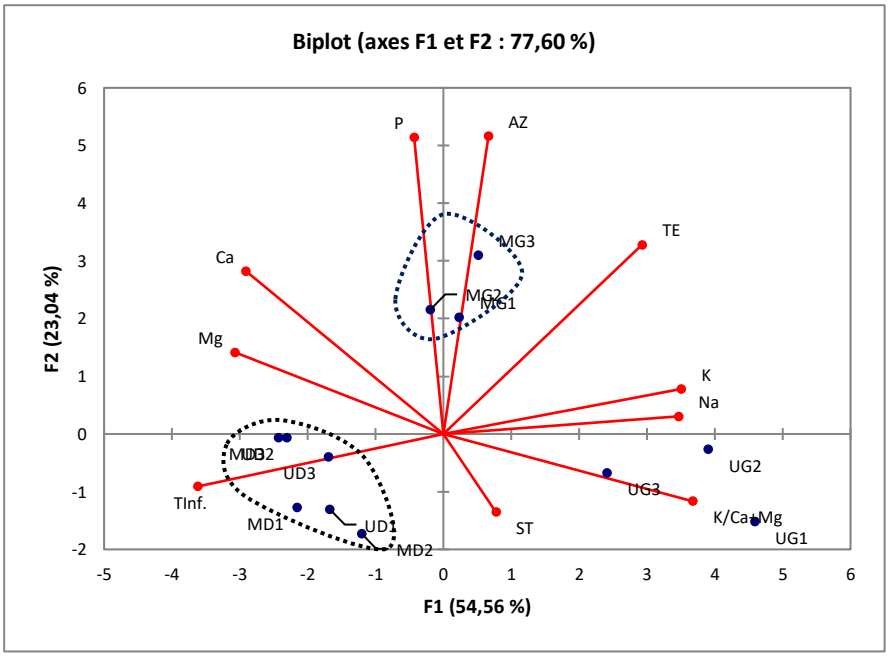


Figure 24. Répartition spatial desvariables biochimiques des folioles, du taux d'infestation et des pieds des cultivars Deglet-Nour et Ghars sur les deux axes F1 et F2

La projection des pieds des deux cultivars nous a permis de constater la présence de trois groupes (Fig. 24):

- Le premier groupe est constitué de Deglet-Nour des deux sites d'étude. Il est caractérisé par un taux d'infestation élevé, une faible teneur en eau et un faible rapport cationique (K/Ca+Mg).
- Le deuxième groupe est constitué de Ghars du site 1 (palmeraie de Mekhadma). Ces pieds sont caractérisés par une forte teneur en azote, potassium, calcium et magnésium.
- Le groupe 3 est constitué des pieds de Ghars du site (2) (exploitation de l'université) dont le rapport cationique est important ainsi que le potassium et le sodium. De même son taux d'infestation par le ravageur est faible par rapport au Ghars du site (1).

Les travaux de NADIR (1972), CHABOUSSOU (1975) et BELGUENDOUZ (2014) ont montrés l'existence des relations entre les facteurs nutritionnels offerts par la plante et la multiplication des ravageurs phytophages, surtout les arthropodes piqueurs des Citrus. MEHAOUA (2009) a confirmé ces résultats sur la relation entre le palmier dattier et la cochenille blanche.

Le taux faible du rapport cationique (K/Ca+Mg) chez le cultivar Deglet-Nour par rapport à Ghars nous indique que la concentration du potassium est plus faible par rapport au calcium et au magnésium. Selon CHABOUSSOU (1975) la présence optimale de cet élément serait doublement bénéfique. D'une part en assurant à la plante un maximum de croissance et de récolte, et d'autre part en provoquant une réduction dans la multiplication des cochenilles par la régression de la teneur en acides aminés. Cependant MEHAOUA (2009) annonce un antagonisme entre le K et les teneurs des folioles de palmier dattier en eau, N, Ca, Mg et sucres totaux.

A partir des groupes obtenus par la répartition spatiale des différentes variables étudiées (Fig. 24), on constate que malgré que les caractéristiques physiologiques d'un cultivar lui confèrent une résistance naturelle aux ravageurs, il reste toujours l'effet des conditions environnementales qui peuvent influencées cette résistance, on favorisant les bonnes conditions écologiques d'installation et du développement du ravageur. C'est le cas du cultivar Ghars du site (1) qui plus infesté que ceux du site (2) à cause des conditions microclimatiques qui règne dans la station de Mekhadma

Plusieurs études ont montré la relation entre la composition chimique d'un végétal et son attaque par quelques insectes. AL DOUSSARI (2009), sur une étude de la relation entre la composition chimique des folioles de quelques cultivars de dattes iraquienne et le

taux d'infestation par la cochenille blanche a annoncé qu'un cultivar de palmier dattier riche en chlorophylle, en cire et en composés phénoliques présente des taux d'infestations faibles par la cochenille. TOUFIK (1979) a annoncé que l'activité des insectes se base essentiellement sur le pouvoir de réflexion et la longueur des ondes des couleurs.

Nos résultats confirment cette hypothèse dont le cultivar Ghars est moins infesté par la cochenille blanche et présente des concentrations supérieures des éléments minéraux contribuant à la production des métabolites (chlorophylle, cire, …) essentielles à la résistance du végétal par rapport à Deglet-Nour.

2.2.2.3. Effet de la structure morphologique et histologique des folioles sur le taux d'infestation par la cochenille blanche

2.2.2.3.1. Morphologie des folioles

AL DOURI (1992) trouve que la forme et la couleur du végétal à un rôle très important sur la résistance de ce dernier aux attaques des ravageurs. NICOLE (2002) annonce que le comportement habituel des insectes, telles que l'oviposition et l'alimentation, peuvent être influencées par la perception des couleurs, la forme de la plante hôte, l'intensité spectrale ou la réflectivité.

A partir de nos remarques sur la couleur des folioles, nous avons remarqué que les folioles du cultivar Ghars présentent toujours une couleur verte foncé par rapport à Deglet-Nour dont les folioles sont de couleur vert pale ou parfois vert jaunâtre (Pho. 3).

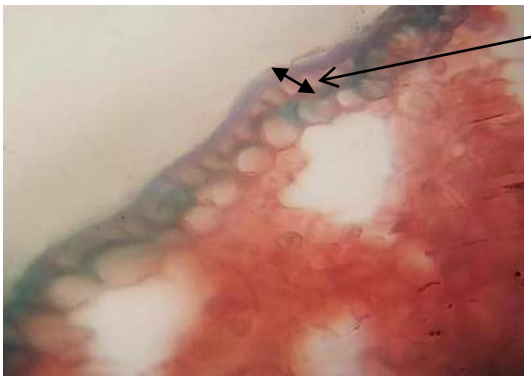
Photo 3. Folioles des cultivars Ghars (A) et Deglet-Nour (B)

Ce qui confirme les résultats des analyses biochimiques dont les teneurs des éléments contribuant à la formation de la chlorophylle sont plus important chez Ghars. Selon KRING (1972), les insectes en générale sont attirés par la couleur jaune plus que la couleur verte. De sa part ABDEL KARIM (1998), dans un essai des pièges à phérormone colorés a remarqué que les mâles de la cochenille blanche sont attirés par des pièges de couleur blanche et non pas ceux de couleur rouge et vert foncé.

Nous avons constatés aussi que la surface de la foliole de Ghars est ondulée, ce qui défavorise la bonne installation des individus de la cochenille blanche surtout les femelles lors de la ponte des œufs par rapport à la foliole de Deglet-Nour qui présente un aspect lisse facilitant la fixation de ce ravageur.

2.2.2.3.2. Histologie des folioles

Les coupes histologiques effectuées sur les folioles de Deglet-Nour et Ghars confirment nos résultats sur la composition biochimique et sa relation avec le taux d'infestation par la cochenille blanche (Pho. 4 et 5).



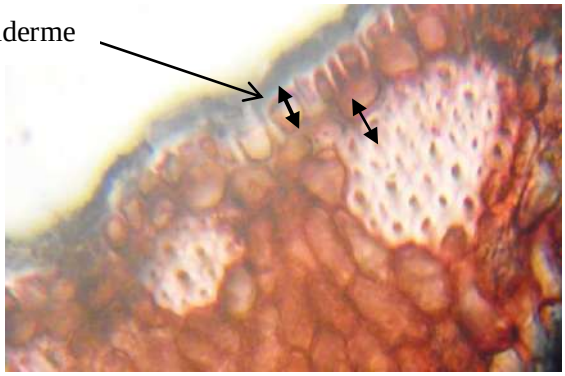


Photo 4. Coupe transversale d'une foliole du cultivar Ghars

Photo 5. Coupe transversale d'une foliole du cultivar Deglet-Nour

L'épiderme est un tissu protecteur vivant constitué d'une seule assisse de cellules juxtaposées, il est recouvert par des substances qui contribue à la protection telle que la cire. A partir de nos résultats, on constate que le cultivar Ghars présente de nombreuses cellules épidermiques de grande taille avec des parois épaisses, rigides et apparentes (Pho. 4) par rapport aux cellules épidermiques de Deglet-Nour qui sont de petite taille et les parois sont moins rigides. Ainsi la couche de la cire est bien apparente sur le cultivar Ghars (Pho. 5).

Selon IPERTI et LAUDEHO (1969), la cochenille blanche est un insecte phytophage, pourvu d'un appareil buccal du type piqueur suceur, muni d'un rostre lui permettant de se

fixer et de s'alimenter. Ils doivent pénétrer la couche épidermique pour arriver au tissu cible. De ce fait les folioles du cultivar Ghars qui sont plus rigides provoque des difficultés à l'appareil buccal de la cochenille de traverser les parois des cellules protectrices (épiderme surtout) et arriver à l'intérieure de la cellule pour sucer la sève élaborée. A son tour AL DOUSSARI (2009) annonce que la présence de plusieurs cellules épidermiques provoque des difficultés à l'insecte d'introduire les organelles de son appareil buccal pour arriver aux vaisseaux conducteurs du phloème responsable à la conduction de la sève élaborée.

2.2.3. La faune associée à la cochenille blanche

2.2.3.1. Inventaire qualitatif

Les résultats sur l'inventaire qualitatif de la faune associée à la cochenille blanche représenté dans le tableau 9 montrent la présence de 14 espèces appartenant à 02 classes, 05 ordres et 09 familles.

Tableau 11. Inventaire des arthropodes associés à la cochenille blanche de au niveau l'exploitation de l'université d'Ouargla

Embranchement des Arthropodes			
Classes	Ordres	Familles	Espèces
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	*Pharoscymnus ovoideus*
			Pharoscymnus numidicus
			Stethorus punctillum
		Coleoptera ind.	*Coleoptera sp.*
		Nutidilidae	*Cybocephalus seminillum*
	Nevroptera	Chrysopidae	*Crysopa vulgaris*
	Hymenoptera	Aphelinidae	*Aphytis mytiaspidis*
		Formicidae	*Camponotus sp.*
			Lepisiota frauenfeldi
			Tapinoma nigerrimum
	Heteroptera	Anthocoridae	*Anthocoris sp.*
Arachnida	Araneida	Argiopidae	Argiopidae sp.
		Phalangidae	Phalangidae sp.1
			Phalangidae sp.2

La classe des insecta est la plus représentée par 04 ordres, 07 familles et 11 espèces. Alors que la classe des arachnida referme un seul ordre et 02 familles (Tab. 11). Au niveau de la même station et par l'utilisation des méthodes de captures différentes (Gobe mouche et assiettes jaune) 22 espèces ont été inventoriées réparties en 4 classes (BKIRI et *al*., 2013). La classe des insectes, renferme la majorité des espèces inventoriées atteignant le nombre de 16 espèces réparties en 6 ordres.

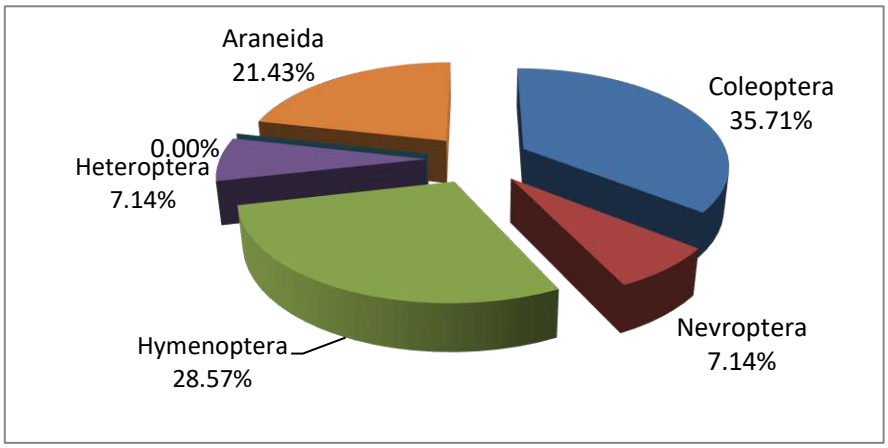


Figure 25.Répartition des arthropodes associés à la cochenille blanche par ordre

L'ordre des Coleoptera regroupe l'effectif le plus élevé, il compte 05 espèces soit 35,71%, suivi par les Hymenoptera avec 04 espèces (28,57%) et les Araneida (21,43%). Les Heteroptera et les Nevroptera sont les moins représentés avec une seule espèce (7,14%) (Fig. 17).Dans une palmeraie à Biskra, 5 espèces de coléoptères ont été signalé par SAHARAOUI et *al.*(2010) mais avec des différences qualitatives pour les espèces capturées ainsi quantitatives pour les espèces en commun avec la région de Ouargla.

Les Coccinilidaes (*Pharoscymnus ovoideus*, *Pharoscymnus numidicus*), les Nutidilidae (*Cybocephalus seminillum*) et les Aphelinidae (*Aphytis mytiaspidis*) sont des prédateurs de la cochenille blanche (IPERTI, 1970; MADKOURI, 1978; SAHARAOUI, 1998; IDDER, 2011; BELGHENDOUZ et BICHE, 2015). Selon FOLDI (2003), le miellat sécrété par la cochenille est préféré par les fourmis. De ce fait, une association mutualiste s'est instaurée entre ces deux derniers insectes, connue sous le nom trophobiose, basé sur l'échange miellat contre protection (contre les prédateurs et les parasites).

Les Araneida sont des prédateurs occasionnels à la cochenille blanche dont en voie fréquemment leurs adultes sur les palmes contaminés par ce ravageur (MADKOURI, 1978). Alors que le *Stethorus punctillum* est considéré comme une espèce acariphage mais elle présente une prédation de leurs adulte vis-à-vis la cochenille blanche comme une nourriture de subsistance pour compléter le développement et l'oviposition en cas d'absence d'acariens (KEHAT, 1968).

Photo 6. *Pharoscymnus ovoideus* Gr.x 32

Photo 7. *Pharoscymnus numidicus* Gr.x 32

Photo 8. *Cybocephalus seminillum* Gr.x 32

Photo 9. *Stethorus punctillum* Gr.x 40

Photo 10. *Crysopa vulgaris* (adulte) Gr.x 32

Photo 11. *Crysopa vulgaris* (larve) Gr.x 32

Photo 12. Argiopidae sp. Gr.x 40

Photo 13. *Lepisiota frauenfeldi* Gr.x 40

2.2.3.2. Analyse écologique des espèces associées à la cochenille blanche et capturées sur les deux cultivars étudiés

Dans le but de bien étudier le peuplement des espèces, il est important de calculer certain indices écologiques (Fréquence centésimale, Fréquence d'occurrence). Ces coefficients classiques permettre de quantifier l'importance écologique d'une espèce par rapport aux autres.

2.2.3.2.1. Richesse totale et moyenne

L'échantillonnage de la faune associée à la cochenille blanche a permis de noter une variation de la richesse totale et moyenne (Tab. 12) durant les mois de travail.

Tableau 12. Richesse totale et moyenne des espèces échantillonnées sur les deux cultivars de palmier dattier

Cultivars	Indice	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ghars	S	10	11	12	13	12	11	9	5	14	14	11	12
	Sm	4,61±1,89											
Deglet-Nour	S	12	12	12	13	12	10	7	5	12	14	12	14
	Sm	4,18±1,63											

S: Richesse totale *Sm: Richesse moyenne*

Cette richesse totale varie entre 9 et 14 espèces avec un nombre d'espèces le plus élevé pour les mois d'Octobre et Décembre (14 espèces) et Avril (13 espèces) sur le cultivar Deglet-Nour, et Septembre et Octobre (14 espèces) sur Ghars.La plus faible richesse est enregistrée au mois d'Août sur les deux cultivars avec 5 espèces seulement.

La richesse moyenne (Sm) la plus importante est enregistrée sur Ghars (Tab. 12), elle est de l'ordre de 4,61±1,89. L'activité des insectes est en relation avec le niveau de population de sa proie et éventuellement les conditions climatiques, ils présentent toujours des sites d'hivernation pour échapper aux conditions climatiques défavorables de l'hiver, mais ils restent toujours présents dans l'écosystème (SAHARAOUI et *al*., 2001).

2.2.3.2.2. Fréquence centésimale et fréquence d'occurrence

Dans notre étude, nous avons utilisés la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence sur deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) durant 12 mois. Les résultats sont présentés dans le tableau 13.

Il ressort que sur le cultivar Ghars 50 % des espèces recensées sont accessoires et 28,57% sont régulières. Les fréquences centésimales les plus élevées sont enregistrées par *Cybocephalus seminillum*, *Camponotus sp.*, *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*avec des pourcentages respectivement de 14,97; 13,53; 12,70 et 11,57.

Tableau 13. Fréquence centésimale, Fréquence d'occurrence des espèces capturées sur les deux cultivars étudiés pendant une année

Espèces	Deglet-Nour			Ghars		
	FC (%)	FO (%)	Catégorie	FC (%)	FO (%)	Catégorie
Pharoscymnus ovoideus	11,15	56,94	Régulière	12,70	55,55	Régulière
Pharoscymnus numidicus	07,80	50,69	Régulière	11,57	52,08	Régulière
Stethorus punctillum	03,99	37,49	Accessoire	05,82	31,94	Accessoire
Coleoptera sp.	01,57	31,24	Accessoire	02,52	22,91	Accidentelle
Cybocephalus seminillum	17,48	68,75	Régulière	14,97	64,58	Régulière
Crysopa vulgaris	04,54	31,24	Accessoire	06,47	45,13	Accessoire
Aphytis mytiaspidis	0,42	04,85	Rare	0,38	08,33	Accidentelle
Camponotus sp.	15,05	51,38	Régulière	13,53	60,41	Régulière
Lepisiota frauenfeldi	09,65	51,38	Régulière	09,72	41,66	Accessoire
Tapinoma nigerrimum	13,19	62,50	Régulière	08,84	47,22	Accessoire
Anthocoris sp.	03,31	20,83	accidentelle	03,39	24,99	Accidentelle
Argiopidae sp.	03,90	38,19	Accessoire	03,02	32,63	Accessoire
Phalangidae sp.1	04,02	38,19	Accessoire	03,32	41,66	Accessoire
Phalangidae sp.2	03,93	34,71	Accessoire	03,75	43,05	Accessoire
	100	----	-----	100	-----	-----

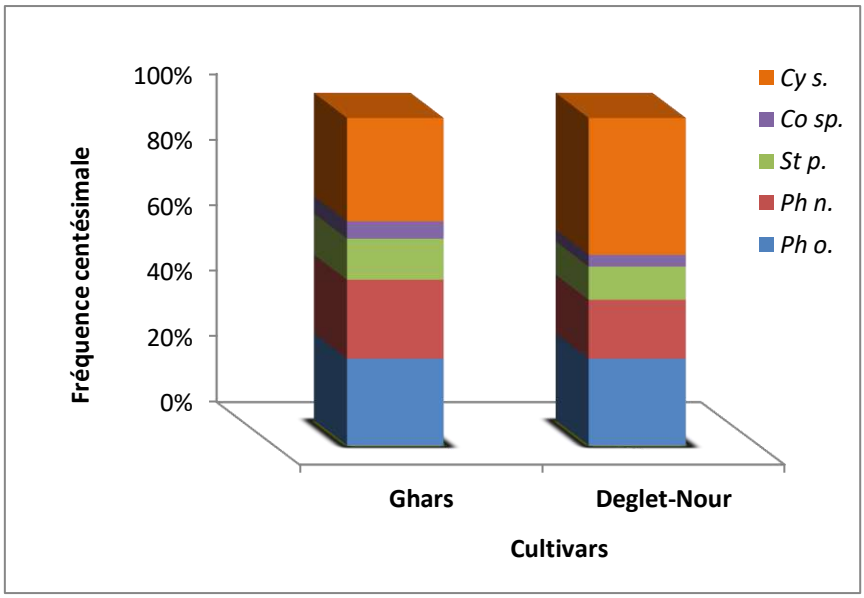
FC: Fréquence centésimale *FO: Fréquence d'occurrence-: Absence d'espèce*

Pour Deglet-Nour, 06 espèces régulières sont apparues, elles représentent 42,85 % du total des espèces recensées. Il s'agit de *Cybocephalus seminillum* (FC =17,48%), *Camponotus sp.*(FC = 15,05%), *Tapinoma nigerrimum*(FC = 13,19%), *Pharoscymnus ovoideus* (FC =11,15%) et *Pharoscymnus numidicus* avec FC = 7,80%. Il est a noter que ces espèces appartenant à l'ordre des Coléoptères et des Hyménoptères.

Sur le même cultivar 35,71% sont des espèces accessoires et 7,14 % sont accidentelles, alors que la seule espèce parasitoïde de la cochenille blanche (*Aphytis mytiaspidis*) est rare

dont sa fréquence est de 0,42%. Néanmoins elle est accidentelle sur le cultivar Ghars (FO = 8,33).

Pour mieux illustrer la place des coléoptères au sein des espèces inventoriées, nous avons calculé la fréquence centésimale de chaque espèce appartenant à cet ordre (Fig. 26).



Ph.o.: *Pharoscymnus ovoideus*- *Ph.n.*: *Pharoscymnus numidicus*- *S.p.*: *Stethorus punctillum*
C.sp.: *Coleoptera sp.*- *Cy s.*: *Cybocephalus seminillum*

Figure 26. Fréquences centésimales des espèces coléoptères capturées sur les deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)

L'importance des coléoptères capturés par la méthode de battage a été enregistrée aussi par SAHARAOUI et *al.*(2010) avec une FC qui atteint 82,41% au niveau des palmeraies de Biskra.Selon SAGGOU-BENAMEUR(2009), la couronne du palmier dattier abrite 07 espèces de coléoptères durant toute l'année.

Des effectifs élevés de *Cybocephalus suminillum* sont enregistrés au niveau de 09 palmeraies dans la région d'Ouargla par rapport aux autres coléoptères inventoriés (ZENKHRI,1987). Au sein des coléoptères inventoriés, nous avons enregistré une FC= 40,76% sur Deglet-Nour et 31,46% sur Ghars (Fig. 26).

L'espèce *Pharoscymnus ovoideus* est toujours la plus dominante par rapport au *Pharoscymnus numidicus* quel que soit l'année, la nature de la palmeraie (à plantation organisée ou non organisée) ou même la région (SAHARAOUI et *al.*,2010).

A partir de cette étude, nous avons noté que les deux cultivars abritent les mêmes espèces d'arthropode notamment des de coléoptères. Le cultivar Ghars compte une moyenne de

639 individus d'arthropodes capturés dont 276 sont des coléoptères, alors que Deglet-Nour n'abrite que 548 individus en moyenne avec 238 individus de coléoptère.

Plusieurs auteurs (KHELIL, 1989; IDDER, 1992; BOUSAID et MAACHE, 2000; BOUGHEZALA-HAMAD, 2011 et ALLAM, 2013) annoncent que le cultivar Deglet-Nour est toujours plus infestée par la cochenille blanche; qui constitue la proie de ces coléoptères; que le cultivar Ghars. Les relations entre coccinelles et proie sont très compliquées, le choix spécifique apparent est en rapport avec un choix de milieu plus que de proie (PAULIAN, 1988). Des études menées par IDDER-IGHILI (2015), montrent qu'il existe des différences dans la composition biochimique des deux cultivars étudiées.

2.2.3.2.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') enregistrées pour les espèces capturées sur Deglet-Nour et Ghars sont différents (Tab.14).

Tableau 14. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), la diversité maximale (H' max) et l'équitabilité (E) appliqués aux espèces inféodées aux cultivars Ghars et Deglet-Nour

	Deglet-Nour	Ghars
H' (bits)	3,16	2,80
H' max (bits)	3,82	3,82
E	0,82	0,73

H': Indice de diversité de Shannon-Weaver
H' max: diversité maximale
E: équitabilité

Il est à noter que cet indice est élevé pour Deglet-Nour par rapport à Ghars. L'équitabilité (E) calculée pour les espèces capturées tend vers la valeur 1 surtout pour le premier cultivar (0,82). Ces résultatstraduisent un équilibre entre les effectifs capturés. Une communauté sera d'autant plus diversifiée que l'indice H' sera plus grand (BLONDEL, 1979). Il est à dire que la diversité des pieds des deux cultivars Deglet-Nour et Ghars par la faune associée à la cochenille blanche est assez importante. Elle est en état d'équilibre (absence de compétition entre les espèces) surtout sur Deglet-Nour.

Conclusion

L'estimation du taux d'infestation de la cochenille blanche sur deux cultivars de palmier dattier à savoir Deglet-Nour et Ghars et au niveau de deux sites d'étude nous a permis de constater que la palmeraie de Mekhadma (1)est plus infestée par la cochenille blanche par rapport à celle de l'exploitation de l'université de Ouargla (2) et cela pour les deux cultivars étudiés.

En plus des températures adéquates au développement de la cochenille blanche, la présence des drains fonctionnels, qui ont contribué à augmenter le taux d'humidité, participe à la création d'un milieu favorable au développement et la pullulation de ce ravageur.

Dans la région d'Ouargla, nous avons pu déterminer l'existence de trois générations de *Parlatoria blanchardi* dont la génération printanière est la plus redoutable.

L'installation de la cochenille blanche sur sa plante hôte (palmier dattier) est en étroite relation avec la composition biochimique, la morphologie et l'histologie des folioles du cultivar de palmier dattier.

L'inventaire de la faune associée à la cochenille blanche sur les deux cultivars étudiés nous a permis de recenser 14 espèces. La richesse moyenne (Sm) la plus importante est enregistrée sur Deglet-Nour. L'analyse écologique des espèces inventoriées a montré que les deux coccinelles *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*sont des espèces régulières dans ces biotopes. C'est la raison pour laquelle nous avons retenu ces espèces en vue de leurs utilisations dans un cadre de lutte biologique.

Chapitre 3

Etudes des deux coccinelles coccidiphages

Chapitre III. Etude des deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*

Introduction

La mise au point d'une lutte biologique repose sur la connaissance préalable des principaux ennemis naturels de la cochenille (IPERTI, 1970).

Les deux coccinelles coccidiphages*Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* sont les principaux prédateurs et régulateurs naturels de la cochenille blanche dans les zones sahariennes (KEHAT, 1968; TOURNEUR, 1970; MADKOURI, 1978; HADJIZADEH et AHMADI, 1992; SAHARAOUI et *al.*, 2010; IDDER, 2011; ACHOURA et BELHAMRA, 2015). Leur utilisation dans le cadre d'une lutte biologique est recommandée pour limiter les dégâts considérables de ce ravageur, toute en maîtrisant la bio-écologie de ces deux coccinelles. D'après LUCAS (1993), lorsqu'on réalise un programme de lutte biologique, il est important de mesurer la voracité d'un prédateur.Dansce contexte, une étude du comportement alimentaire de ces deux coccinelles est traitée par l'étude de l'influence de quelques facteurs biotiques (l'espèce et le sexe du prédateur, et le cultivar du palmier dattier portant les cochenilles blanches) sur la voracité et les préférences alimentaires de ces deux auxiliaires naturels.

3.1. Etude de la morphologie et les génitalia des deux espèces de coccinelles

3.1.1. Matériel et méthodes

3.1.1.1. Au niveau du terrain

3.1.1.1.1. Choix des sites d'étude

Dans le but de maintenir les mêmes conditions écologiques qui influencent la cochenille blanche, les mêmes sites d'étude sont retenus pour cette partie, il s'agit de la palmeraie de Mekhadma (1) et l'exploitation de l'université Kasdi-Merbah (2).

3.1.1.1.2. Capture des coccinelles

La collecte des deux espèces des coccinelles a nécessité l'application de deuxméthodes de récolte sur terrain. Il s'agit de la méthode du battage des palmes et la capture à la main. Cette dernière méthode nécessite beaucoup du temps surtout pour les *Pharoscymnus*.Dans la plupart du temps ces coccinelles se cachent à l'insertion des folioles.

Elles se dispersent sur les folioles qu'à temps calme pour la recherche de la nourriture. Un pinceau souple est utilisé pour la collecte des individus en vus de leurs conservations dans des boites de Pétri mentionnées avec toute les informations nécessaires (date de capture, méthode de capture et cultivar). La capture des coccinelles *P. ovoideus* et *P. numidicus* s'est effectuée sur des pieds des deux cultivars Deglet-Nour et Ghars.

3.1.1.1.2. Au laboratoire

3.1.1.1.2.1. Dissection des coccinelles

La description morphologique des coccinelles n'est pas toujours facile à réaliser (KIYINDOU, 1990). Nous avons procéder à l'opération de la dissection. L'insecte est anesthésié à l'éther quelques minutes seulement. Il est ensuite disséqué sous la loupe binoculaire. Cette dissection se fait à l'aide de deuxaiguilles entomologiques.Les organes obtenus sont ensuite observés et mensurés.

3.1.1.1.2.2. Anatomie"Montage desgénitalia"

Les génitalia représentent les pièces sclérotinisée de l'appareil reproducteur mâle et femelle, ils jouent un rôle primordial dans l'identification des espèces (TRAN, 1977).

Suivant la technique de mise au point par CARAYON (1969), l'abdomen de l'insecte est séparé du reste du corps puis macéré dans une solution de 10% de potasse et chauffé pendant 05 à 08 minutes pour le dégraissage, jusqu'au moment où le tégument devient transparent. Une fois l'opération de macération est terminée, les génitalia sont séparés de l'abdomen et rincés trois fois à l'eau distillée afin de neutraliser l'effet du KOH.

À l'issue de cette opération commence la phase de dissection proprement dite qui s'effectue sous la loupe binoculaire et consiste à retirer toutes les structures ectodermiques qui pourraient cacher les génitalia internes comme les trachées et l'intestin postérieur.

Dans notre cas, l'opération de macération a duré plus de 10 minutes à cause de l'épaisseur de la couche de graisse qui entoure les organes génitaux. Pour empêcher la déshydratation rapide despréparations, nous avons effectué après le rinçage avec de l'eau, un autre rinçage avec de l'alcool 70 %.

3.1.2. Résultats et discussions

3.1.2.1. Description morphologique des deux coccinelles*Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*

3.1.2.1.1. Stades pré-imaginaux

Les œufs des deux espèces de coccinelles étudiées présentent presque la même taille, une petite différence est enregistrée au niveau de la longueur de l'œuf dont elle est légèrement supérieure chez *P. ovoideus* (0,64±0,02mm) par rapport à *P. numidicus*(0,53±0,02mm).

Pour les deux espèces de coccinelles, les larves des deux premiers stades (L1 et L2) ont presque le même aspect et la même couleur, ils sont très sombres. Seule la taille les différencie. Les larves de *P. ovoideus*présente une taille plus grande que les larves de *P. numidicus* (Tab. 15) mais ces derniers présentent toujours des pattes plus longues. C'est aux stades L3 et L4 qu'on distingue une différence de couleur entre les deux espèces dont les individus de *P. numidicus* vont devenir plus clairs.

Tableau 15. Mensuration moyenne des différents stades pré-imaginaux des deux espèces de coccinelles étudiées

Espèces / Stade de Développement		*P. ovoideus*		*P. numidicus*	
		Longueur (mm)	Largeur (mm)	Longueur	Largeur (mm)
Œuf		0,64±0,02	0,31±0,01	0,53±0,02	0,30±0,01
Larves	L1	1,08±0,1	0,56±0,06	0,54±0,02	0,32±0,01
	L2	1,60±0,07	0,60±0,07	0,97±0,02	0,45±0,08
	L3	1,91±0,07	0,93±0,03	1,65±0,01	0,52±0,01
	L4	3±0,19	1,5±0,08	1,96±0,01	0,62±0,08
pro-nymphe		2,60±0,10	0,83±0,08	2,5±0,1	0,96±0,06
Nymphe		3,10±0,10	2,50±0,09	2,6±0,09	2,1±0,09
Adulte		2,40±0,12	1,6±0,07	1,8±0,08	1,3±0,07

La pronymphe des deux espècesse ressemble dans la forme et même la couleur. De point de vue taille, la pronymphe de *P. ovoideus* présente une taille sensiblement supérieure à celle de *P. numidicus* (Tab. 15).

La différence entre lanymphedes deux espècesest bien apparente de point de vue couleur et taille. Celle de *Ph. ovoideus*présente une taille plus grande par rapport au *P. numidicus*.

3.1.2.1.2. Description de la coccinelle

L'adulte de *P.ovoideus* et *P.numidicus* a été décrit par quelques auteurs (MADKOURI, 1978; SAHARAOUI, 1994 et 1998; MAHMA, 2003; IDDER, 2011 et MAAMRI, 2013). La description de nos individus des deux espèces de coccinelles ne se diffère pas morphologiquement par rapport aux études ultérieures. Les différences se résident dans quelques données de mensuration à cause de plusieurs critères tels que la région de collecte des spécimens, le type de nourriture…etc.

Des mesures moyennes des individus des deux espèces de coccinelles étudiées nous ont montré que l'adulte de *P. ovoideus* est plus grand avec une longueur 2,2±0,03 mm et une largeur de 1,5 ± 0,05 mm par contre l'adulte de *P. numidicus* est plus petit dont lalongueur est de 1,8 ± 0,5mm et la largeur de 1,2± 0,2 mm. Les deux espèces ont parfois des couleurs distinctifs. L'adulte de *P. ovoideus* est de couleur généralement brunâtre à rouge brune présentant 04 taches plus clair de couleur jaune ou orange.Pour le *P. numidicus*, il est de couleur brunâtre plus foncé que celle de *P. ovoideus*. Les élytres présentent des taches ornementées très apparente de couleur brun foncé et parfois tend vers le doré.Selon MADKOURI (1978), il existe des variations écologiques dans cette espèce, dont nous avons remarqués que les deux espèces présentent un polymorphisme des taches existantes sur les élytres surtout pour *P. numidicus*. La *P.ovoideus* présente surtout des variations dans la couleur du corps (Pho.14 et 15).

Selon SAHARAOUI (1998), les élytres chez *P.numidicus* sont plus ou moins larges en avant, de couleur rouge brunâtre parfois plus sombre, paré d'une bande longitudinale sinueuse plus claire. *P.ovoideus*présente une couleur noire ou rouges-brunâtre parfois plus foncée, ornés chacun de deux taches rouges-oranges ou sombres, très visibles chez les individus noirs, confondues lorsque les élytres rouges-brunâtres.

Les deux espèces présentent un polymorphisme des élytres. Les variations pour le *P. ovoideus*sont beaucoup plus de couleur.

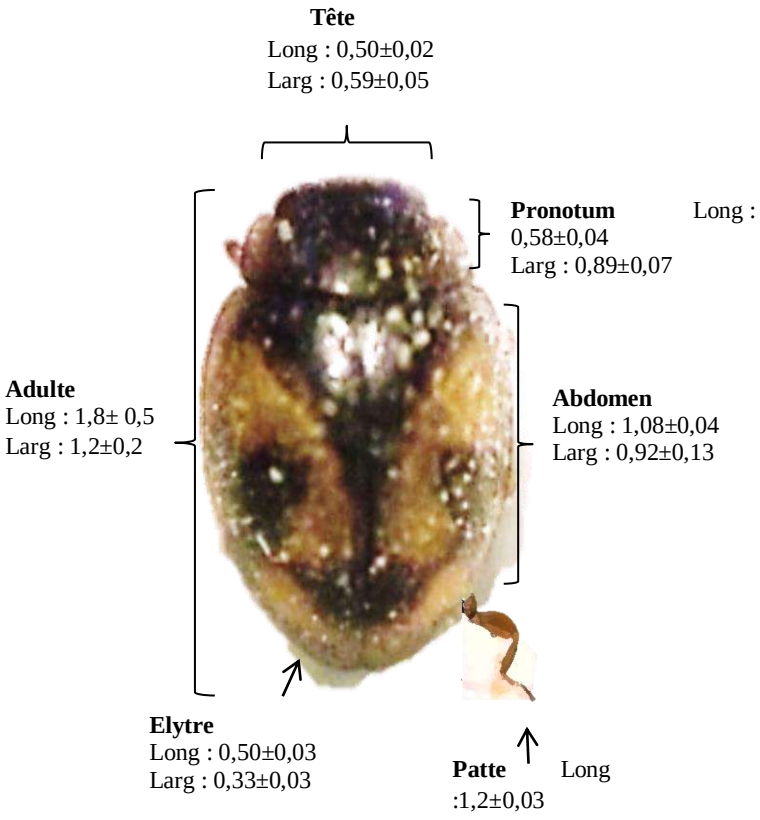


Photo 14. Mensurations de*Pharoscymnus numidicus* (Gr.x 40)

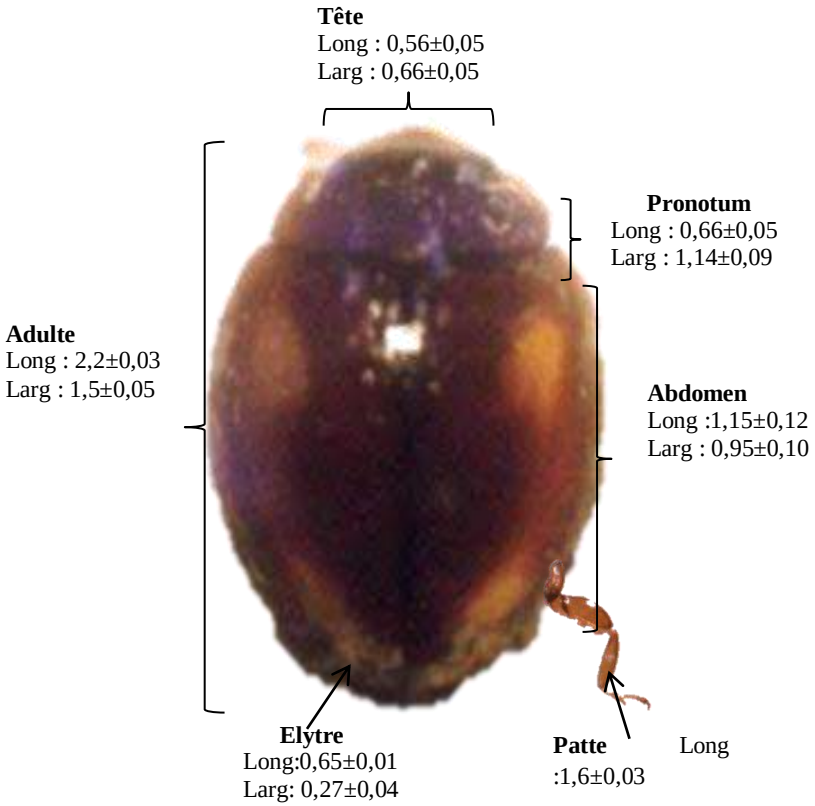


Photo 15. Mensurations de*Pharoscymnusovoideus* (Gr.x 40)

3.1.2.2. Différenciation des sexes

Afin de pouvoir distinguer les sexes des 2 espèces de coccinelles, *P. ovoideus* et *P.numidicus* il est possible d'examiner la partie abdominale (dernier sternite) (Pho. 16).

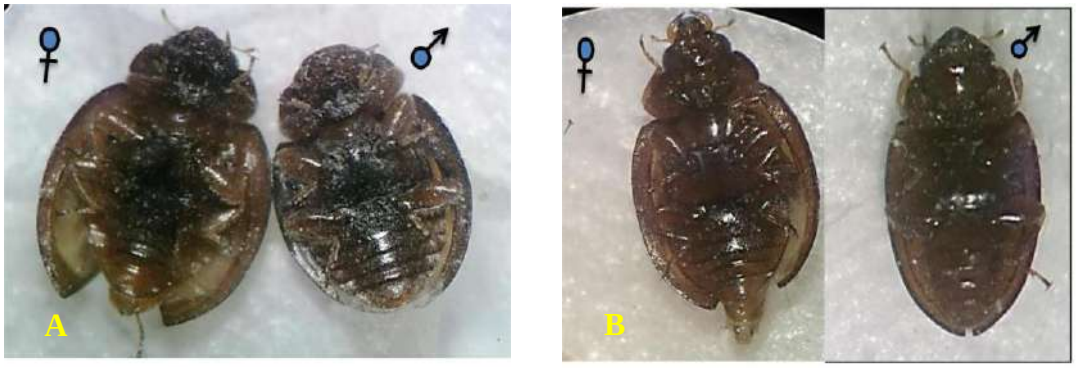


Photo 16. Dimorphisme sexuel sur le dernier sternite abdominal
(A: *P. ovoideus*, B: *P.numidicus*) (SAGGOU et MAAMRI, 2013)

Concernant les femelles des deux espèces, il apparait un prolongement (sortie de la pompe) à la pression des doigts sur la face ventrale, ce qui n'est pas le cas chez les mâles. KIYINDOU (1990) apporte comme chez beaucoup de Coccinellidae, le sexe peut être différencié par l'examen de la face ventrale de l'avant dernier segment abdominal visible.

3.1.2.3. Génitalia des deux espèces de coccinelles étudiées

Les génitalia effectués sur les deux espèces de coccinelles sont représentés dans les photos 17 et 18.

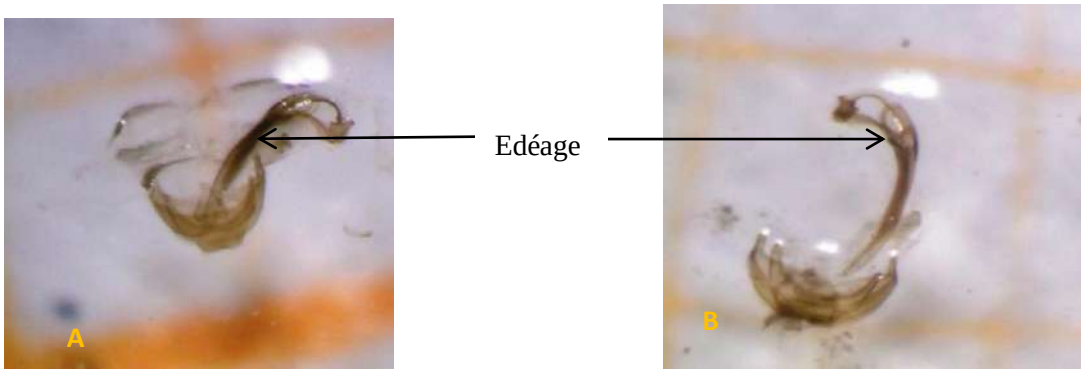


Photo 17. Terminalia mâle de *P. ovoideus* (A) et *P. numidicus* (B)(X40)
(SAGGOU et MAAMRI, 2013)

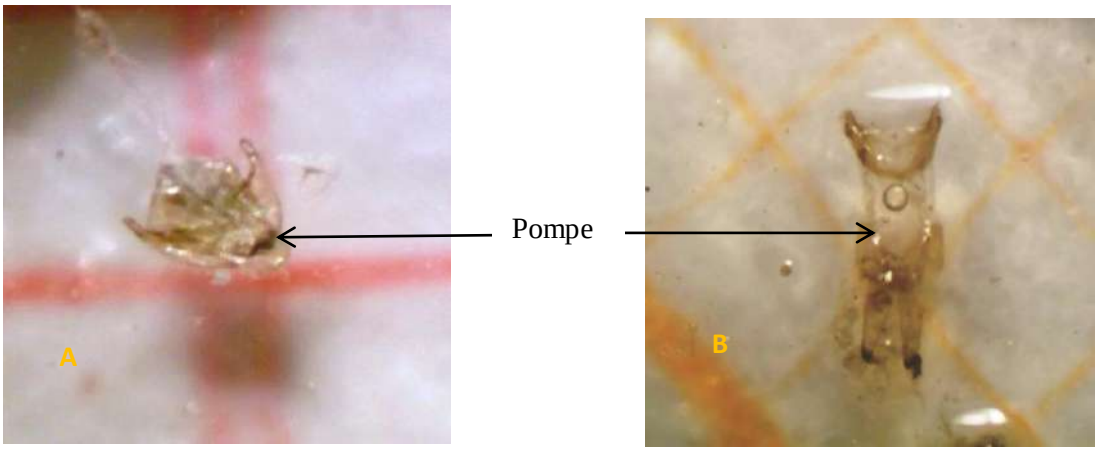


Photo 18. Terminalia femelle de *P. ovoideus* (A) et *P. numidicus* (B)(X40)
(SAGGOU et MAAMRI, 2013)

D'aprèsSAHARAOUI (1998), les pièces sclérotinisée mâle (génitalia mâle) et femelle (génitalia femelle) jouent un rôle primordial dans la systématique des coccinelles. Les génitalia montrent bien que les deux espèces sont différentes.

3.2. Etude de la bio-écologie des deux espèces de coccinelles retenues

Plusieurs paramètres bio-écologiques ont fait l'objet de cette étude. Le cycle biologique des coccinelles étudiées et les différents paramètres en relation avec ce cycle sont mis en évidence (mortalité, fécondité et longévité). Le nombre de générations est décrit dans cette partie. L'alimentation (voracité et préférences alimentaires) est traitée dans le but d'étudier les performances de ces coccinelles.

3.2.1. Matériel et méthodes

3.2.1.1. Au niveau du terrain

Des individus des deux espèces de coccinelles sont collectés à partir des palmeraies par les différentes méthodes de capture citées dans les parties ultérieures.

3.2.1.2. Au laboratoire

3.2.1.2.1. Etude du cycle biologique

3.2.1.2.1.1. Elevage des coccinelles

L'étude du cycle biologique des deux espèces de coccinelles nécessite un élevage au laboratoire dans des conditions bien maîtrisées.Le matériel et la méthode utiliséé sont décrits dans ce qui suit:

- Des boites en plastique (le volume est en fonction des stades) munies d'une ouverture d'aération à l'aide d'une toile moustiquaire très fine.
- Des morceaux de coton
- Un cristallisoir
- Unhygromètre
- Unthermomètre
- Une loupe binoculaire

Deux matériels biologiques; végétal et animal ont été utilisés. Le matériel végétal est représenté par les folioles de palmiers dattiersinfestées par la cochenille blanche.

Photo 19. Dispositif d'élevage des coccinelles au laboratoire

Pour le matériel animal; c'est la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* et des individus mâles et femelles des deux espèces de coccinelles étudiées récoltés à partir des deux sites d'étude (exploitation de l'université de Ouargla et la palmeraie de Mekhadma). L'élevage s'est déroulé en 04 étapes:

Phase de ponte: Nous avons introduit dans chaque boite d'élevage (21 cm x 14 cm x 7 cm) 01 couple (02 individus) de coccinelles. Ces boites renferment des folioles bien infestées par la cochenille blanche, un cristallisoir d'eauet du coton humidifié afin de garder l'humidité favorable du milieu. Les boites sont fermées par un couvercle muni d'une toile moustiquaire très fine.

Les boites sont quotidiennement contrôlées et nettoyées, les anciennes folioles sont remplacées par d'autres fraîches après vérification sous une loupe binoculaire (probabilité de présence d'œufs).

Phase d'incubation des œufs: Une fois les pontes sont réalisées, les œufs sont déposés dans d'autres boites d'élevage (boites de Pétri de 9 cm de diamètre) le temps nécessaire à l'éclosion des œufs.

Phase de développement larvaire:Après l'éclosion, les jeunes larves sont transférées dans des boites carrées en plastique (13 cm × 10 cm × 5 cm) à raison d'une larve par boite; elle y restera tous le temps de son développement pré imaginale en présence d'une nourriture abondante à base de cochenille blanche.

Phase de maturation sexuelle: Après leurs émergences, les adultes sont suivis et conservés pour être utilisés dans des expériences au laboratoire.

Ce dispositif d'élevage est réalisé par des individus des espèces*P ovoideus* et *P. numidicus*. Dans le but d'étudier en parallèle l'effet de la température sur les différentes stades de développement des deux coccinelles, les boites sont mises sous quatre degrés de température 24°C, 26°C, 28°C et 30°C et avec une humidité relative de 40±4,5%, un photopériodisme de 16 heures de lumière et 08 heures d'obscurité et une nutrition permanente. A chaque degré de température nous avons procédés à 03 répétitions.

A partir de cet élevage, plusieurs paramètres bio-écologiques de ces deux coccinelles sont étudiés à savoir le cycle biologique, le taux de mortalité, la fécondité et la longévité.

3.2.1.2.2. Etude de la voracité et les préférences alimentaires des deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*

3.2.1.2.2.1. Test de voracité

La voracité est d'évaluer le nombre de proies consommées en unité de temps, elle donne une image à la fois du nombre de proies détruites par le prédateur en un temps donné, et de la quantité de nourriture ingérée pendant le même temps par celui-ci (LUCAS, 1993)

Le test de voracité des deux espèces de coccinelles *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* est inspiré d'un test effectué par LUCAS et *al.*, (1997) sur deux coccinelles aphidiphages. Il a été réalisé de la manière suivante:

Après la séparation des espèces, nous avons procéder à la séparation des sexes de chaque espèce dans des boites de Pétri.

Les coccinelles adultes des deux espèces étaient maintenues à jeun 24 heures avant la mise en place des foliolesnouvellement prélevées et contaminées par un nombre connu de

cochenilles blanches. Les boites ont été mises dans des conditions ambiantes de température et d'humidité. Après 24 heures, on effectue un comptage à la loupe binoculaire des cochenilles non dévorés. Le nombre des cochenilles manquantes indiquerait la consommation de cet insecte par les coccinelles.

Le même test est réalisé par des larves L4 des deux espèces de coccinelles étudiées.Chaque traitement s'est déroulé en trois répétitions.

3.2.1.2.2.2. Test des préférences alimentaires

Les phénomènes de préférences alimentaires sont relativement fréquents chez les coccinelles prédatrices (HODEK, 1973 in LUCAS, 1993).Les résultats de l'inventaire quantitatif des deux espèces de coccinelles sur les deux cultivars du palmier dattier nous a conduit à penser que ces derniers présentent une préférence alimentaire vis-à-vis les cochenilles infestant Deglet-Nour et Ghars.

Le test de préférences alimentaires des deux espèces de coccinelles *P. ovoideus* et *P. numidicus* a été réalisé de la manière suivante:

Nous avons procédé à la séparation des sexes de chaque espèce de coccinelles dans une boite de Pétri.Les coccinelles adultes des deux espèces étaient maintenues à jeun pendant 24 heures avant la mise en place des folioles de cultivar Deglet-Nour et Ghars contaminées par un nombre connu des cochenilles blanche au même temps (ratios de proies 50:50). Les boites ont été mises dans des conditions ambiantes de température et d'humidité. Après 24 heures, on effectue un comptage sous la loupe binoculaire des cochenilles non dévorées. Le nombre des cochenilles manquantes indiquerait la consommation de cet insecte par les coccinelles. Le test s'est déroulé avec trois répétitions.

3.2.1.2.3. Analyses statistiques

L'influence de la température sur les différents stades de développement des coccinelles est traitée par l'utilisation des tests d'ANOVAs à deux facteurs (espèce de coccinelle et température). De même, l'effet des facteurs biotiques (espèces, sexe et proie) sur la voracité des coccinelles est étudié par l'utilisation des ANOVAs. L’analyse statistique des donnés traité par un logiciel XLSTAT.1.02.

3.2.2. Résultats et discussions

3.2.2.1. Bio-écologie des deux coccinelles étudiées

3.2.2.1.1. Effet de la température sur le cycle biologique au laboratoire

L'élevage de *P. ovoideus* et *P. numidicus* dans des conditions d'humidité relative et photopériodisme constant et sous des températures différentes nous a conduit aux résultats suivants:

Tableau 16. Durée moyenne des différents stades biologiques de *P. ovoideus* et *P. numidicus* sous trois degrés de températures (24°C, 26°C et 28°C) et une humidité relative de 40± 4,5%

Esp.	T °C	Œuf	Larve L1	Larve L2	Larve L3	Larve L4	Pron.	Nymphe	Durée totale du cycle
PO	**24**	12,5±0,50	8,25±0,43	/	/	/	/	/	-----
	26	9±0,70	6,5±0,50	05,25±0,43	08±00	5,5±0,50	2,25±0,43	06±00	42,5±1,96
	28	7,33±0,47	4,33±0,94	04±0,81	06,33±0,47	05±0,70	02±00	05,60±0,48	34,5±1,76
PN	**24**	15,25±0,43	/	/	/	/	/	/	------
	26	11±00	8,5±0,5	07,25±0,43	08,5±0,5	/	/	/	------
	28	9±0,41	3,66±0,47	04,66±0,47	5,33±1,24	06±0,89	02±00	06,80±0,74	37,4±0,98

Les températures basses ont étalé la période d'incubation des œufs. A 24 °C, la durée d'incubation arrive à 12,5±0,50jours pour *P. ovoideus*et15,25±0,43 jours pour *P. numidicus*. Une température de 28°C à donner une durée d'incubation et une éclosion des œufs en 07,33±0,47 jours pour*P. ovoideus* et 9±0,41 jours pour *P. numidicus*.

Les stades larvaires sont plus sensibles à la variation de la température. A 24°C, seules les larves L1 de *P. ovoideus* ont vécus après l'éclosion des œufs sans pouvoir atteindre la première mue pour donner les L2. A 26°C, les larves L1 de la même espèce ont complété le premier stade en 6,5±0,50jours, alors qu'à 28°C, la durée du 1er stade larvaire est plus courte. Les températures sensiblement élevées accélèrent le développement larvaire des coccinelles, tandis que les basses températures empêchent le développement des larves. Il est à noter que les 3 premiers stades larvaires des deux espèces ont montré cette différence dans la durée de développement.

A 26 °C, la coccinelle *P. ovoideus*a pu accomplir leur cycle biologique en une durée moyenne de 42,5±1,96jours, mais à 28°C, le cycle de la même espèce s'est déroulé en 34,5±1,76jours seulement. Pour *P. numidicus*, leur cycle de développement s'est arrêté au 3ème stade larvaire L3 sous une température de 26°C. Les larves n'ont pas accomplir leur

3ème mue pour donner des larves L4. A 28°C, le cycle biologique de cette espèce est achevé en 37,4±0,98jours (Tab. 16).

A partir de notre élevage, nous constatons que le cycle biologique des deux espèces de coccinelles a été accompli à une température de 28°C. Il a dépassé un mois, il est plus court chez *P. ovoideus* par rapport à *P. numidicus* (Tab. 16). Selon IPERTI (1983), la durée du cycle de vie de la majorité des coccinelles est d'environ un mois et elle dépend bien sur des conditions climatiques. MAHMA (2003), dans des conditions d'élevage naturel en palmeraie pendant les mois de mars-avril (T°= 37C°, HR = 34% et un photopériodisme de 12 heures de lumière) a révélé une durée de cycle entre 19 à 23 jours pour le *P. ovoideus* et entre 17 à 22 jours pour *P. numidicus*.

Tableau 17. ANOVAs à 2 facteurs (espèce de coccinelles – température) sur la durée de développement des différents stades des coccinelles.

Stades	Facteurs	*DL*	*SC*	*F*	*P*	
Œufs	Espèce	1	24.000	30.857	< 0,0001	***
	Température	2	137.583	88.446	< 0,0001	***
Larve L1	Espèce	1	42.667	76.800	< 0.0001	***
	Température	2	61.750	55.575	< 0.0001	***
Larve L2	Espèce	1	4.167	8.824	0.008	**
	Température	2	186.333	197.294	< 0.0001	***
Larve L3	Espèce	1	0.167	0.400	0.535	
	Température	2	255.250	306.300	< 0.0001	***
Larve L4	Espèce	1	22.042	58.778	< 0.0001	***
	Température	2	106.083	141.444	< 0.0001	***
Pronymphe	Espèce	1	5.042	33.000	< 0.0001	***
	Température	2	19.083	62.455	< 0.0001	***
Nymphe	Espèce	1	18.375	52.920	< 0.0001	***
	Température	2	156.250	225.000	< 0.0001	***
Durée totale du cycle à 28 °C	Espèce	1	10.125	4.418	0.080	

Les ANOVAs ont révélé que la différence entre les durées des stades de développement (œufs, stades larvaires L1, L2, L4, pronymphe et nymphe) des deux espèces de coccinelles est très hautement significative (*P* <0,0001) à l'exception des larves L3 dont la durée de son stade présente une différence significative entre les deux espèces étudiées (*P*= 0,535).

Toutefois, sous les trois températures d'élevage (24, 26 et 28 °C), les ANOVAs ont montré qu'il existe des différences très hautement significatives (*P* <0,0001) entre les durées des stades de développement des deux espèces de coccinelles.

La durée totale du cycle des deux espèces de coccinelles à 28 °C ne présente pas une différence significative avec $P = 0,080$.

Les insectes sont des éctotermes, et ont de ce fait, une très faible capacité à réguler leur température corporelle. La température ambiante détermine l'ensemble des activités biologique d'un insectes (BRODEUR et *al*., 2013). Plusieurs auteurs ont démontré que la température intervient dans la durée de développement des coccinelles aphidiphages, coccidiphages et acariphages. Une augmentation de la température se traduit par une accélération des processus biologiques de ces insectes (MADKOURI, 1978; FURTADO, 1984; AKSIT et *al*., 2007; ATLIHAN et CHI, 2008; WANG et *al*., 2013; HONG et *al*., 2013; ASHRAF et *al*., 2014; KHAN et *al*., 2016; KHAN et *al*., 2017).

La comparaison entre la durée de chaque stade de développement des deux coccinelles à 28°C nous ramène à dire que la durée d'incubation moyenne des œufs et du stade nymphale de *P. numidicus* est supérieure à celle de *P. ovoideus*. Alors que pour les stades larvaires, la durée globale est presque identique. Il faut rappeler que la durée de chaque stade est conditionnée par les conditions trophiques et les conditions climatiques lors de l'élevage (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998).

Il est à signalé que nous avons procédé à un élevage à 30°C, qui n'a pas réussi à cause du dessèchement rapide des folioles portant les cochenilles. Nous avons opté a changé les folioles deux fois par jour, mais cette opération a perturbé les coccinelles surtout au moment de l'accouplement et de la ponte. Vu l'instabilité du facteur alimentation, nous n'avons pas pris en considération les résultats issus de cet élevage à cause de son échec.

3.2.2.1.2. Taux de mortalité

Au cours de nos élevages sous des conditions thermiques différentes, le taux de mortalité des deux espèces de coccinelles étudiées diffère par rapport aux différents degrés de température et des stades de développement des coccinelles (Tab. 18).

Tableau 18. Taux de mortalité des différents stades pré-imaginal des deux espèces de coccinelles étudiées sous trois degrés de température (24 °C, 26 °C et 28 °C)

	Taux de mortalité (%)					
Température	***P. ovoideus***			***P. numidicus***		
	Œufs	**Larves**	**Nymphe**	**Œufs**	**Larves**	**Nymphe**
24 °C	77,33	100	/	100	/	/
26 °C	50	36,36	25	66,66	100	/
28 °C	13,04	4,76	11,11	45,45	16,66	0

Les taux de mortalité enregistrés lors de nos essais d'élevages nous montrent qu'ils sont inversement proportionnels avec la variation de la température. Plus la température augmente plus le taux de mortalité des différents stades de développement des coccinelles diminue. Les taux les plus faibles sont enregistrés à 28°C. Il est à noter aussi qu'à 24°C, les taux de mortalité sont très élevés, les œufs de *P. numidicus* n'ont pas éclos. Cette température a bloqué la maturation des œufs. S'agissant de *P.ovoideus*, malgré le taux de mortalité des œufs très élevé (77,33%), quelques œufs ont éclos et donné des larves L1 qui sont mortes juste après (Tab. 18). Les mêmes résultats sont constatés par KHAN et *al*. (2017) avec la coccinelle acariphage *Stethorus vagans*dont les œufs n'ont pas éclos à des températures très basses. À 15 °C les œufs donnent naissance à des larves L1 après une durée d'incubation très longue mais qui meurent juste après. Nos résultats concordent avec ceux des auteurs cités ultérieurement. Selon HODEK et *al*. (2012), la sortie et le développement des stades pré-imaginaux des coccinelles nécessitent un rang spécifique de température. Au-dessus ou au-dessous de ces température, la coccinelle n'arrive pas à accomplir son cycle de développement.

Lors de notre élevage, nous n'avons pas enregistré des mortalités dues au cannibalisme, vu que l'apport de la nourriture (cochenille blanche) était permanent.

3.2.2.1.3. Fécondité

A partir des adultes issus de élevage (T= 28°C, HR= 40% et Ph.= 16:8), nous avons constaté que les jeunes adultes femelles peuvent donner des pontes après 05,71±0,88 jours pour les *P. ovoideus* et 06,42±0,49 jours pour les *P. numidicus*.

Pour la fertilité des femelles, 09 à 13 œufs / mois sont enregistrés pour *P. ovoideus*et de 07 à 12 œufs / mois pour *P. numidicus*. SMIRNOFF (1954), rapporte qu'au mois de mars la femelle de *P. numidicus* dépose 28 œufs. Alors que selon IPERTI et BRUN (1969), une espèce très proche des deux espèces de coccinelles étudiées *Pharoscymnus semiglobosus* pond 300 œufs par mois quand des bonnes conditions climatiques, alimentaires et sanitaires sont réunies.

3.2.2.1.4. Longévité

La longévité moyenne des adultes de *P. ovoideus* est de 33,33±2,05 jours alors pour *P. numidicus* elle est de 36,33±1,24 jours. IDDER (2011) a annoncé que la longévité moyenne des deux espèces de coccinelles est de 20 jours à 02 mois. MAHMA (2003) signale une durée de vie allant de 18 à 21 jours pour *P. ovoideus*et de 16 à 20 jours pour *P.*

numidicus. De même MAAMRI (2013) enregistre respectivement pour les deux espèces 37 jours et 45 jours.

3.2.2.1.5. Description du cycle biologique

Les œufs sont pondus groupés ou isolés à côté ou sur le bouclier des cochenilles blanches qui servira de source de nourriture aux jeunes larves. Ils sont une couleur orange foncé pour le *P. ovoideus* et orange rosé pour *P. numidicus*. Au fur et à mesure de leurs maturations, ces œufs vont acquérir une couleur sombre qui indique l'approche de l'éclosion. Après l'éclosion, les larves néonates sont très actives et pénètrent directement sous le bouclier des femelles pour s'alimenter des œufs qu'il contient. KIYINDOU (1990) a enregistré le même comportement chez les jeunes larves de la coccinelle coccidiphage *Diomus hennesseyi* prédatrice de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*. A ce stade les larves des deux espèces se ressemblent.

Les stades larvaires sont en nombre de 04 comme chez la majorité des coccinelles. Les stades larvaires L1 et L2 sont les plus courts pour les deux espèces de coccinelles, alors que le L3 et L4 prend plus de temps. Au moment de ces deux stades, on peut différencier les deux espèces par la coloration des larves. Celles de *P. ovoideus* sont sombres par rapport à celle de *P. numidicus* qui sont plus claires avec des pattes plus longues. Ces stades larvaires sont suivis par le stade pronymphe dont la larve commence à s'immobiliser sans besoin de nourriture en se préparant au stade nymphale. A ce stade la nymphe se forme, sa couleur ressemble à la couleur des œufs de chaque espèce. Elle se fixe sur la foliole ou sur n'importe quel objet existant dans la boite d'élevage (coton, éponge), la tête de la coccinelle vers le bas, avec l'extrémité de son abdomen cachée sous les restes desséchés de l'exuvie du dernier stade larvaire. Les nymphes sont recouvertes de soies fines, pendant ce stade de développement les yeux et les élytres restent visibles. La durée de la nymphose est plus longue chez *P. numidicus* (presque une semaine). Selon IPERTI (1986), elle est de sept à quatorze jours pour la majorité des coccinelles.

L'émergence de l'imago se fait dans une durée de 15 à 20 minutes pour donner la naissance à un imago parfait au corps mou, incolore et brillant (Fig. 27 et 28). Après quelques heures, l'adulte prend sa couleur finale et se durcit. Il sera prêt à l'accouplement après quelques jours.

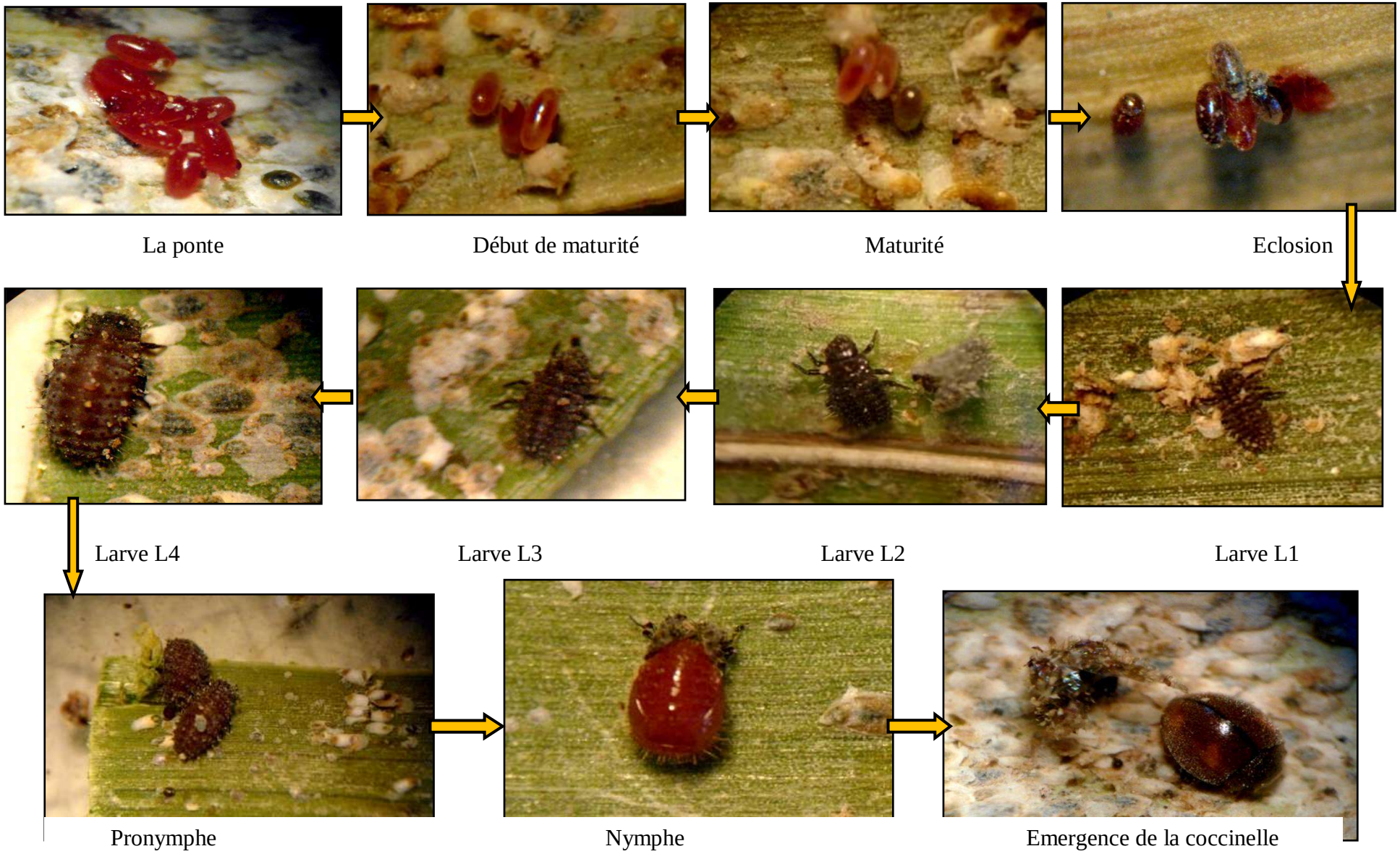


Figure 27. Cycle biologique de *Pharoscymnus ovoideus*

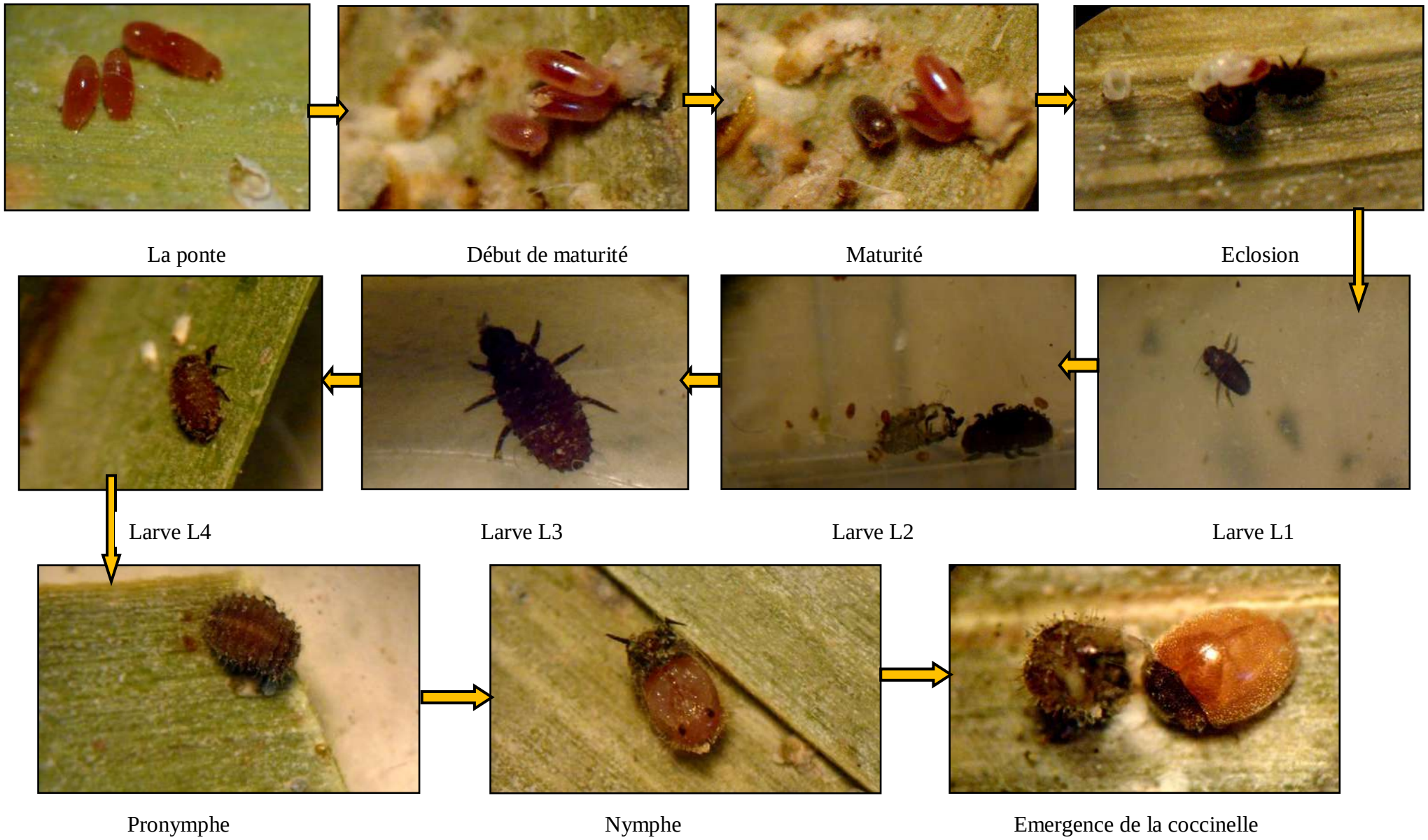


Figure 28. Cycle biologique de *Pharoscymnus numidicus*

2.2.2. Nombre de générations

Le suivi bimensuel du nombre moyen des deux espèces de coccinelles sur les deux cultivars de palmier dattier (Deglet-Nour et Ghars), nous a permis de constater que ces deux espèces présentent deux périodes d'activité. La première période à partir du mois de mars jusqu'au juin et elle est la plus importante dont on enregistre le plus grand nombre d'individus des deux espèces de coccinelles sur les pieds des deux cultivars. La deuxième période marque son pic au mois de septembre pour *P. ovoideus* sur Ghars. Alors que pour *P. numidicus*, on enregistre un pic un peu tardif sur le même cultivar et cela au mois d'octobre. Sur le cultivar Deglet-Nour, les deux espèces de coccinelles présentent un pic d'activité intense au mois d'octobre aussi (Fig. 29).

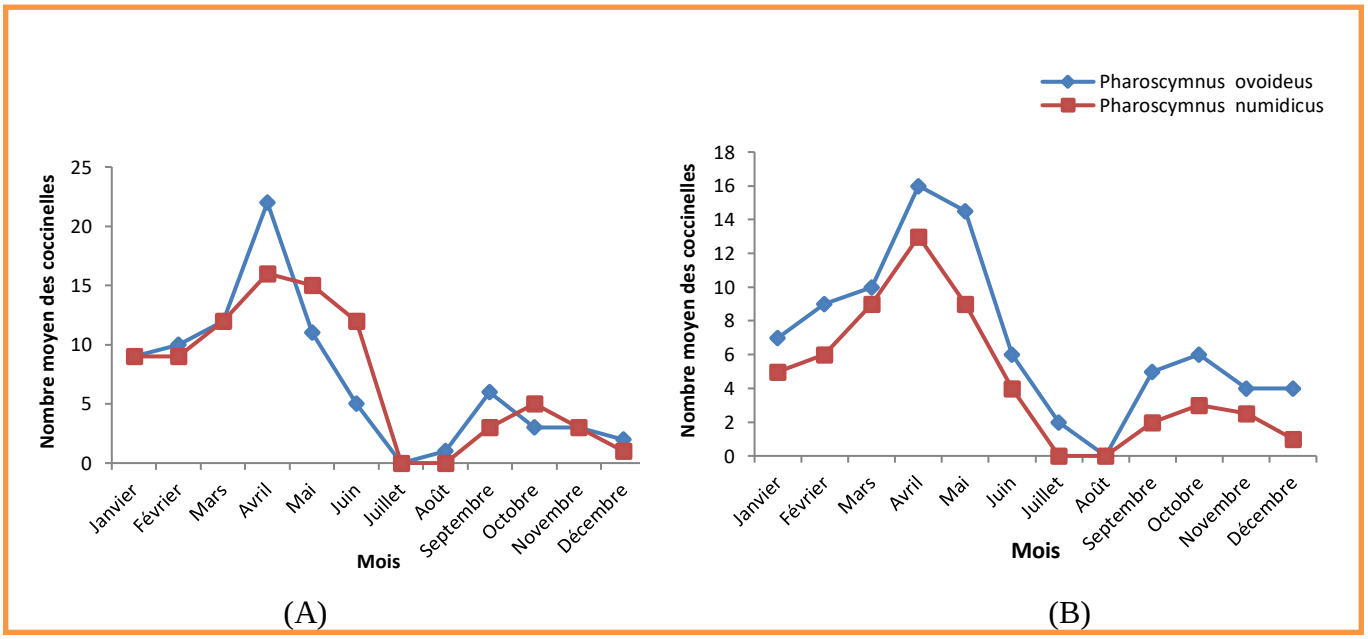


Figure 29. Evolution du nombre de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* durant la période Oct.2012 au Sept. 2013 sur les cultivars Ghars et Deglet-Nour (A et B)

L'évolution du nombre d'individus des espèces des deux coccinelles étudiées nous a permis de détecter la présence de deux générations par an. La plupart des coccinelles ne développent qu'une génération annuelle, mais chez les coccidiphages, la tendance est au plurivoltinisme (IPERTI, 1970). La période et la durée de chaque génération est variable en fonction de l'espèce de coccinelle et du cultivar abritant ces espèces (Tab. 19).

Tableau 19. Nombre et durée de générations de *P. ovoideus* et *P. numidicus*sur deux cultivars Deglet-Nour et Ghars

		Deglet-Nour		Ghars	
		Durée	**Jours**	**Durée**	**Jours**
P. ovoideus	**1ère génération**	Février-Juin	~ 150 j	Mars-Juillet	~ 153 j
	2ème génération	Septembre-Décembre	~ 122 j	Septembre-Décembre	~ 122 j
P. numidicus	**1ère génération**	Mars-Juillet	~ 153 j	Mars-Juillet	~ 153 j
	2ème génération	Septembre-Décembre	~ 122 j	Octobre- Décembre	~ 92 j

Peu de travaux ont signalé le nombre de générations de *P. ovoideus* et *P. numidicus*. MAACHE et BOUSSAID (2000) ont annoncé le même nombre de générations avec des courbes de même allure. Il s'agit de deux générations (printanière et automnale) pour les deux espèces de coccinelles. MAHMA (2003) a révélé 03 générations annuelles pour *P. ovoideus* et 02 générations pour *P. numidicus* et cela dans la même région "Ouargla".

Au Sud-est où règne un climat particulièrement chaud, la plupart des coccinelles copulent et pondent au début de printemps. Les Pharoscymnus profitent de la disponibilité de leur nourriture préférentielle pour se reproduire un peu plus tôt au mois de février (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000).

Sur le cultivar Ghars, *P. ovoideus* commence son activité plus précoce (mois de septembre) par rapport à *P. numidicus* qui se retarde 'jusqu'au mois d'octobre, cela est dû probablement à la faible infestation de ce cultivar par la cochenille blanche ce qui entraine une concurrence entre ces deux espèces de coccinelles sur la nourriture. SAHARAOUI et *al*. (2015) annonce qu'au cours de la période de reproduction, *P. ovoideus* exerce une forte pression sur *P. numidicus* en obligeant d'abandonner le terrain.

L'abondance de la nourriture sur le cultivar Deglet-Nour à cause des taux d'infestation élevés par la cochenille blanche même au moment de la génération automnale de ce ravageur élimine cette pression entre ces deux espèces de coccinelles. Il est à noter aussi que sur le même cultivar, HOCEINI (1977) rapporte que les individus adultes de *P. numidicus* entre en diapause hivernale jusqu'à la mi-mars. De même BOUSAID et MAACHE (2000) ont constaté que le plus grand nombre d'individus de cette espèce de coccinelle a été observé en mois d'avril avec 15 individus / pied et en mai avec 12 individus / pied. Ce nombre décroit légèrement pour augmenter en octobre.

3.2.2.3. Voracité des deux espèces de coccinelles *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*alimentés par la cochenille blanche

Les voracités des deux espèces de coccinelles *P. ovoideus* et *P. numidicus*alimentées par des cochenilles blanches infestant deux cultivars de palmier dattier à savoir Deglet-Nour et Ghars sont représentés dans la figure 30.

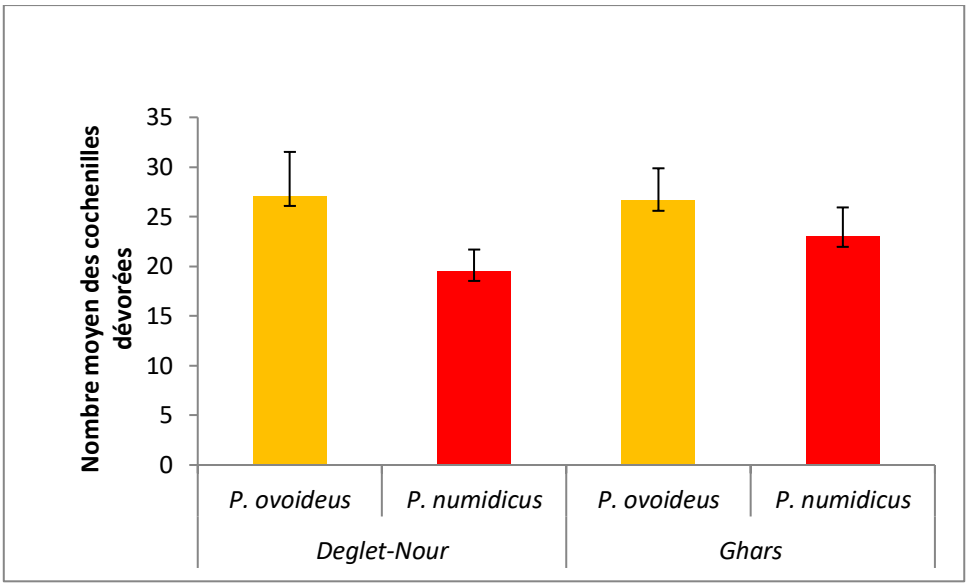


Figure 30. Voracité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* alimentées par des cochenilles blanches de deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars)

La voracité est l'un des facteurs primordiaux pour l'évaluation de l'efficacité d'un auxiliaire de lutte biologique (OLSZACK, 1988 in LUCAS, 1998). A partir de notre étude, on note que l'espèce *P. ovoideus* présente une voracité supérieure vis-à-vis la cochenille blanche par rapport au *P. numidicus* et cela quel que soit le cultivar qui porte sa proie. Le nombre de cochenilles dévorées arrive à une moyenne de 26,59 individus / 24h de cochenilles du cultivar Ghars et 27,08 individus de cochenilles de cultivar Deglet-Nour. Alors la voracité moyenne chez *P. numidicus* est respectivement 22.96 et 19.95 individus pour Ghars et Deglet-Nour (Fig. 30). Le test d'ANOVA à un facteur (espèce) pour chaque cultivar nous a permis de constater que la voracité des deux espèces de coccinelles est hautement significative (P= 0,001) sur le cultivar Deglet-Nour et significative (P = 0,034) vis-à-vis des cochenilles de cultivar Ghars. Ces résultats confirment ceux de MAHMA (2003) dont *P. ovoideus* à présenter une voracité d'une moyenne de 28,30 cochenilles dévorées par jour et par individu chez les adultes et 17.15 cochenilles dévorées par *P. numidicus.*

MAAMRI (2013), annonce que *P. ovoideus* présente des mandibules plus robuste et forte par rapport au *P. numidicus*, ce qui expliquerait cesrésultats.

L'ANOVA à deux facteurs de classification (cultivars et espèce) montre que la différence entre les cultivars est non significative (*P* = 0,292). Cependant la voracité des deux espèces de coccinelles coccidiphages étudiées est très hautement significative (*P* = 0,0000).

Comme les coccinelles aphidiphages (LUCAS et *al*., 1997), les cocciciphages sont spécialisées aussi dans les proies de très petite taille (cochenille). La coccinelle *P. ovoideus* (2,2±0,03-1,5±0,05 mm)et *P. numidicus* (1,8± 0,5-1,2± 0,2 mm) consomme la cochenille blanche *P. blanchardi* qui possède une taille inférieure à 03% de leur propre taille (femelle 0,77±0,24 - 0,51±0,08 mm).

Selon le même auteur, deux facteurs principaux semblent déterminer la voracité du prédateur, soit la spécificité alimentaire et la taille relative prédateur-proie. Etant donné que la cochenille blanche est l'alimentation préférentielle pour les deux espèces de coccinelles, le premier facteur ne contribue pas à ces résultats. Le deuxième facteur (taille) semble explicatif.

3.2.2.3.1. Influence du sexe des coccinelles sur la voracité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*

Les résultats des différents tests de voracité effectués pour les sexes des deux espèces de coccinelles ont montréque les femelles de *P. ovoideus* présentent une voracité supérieure à celles des mâles (29,12 ind. / 24h pour les femelles et 24,07 ind. / 24h pour les mâles). Alors que les mâles de *P. numidicus* consomment une moyenne de 24,78 ind. / 24h par rapport aux femelles qui dévorent 21,14 ind. durant la même période (Fig. 31).

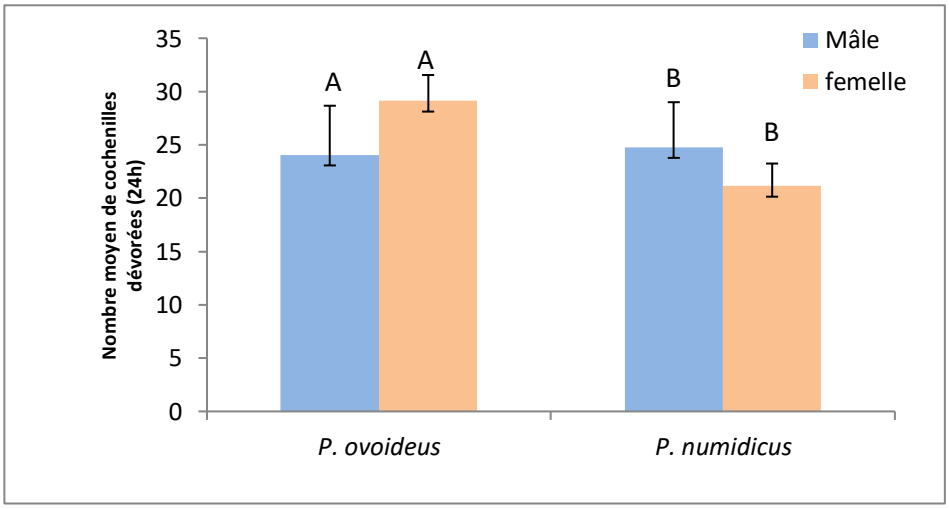


Figure 31. Voracité de *P. ovoideus* et *P. numidicus* en fonction de leurs sexes

Le test d'ANOVA à montrer que la différence entre les deux espèces est toujours très hautement significative (*P*< 0.0001). Le test PLSD de Fischer au seuil de 5% a révélé une différence non significative entre les deux sexes de chaque espèce, *P* = 0.187 entre les sexes de *P. ovoideus* et *P*= 0.275 pour les sexes de *P. numidicus*. Mais elle est très hautement significative entre les mâles des deux espèces (*P* = 0,000), significative entre les femelles des deux espèces (*P* = 0,048) et hautement significative entre le mâle et la femelle des deux espèces (*P* = 0.005 et *P* = 0.009)

D'après SAHARAOUI (1998), les coccinelles utilisent en général deux types de nourriture, une dite essentielle qui permet à l'espèce de développer une descendance viable, une autre dite alternative ou de substitution qui assure la survie des adultes sexuellement non actifs. La cochenille blanche est une nourriture essentielle pour ces deux espèces de coccinelles coccidiphages. Selon HODEK (1973), les femelles des coccinelles particulièrement en période d'oviposition se nourrissent plus que les mâles lorsque la nourriture est de base. Ce qui explique la voracité importante des femelles de *P. ovoideus* par rapport aux mâles de cette espèce. Par contre chez l'espèce *P. numidicus*le résultat est inversé mais de façon légère. KEHAT (1968) a signaléque les femelles de *Ph. numidicus* présentent une voracité supérieure aux mâles mais en période d'oviposition.

3.2.2.3.2. Voracité des larves L 4 des deux espèces de coccinelles étudiées

La voracité des larves L4 des coccinelles *P. ovoideus* et *P. numidicus* alimentés par des cochenilles blanches de deux cultivars de palmier dattier à savoir Deglet-Nour et Ghars sont représentés dans la figure 32.

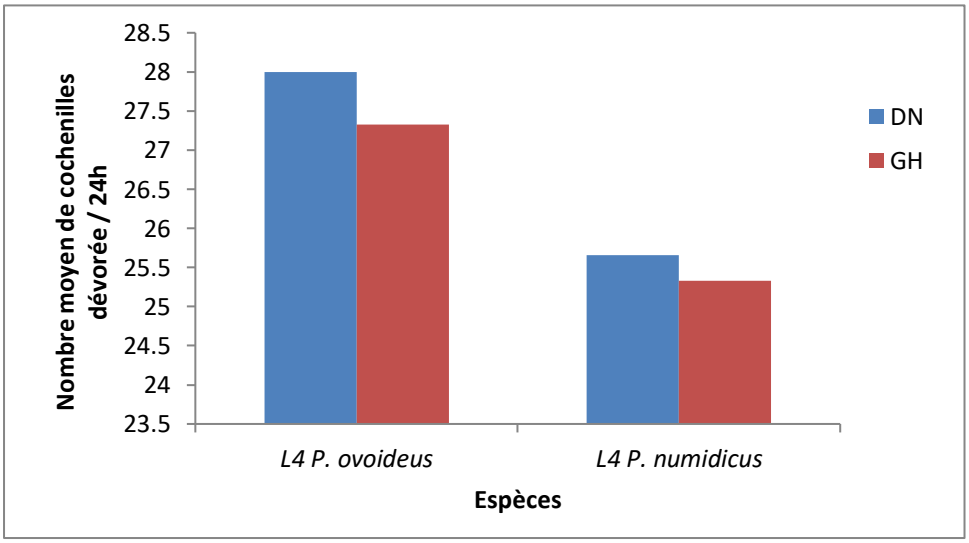


Figure 32. Voracité des larves L4 de *P. ovoideus* et *P. numidicus* alimentées par des cochenilles blanche du cultivar Deglet-Nour et Ghars.

Les larves L4 de *P. ovoideus*présentent une voracité moyenne de 28 ind. / 24h de cochenille de Deglet-Nour et 27,33 ind. / 24h de cochenille du cultivar Ghars. Ceux de *P. numidicus* ont une voracité moyenne de 25,66 ind. / 24 h de cochenille de Deglet-Nour et 25,33 ind. / 24 h de Ghars (Fig. 32).

L'ANOVA réalisé séparément pour les larves L4 de chaque espèce montre une différence non significative entre la voracité des deux espèces alimentées par les cochenilles blanche de Deglet-Nour et Ghars avec P respectivement 0,234 et 0,101.

Il est à noter que les larves L4 des deux espèces de coccinelles étudiées présentent une voracité supérieure à celle des adultes. Ce phénomène est enregistré pour plusieurs espèces de coccinelles à différentes régime alimentaires (HODEK et *al.*, 2012).

3.2.2.3.3. Préférence alimentaire des deux coccinelles coccidiphage *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*

Les résultats obtenus sur le test des préférences alimentaires de *P. ovoideus* et *P. numidicus* en présence des cochenilles blanches du cultivar Ghars et Deglet-Nour sont représentés dans la figure 33.

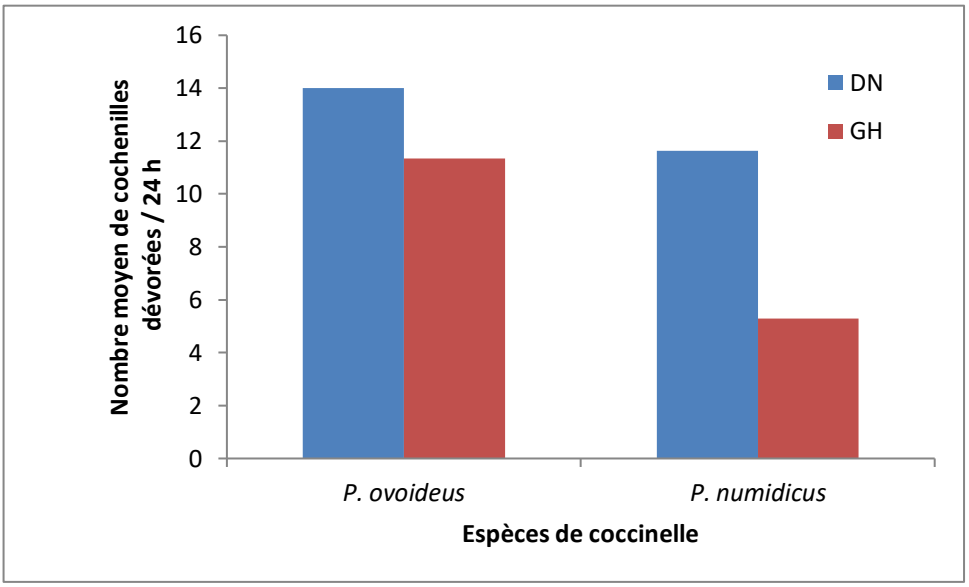


Figure 33. Voracité de *P. ovoideus* et *P. numidicus* en présence des cochenilles blanche de Deglet-Nour et Ghars avec ratio 50:50

Les deux espèces de coccinelles alimentées par des cochenilles de Deglet-Nour et Ghars (ratio 50:50) présentent une voracité différente vis-à-vis le cultivar portant sa proie. *P. ovoideus* dévore 14,1 ind. / 24h de cochenilles de Deglet-Nour et 11,35 ind. / 24h de cochenilles de Ghars. *P. numidicus* présente le même comportement avec une moyenne de

11,64 ind. / 24h de cochenilles de Deglet-Nour et 5,29 ind. / 24h de cochenilles de Ghars (Fig. 33).

L'analyse de la variance a révélé qu'il n'existe pas une différence significative entre la consommation des coccinelles de *P. ovoideus* (P = 0,389) et *P. numidicus* (P = 0,114) mise à des cochenilles de Deglet-Nour et Ghars.

L'absence d'une différence de la consommation des cochenilles blanches des deux cultivars est due probablement à la même valeur alimentaire de ces cochenilles par rapport aux coccinelles étudiées. Une étude menée par KEHAT (1968) sur les préférences alimentaires de *P. numidicus* mise à des femelles de deux espèces de cochenilles; *Parlatoria blanchardi* et *Chrysomphalus aorudum*; montre des différences de consommation dues à la différence de la taille et la valeur nutritive des femelles de ces 2 espèces de cochenilles.

Conclusion

L'étude bioécologique des deux espèces *P. ovoideus* et *P. numidicus* nous a permis de constater que la durée du cycle biologique des coccinelles étudiées est inversement proportionnelle avec la température. *P. ovoideus*présente un cycle biologique sensiblement court par rapport à *P. numidicus*.

Ces deux espèces présentent deux générations annuelles. La génération printanière est la plus importante.

L'étude de l'effet de quelques facteurs biotiques sur la voracité des deux espèces de coccinelles nous a permis de constater que *P. ovoideus*présente une voracité supérieure à *P. numidicus* quel que soit le cultivar du palmier dattier portant la cochenille blanche.

L'étude des préférences alimentaires des deux coccinelles coccidiphages par rapport aux cochenilles blanches de Deglet-Nour et Ghars a montré qu'il n'existe aucune préférence significative vu que la cochenille blanche est la nourriture essentielle des deux espèces de coccinelles.

En conclusion, *P. ovoideus* présente une voracité supérieure et une meilleure adaptation aux conditions d'élevage. Elle constitue un bon agent de lutte biologique par rapport au *P. numidicus*.

Chapitre 4

Efficacité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* dans la lutte biologique

Chapitre IV. Efficacité de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*dans la lutte biologique contre la cochenille blanche*Parlatoria blanchardi*

Introduction

La mise au point d'une lutte biologiquerepose sur plusieurs étapesdans les premières ont été réalisées dans les trois chapitres précédentes. La lutte biologique sur terrain nécessite d'autres étapes propres à la multiplication et les lâchers des prédateurs. Selon BRUN (1990), il faut procéder à:

- La multiplication de l'auxiliaire de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi*
- Des lâchers de petite envergure au niveau des palmeraies
- Le contrôle de la présence et surtout de l'efficacité des prédateurs.

4.1. Détermination des périodes des lâchers

4.1.1. Matériel et méthodes utilisés pour le suivi de l'évolution temporelle des *Pharoscymnus* et de *Parlatoria blanchardi*

Afin de définir la bonnepériode des lâchers, nous avons jugé utile de tracer les variations temporelles des individus de chaque espèce de coccinelles existant naturellement au niveau de chaque cultivar et dans chaque site d'étude ainsi que le nombre moyen des individus de la cochenille blanche existant dans les mêmes pieds échantillonnés. Les captures des coccinelles ont été effectuées par la méthode de battage et à la main sur 10 pieds de chaque cultivar. Le nombre moyen des cochenilles sur chaque pied est estimé par la méthode d'EUVERTE 1962.

4.1.2. Matériel et méthodes utilisés pour l'élevage et la multiplication des coccinelles

L'élevage et la multiplication des coccinelles sont effectués au niveau du laboratoire et au terrain.

- Au laboratoire

Les mêmes étapes d'élevage des deux coccinelles ont été maintenues. Dans des boites parallélépipédiques en matière plastique transparentes munies d'une ouverture d'aération recouverte d'une toile moustiquaire,10 couples ont été mis (Pho.20).

A:Boite d'élevage **B**: Dispositif d'élevage

Photo 20. Multiplication de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* au laboratoire

Photo 21. Elevage de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* au niveau du terrain

Ces boites sont munies d'un morceau d'éponge, un cristallisoir d'eau et des folioles très infestées par la cochenille blanche.

Le suivi de l'élevage est quotidien par la vérification des pontes probables sur les folioles avant leurs changements après chaque 24 heures.

Dans les conditions de terrain, nous avons mis en place deux cages d'élevage de 2 m x 2 m x 2 m, recouvertes d'une toile moustiquaire très fine dont 100 individus de coccinelles sont introduits. Le pied du palmier recouvert est jeune et présente des fortes infestations par la cochenille blanche. Un thermomètre et un hygromètre sont placés dans l'abri pour le contrôle des conditions microclimatiques (Pho.21).

La collecte des individus destinés à l'élevage est effectuée au niveau de plusieurs palmeraies de la région d'Ouargla.

4.1.3. Résultat et discussions

4.1.3.1. Evolutions temporelles des populations de cochenille blanche et des deux coccinelles coccidiphages

Le suivi annuel des populations des deux coccinelles coccidiphages *P. ovoideus* et *P. numidicus* sur une période d'une année (Sept. 2012 à Oct. 2013), nous a permis d'établir les évolutions temporelles de chaque espèce de coccinelles et de leur proie: la cochenille blanche *P. blanchardi* sur deux cultivars de palmier dattier (Deglet-Nour et Ghars) (Fig. 34 et 35).

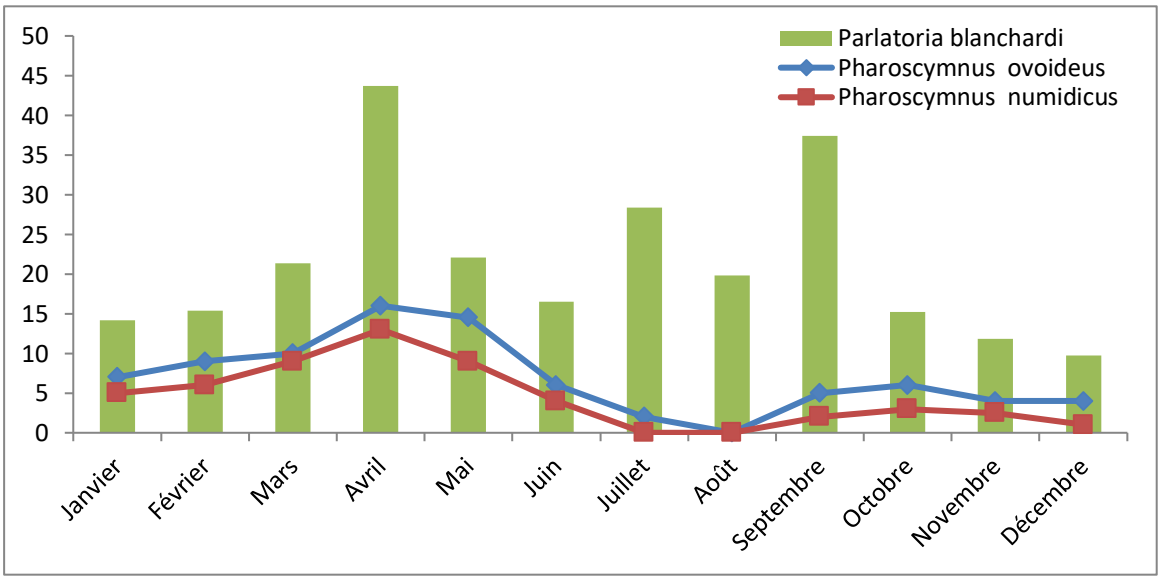


Figure 34. Evolutions temporelles des populations de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* et leurs proie (cochenille blanche) sur le cultivar Deglet-Nour

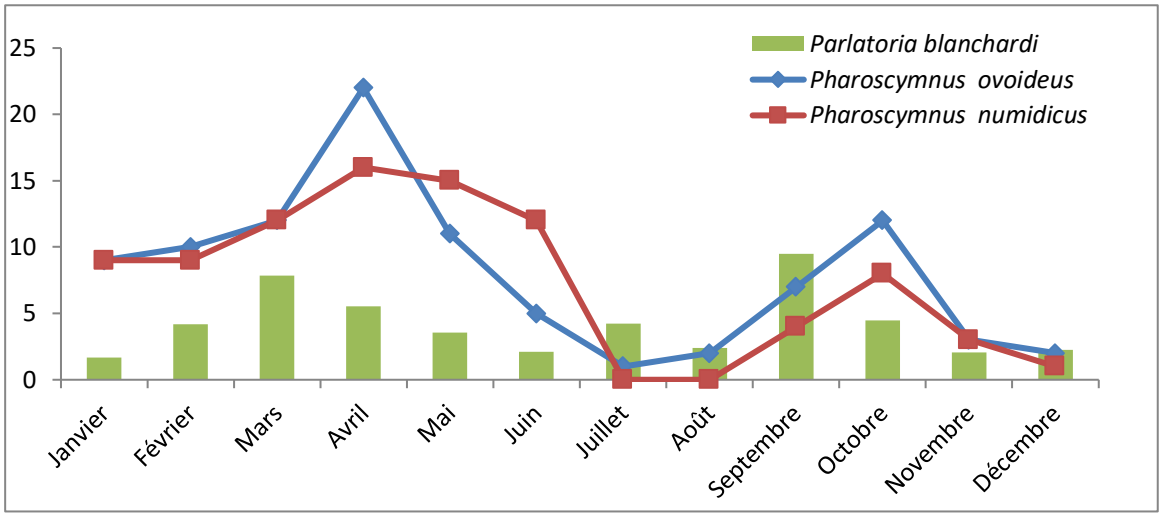


Figure 35. Evolutions temporelles des populations de *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* et leurs proie *Parlatoria blanchardi* sur le cultivar Ghars

Les populations des deux espèces de coccinelles présentent des variations toute au long de l'année (Fig. 34 et 35).

Sur le cultivar Deglet-Nour (Fig. 34), L'abondance de la nourriture (cochenille blanche) fait augmenter le nombre de coccinelles. Selon SAHARAOUI (1998), pour ces deux espèces de coccinelles, la cochenille blanche constitue une nourriture préférentielle ou essentielle.

Les densités des cochenilles blanche sont toujours supérieurs au nombre des deux espèces de coccinelles étudiées durant toute l'année. L'effectif des coccinelles augmente avec l'apparition des bonnes conditions climatiques (printemps et automne) et son nombre s'affaiblit durant les périodes critiques; en été (fortes températures) et en hiver (basses températures) malgré la présence de la nourriture. Ces variations entre les prédateurs et leur proie été énoncées aussi par SAHARAOUI et *al*. (2010) dans la région de Biskra.

Par contre sur le cultivar Ghars, il apparait selon la figure 35 que le taux d'infestation par la cochenille blanche est faible. Les effectifs des prédateurs sont beaucoup plus importants que ceux du ravageur surtout au printemps et en automne.

Ceci peut être expliqué par plusieurs hypothèses:

- Les coccinelles cherchent le bon habitat offert par les folioles du cultivar Ghars. En effet la largeur importante des folioles constitue une protection efficace du prédateur vis-à-vis de ses ennemis naturels ou des conditions climatiques défavorables.

- Le facteur de la composition biochimique de chaque cultivar pourrait influencer le nombre de prédateurs.

- La nature même du cultivar pourrait avoir des effets sur l'attractivité ou la répulsion des prédateurs. Selon DURIEUX et *al.* (2010), les coccinelles présentent la capacité à interagir avec les molécules présentes dans leurs environnement et ce, aussi bien pour localiser leurs proies, s'accoupler, se protéger de la prédation, trouver un abri pour passer l'hiver ou assurer la meilleure survie pour leurs descendances.

A partir de ces résultats (Fig. 34 et 35), il ressort clairement que la meilleure période correspondant aux lâchers des *Pharoscymnus* est la période printanière (mois d'avril).

4.1.3.2. Résultats sur la multiplication des coccinelles

4.1.3.2.1. Au niveau du laboratoire

Notre tentative d'élevage en masse des deux espèces de coccinelles dans les conditions de laboratoire est soldée par un échec. Le nombre d'individu obtenus en fin d'élevage est très faible. Cet échec pourrait être dû à plusieurs causes:

- Difficulté dans la maitrise des conditions d'élevage (Température, humidité et alimentation) pour des longues durées.
- La faible fécondité des prédateurs *P. ovoideus* et *P. numidicus*.

4.1.3.2.2. Au terrain

L'élevage dans les conditions naturelles (palmeraie) nous a permis d'avoir un nombre assez important de coccinelles qui reste toujours insuffisant pour mener des essais de lutte biologique à cause de:

- La faible fécondité des deux espèces de coccinelles.
- Les changements climatiques brutaux surgissant ces dernières annéesau cours de la journée, et de la saison perturbant ainsi la vie des auxiliaires.
- L'action des ennemis naturels existants sur le palmier dattier, telles que les araignées signalés au deuxième chapitre.

Il faut procéder à placer plusieurs cages d'élevage (plus de 10) pour avoir un nombre suffisant d'individus afin d'entreprendre des lâchers.

Pour y remédier à cet échec survenu dans la multiplication des coccinelles dans les conditions de laboratoire et le faible effectif obtenu à partir de l'élevage au niveau de la palmeraie, nous avons pensé à récolter les *Pharoscymnus* à travers d'autres palmeraies pour pouvoir disposer d'une quantité suffisante à la réalisation des lâchers (traitement et répétitions). La récolte des coccinelles s'est effectuée à partir de 7palmeraies de la région d'Ouargla.

4.2. Essai de lâchers des *Pharoscymnus*

4.2.1. Matériel et méthodes

4.2.1.1. Matériel

Le matériel utilisé dans nos essais de lâcher est un matériel biologique. Les espèces de coccinelles à lâcher sont *P. ovoideus* et *P. numidicus*, espèces connues pour leurs performances prédatrices de la cochenille blanche (SAHARAOUI et GOURREAU, 1998). Ces lâchers sont effectués sur des pieds du cultivar Deglet-Nour (voir Fig. 34 et 35) au niveau du site d'étude 1 de la palmeraie de Mekhadma pour des raisons d'accessibilité.

4.2.1.2. Méthodologie de travail

Les lâchers des coccinelles ont été effectués sur des pieds présentant la même note d'infestation. Les témoins présentent également la même note. Nous avons retenu la note 3 (population moyenne) à partir du barème de LAUDEHO et BENASSY (1969).

Tableau 20. Notation et estimation du degré d'infestation du palmier dattier par la cochenille blanche

Note	Nombre de cochenilles /cm^2	Appréciation
0	0	Aucune cochenille
0,5	15	Quelques cochenilles
1	60	Début d'infestation
2	120	Population faible
3	190	Population moyenne
4	260	Début d'encroutement
5	320	Encroutement total

Pour la réalisation des lâchers, nous avons procédés au la méthodologie et au dispositif expérimentale suivant:

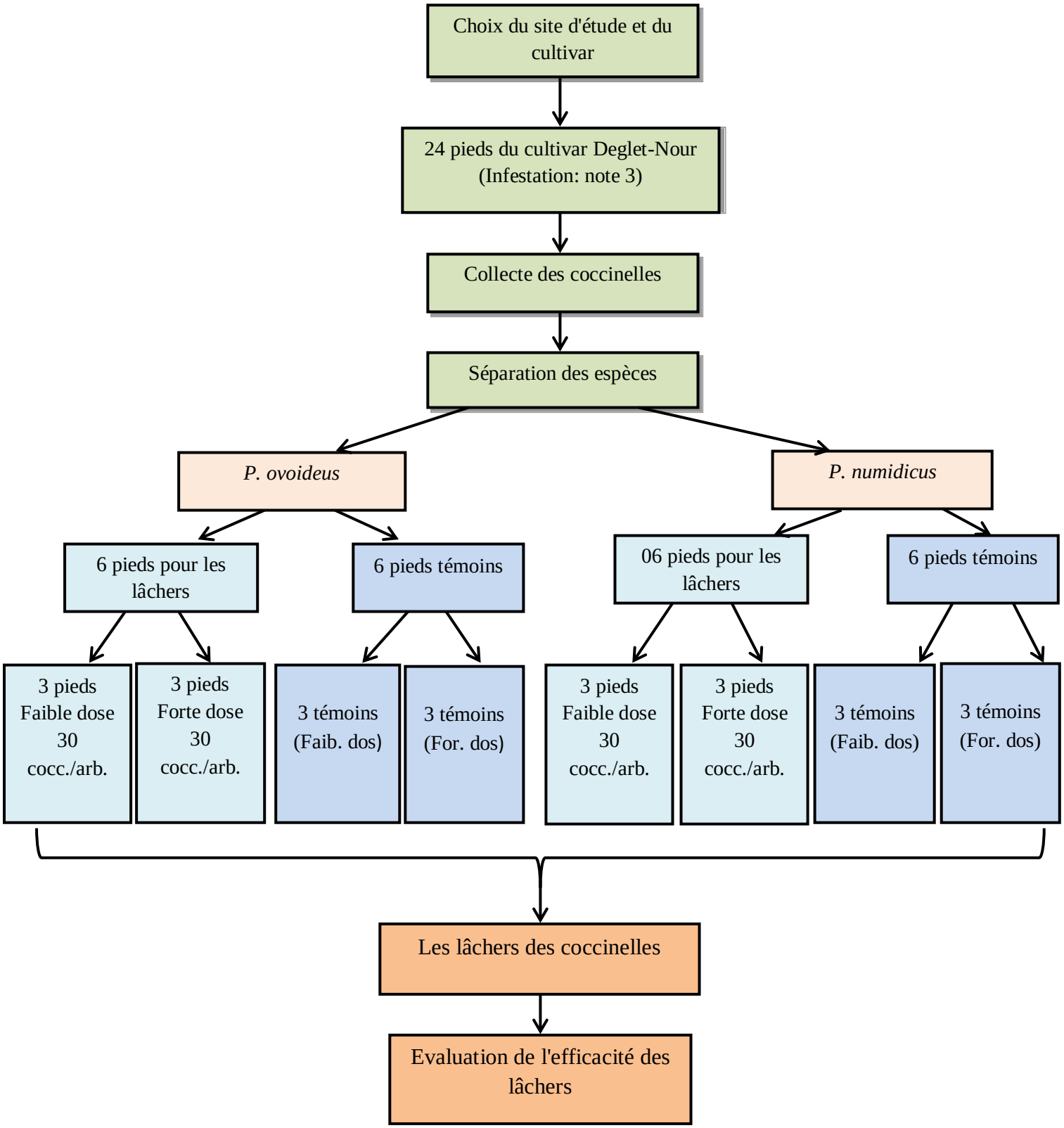


Figure 36. Dispositif expérimental des lâchers des *Pharoscymnus*

A partir de l'étude de l'évolution temporelle de la cochenille blanche et des deux coccinelles, les lâchers ont été effectués le mois d'avril et tôt le matin.

Des comptages au laboratoire des cochenilles blanches sont effectués avant les lâchers. Une semaine après les lâchers, nous avons procédé au prélèvement des folioles sur chaque couronne de chaque arbre traité avec le témoin (soit 24 folioles prélevées par arbre). Ces folioles ont été ramenées au laboratoire pour effectuer les comptages de cochenilles

Trois centimètres carrés de chaque foliole, correspondant à une faible, une moyenne et une forte concentration de cochenilles, ont été retenus pour le comptage de tous les individus (larves mobiles ou fixes des stades 1 et 2, adultes mâles et femelles). Nous avons alors obtenu trois valeurs par foliole dont nous avons fait la moyenne. La moyenne du nombre d'individus vivants a ensuite été effectuée pour chaque pied. L'efficacité du traitement est calculée ensuite par la formule suivante (IDDER, 2011):

$$Efficacité = \frac{Nombre\ d'ind.avant\ trait. - Nombre\ d'ind.aprés\ trait.}{Nombre\ d'individus\ avant\ traitement}$$

4.2.1.3. Analyse statistique

Une ANOVA à deux facteurs (espèce de coccinelles et dose de traitement) sont réalisés pour vérifier l'efficacité des traitements. La signification de ces lâchers en fonction de la dose de traitement est traitée par une ANAOVA à un facteur (dose de traitement). Les analyses statistiques ont été réalisées par le logiciel XLSTAT 2009.1.02.

4.2.2. Résultat et Discussions

4.2.2.1. Efficacité des lâchers de *P. ovoideus* et *P. numidicus*

Les lâchers effectués par les deux espèces de coccinelles *P. ovoideus* et *P.numidicus* avec deux dose de traitements (30 et 120 individus / arbre) sur le cultivar Deglet-Nour ont donnés les résultats suivants:

Tableau 21. Efficacité de la prédation de la cochenille blanche par *P. ovoideus* et *P. numidicus* sur le cultivar Deglet-Nour

Espèces de coccinelles	Dose de traitement	Pieds	Nbr. d'arb. étud.	Nombre moyen de cochenilles/cm2		Efficacité
				Avant lâcher	Après lâcher	
P. ovoideus	Faible dose (30 ind. / arb.)	Témoin	3	212,49±0,18	228,38±0,43	- 0,074±0,17
		Lâcher de coccinelles	3	214,76±0,15	189,01±0,16	0,119± 0,20 [C]
	Forte dose (120 ind./ arb.)	Témoin	3	212,89±0,95	223,49±1,01	- 0,049±0,10
		Lâcher de coccinelles	3	210,16±0,65	141,99±0,84	0,324±0,23 [A]
P. numidicus	Faible dose (30 ind. / arb.)	Témoin	3	200,53±1,83	208,99±0,43	- 0,042±0,34
		Lâcher de coccinelles	3	210,81±0,62	192,36±0,68	0,087±0,25 [C]
	Forte dose (120 ind. /arb.)	Témoin	3	206,05±0,63	217,32±0,57	- 0,054±0,11
		Lâcher de coccinelles	3	203,77±1,18	162,10±0,43	0,204±0,21 [B]

([A], [B], [C]: groupes homogènes au seuil de 5% du test PLSD de Fischer)

L'estimation de l'efficacité des lâchers des deux espèces de coccinelles pour les deux doses a montré que *P. ovoideus* et *P. numidicus* sont d'autant plus efficaces qu'elles exercent sa prédation plus fortement au moment où les doses sont élevées (120 individus / arbre). L'efficacité est respectivement 0,324±0,23 et 0,204±0,21. Pour les pieds traités avec des faibles doses, l'efficacité était moins importante.

Tableau 22. ANOVA à deux facteurs (espèces et dose de traitements) et son influence sur la prédation des coccinelles

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Espèce	1	0.015	0.015	34.241	0.000
Dose de traitement	1	0.069	0.069	153.352	< 0.0001
Espèce*dose de traitement	1	0.004	0.004	8.167	0.021

La prédation des deux espèces de coccinelles en fonction des doses est très hautement significative (P < 0,0001).Le test de PLSD de Fisher au seuil de 5% indique toutefois qu'il n y' a pas de différence entre les deux espèces à faible dose.

De même, l'interaction entre les espèces et les traitements est significative avec *P* = 0,021.

La présence des témoins présentant un nombre moyen de cochenille blanche avant le traitement sensiblement identique avec les pieds destinés pour les traitements confirme la valeur des lâchers. Après une semaine ces témoins ont présenté une augmentation de l'infestation d'où les valeurs négatives de l'efficacité pour tous les témoins (- 0,074±0,17, - 0,049±0,10, - 0,042±0,34 et - 0,054±0,11).

La coccinelle *P. ovoideus* présente toujours une prédation supérieure par rapport à *P. numidicus* quel que soit la dose de traitement, ce qui confirme les résultats des tests de voracité au laboratoire.

4.2.2.2. Signification des lâchers des *Pharoscymnus*

La signification des lâchers en fonction des doses de traitements est traitée par des analyses de la variance à un facteur (traitement) pour chaque espèce et dose (tableau 23).

Tableau 23. Signification des lâchers des *Pharoscymnus* en fonction des doses de traitement.

Espèce	Dose de traitement	F	Valeur de (*P*)
P. ovoideus	Faible dose	2,933	0,162
	Forte dose	67,815	0,001
P. numidicus	Faible dose	4,083	0,113
	Forte dose	117,918	0,000

A partir des résultats obtenus, on constate que les lâchers à faible dose (30 ind. / arb.) non pas données des résultats significatif avec *P. ovoideus* (*P* = 0,162) et *P. numidicus* (*P* = 0,113). La forte dose (120 ind. / arb.) à fait abaissée l'infestation significativement. L'ANOVA à révéler une différence hautement significative (*P* = 0,001) pour *P. ovoideus* et très hautement significative (*P* = 0,000) pour *P. numidicus*. Les taux de prédations pour cette dose sont respectivement 32,40 % et 20,40 %.

IDDER (2011) a enregistré des pourcentages moyens de mortalité par des lâchers essentiellement de *P. ovoideus* arrivant à 18,11.

Conclusion

L'étude des évolutions temporelles des coccinelles prédatrices et de leurs proies indique une différence très remarquable entre le cultivar Deglet-Nour et Ghars. Le faible effectif des cochenilles blanches par rapport aux coccinelles sur Ghars rend les lâchers inutiles sur ce cultivar.

Deux périodes de lâchers ont été décrites à partir de ces évolutions, une automnale et une autre printanière qui semble la plus opportune.

Les lâchers effectués sur le cultivar Deglet-Nour montre que l'efficacité des deux espèces de coccinelles augmente avec la dose utilisée. *P. ovoideus* présente toujours une efficacité importante par rapport à *P. numidicus*. Cependant la faible dose utilisée n'a pas donné des résultats encourageants.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'amélioration de la production dattiere en quantité et en qualité demande une action intégrée pour minimiser les conséquences des différentes contraintes, entre autres, les conditions écologiques, les maladies et les ravageurs. La cochenille blanche, *Parlatoria blanchardi*compte parmi les déprédateurs les plus redoutables du palmier dattier qui ne cesse de prendre de l'ampleur dans les oasis et qui cause des dégâts importants.

La composition faunistique et floristique des deux sites d'étude; la palmeraie de Mekhadma (S1) et l'exploitation de l'université d'Ouargla (S2); est une indicatrice de la biocénose. L'inventaire de la flore et la faune est une étape très importante avant toute intervention physique, chimique ou biologique.

Nous avons recensé au total 36 espèces végétales appartenant à 22 familles dont les Poaceae sont majoritaires avec 22,22 % suivie par les Asteraceae avec 11,11 %. Le site d'étude 1 est nettement plus riche avec 33 espèces floristiques réparties en 20 familles, alors le site d'étude 2 ne compte que 12 espèces représentant 8 familles. Neuf (9) espèces seulement sont en communes entre les deux sites. L'inventaire qualitatif de la flore nous indique que le site d'étude (2) est moins entretenu avec une absence d'une pratique culturale très importante: le désherbage.

L'inventaire faunistique nous a permis de recenser 35 espèces d'invertébrésau niveau du site 1 et 15 au site 2. Ces espèces sont groupées en 04 classes, 15 ordres et 28 familles. La classe des insectes est la plus dominante avec 26 espèces dont 24 espèces en S1 et 11 espèces en S2. Les crustacés sont totalement absents dans ce site. Ces invertébrés appartenant à 9 catégories trophiques en S1 et 7 en S2. Les phytophages et les zoophages sont les prédominant au niveau des deux sites d'étude, avec une présence remarquable des saprophages, des coprophages et des détritivores en S1 induits à la présence des chaînes de détritus.

Pour les vertébrés, 5 classes, 6 ordres et 11 familles ont été signalés avec une prédominance des oiseaux (6 espèces). Les autres classes ne sont représentées que par 2 espèces et les poissons avec une seule espèce. Le site 1 regroupe 12 espèces de vertébrés contre 6 espèces seulement au niveau du site 2. Les omnivores sont les plus abondant au niveau des deux sites d'étude avec 03 espèces pour chacun, suivi par les zoophages dont deux espèces sont notées pour chaque site.

L'ACM effectuée nous a permis de constater la présence des interactions surtout d'ordre trophiques des différentes espèces faunistiques inventoriées et la richesse floristique et l'état d'entretien du biotope.Le site d'étude S1 est en équilibre naturel par rapport à S2 limité en flore et par conséquent offre des interactions faibles entres les individus qu'il abrite.

La dynamique des populations de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* sur deux cultivars de palmier dattier et au niveau des deux sites d'étude montrent que les larves mobiles enregistrent deux maxima apparentes, au mois de mars et septembre sur Deglet-Nour et mars et octobre sur Ghars. Le troisième pic est peu apparent (juillet).

Les larves fixes (L1+L2) présentent deux pics durant l'année. Le premier du mars au mai, c'est la période la plus longue, et un autre de septembre à octobre qui est plus court.

Les femelles et les mâles présentent le même développement avec trois pics, le plus important est enregistré entre mars et avril, un autre plus faible au mois de juillet et le troisième entre septembre-octobre.

Les effectifs morts des cochenilles blanches présentent trois maxima pour les deux cultivars et au niveau des deux sites d'étude. Ces pics coïncident avec l'apparition des conditions climatiques défavorables (forte ou basse température), les mortalités naturelles des femelles après les pontes et l'activité des espèces prédatrices de ce ravageur.

Les effectifs vivants nous indiquent surtout le nombre, la période et la durée des générations. A partir de notre étude, nous avons constaté la présence de 3 générations. Une printanière la plus importante, la deuxième est estivale, elle est la plus courte et une troisième estivo-automnale qui est considéré comme la plus longue génération. La température, l'humidité, la nature du biotope et le cultivar du palmier dattier semblent les facteurs les plus importants contribuant à ces générations.

L'estimation du taux d'infestation de ce ravageur sur les deux cultivars étudiés et au niveau de deux sites d'étude nous a permis de constater que le site d'étude 1 présente un taux d'infestation globale supérieur au site 2 quel que soit le cultivar étudié dont Ghars contribue fortement à cette différence.

Lorsque que la température qui constitue un facteur limitant dans le développement de la cochenille blanche est la même dans les deux sites d'étude, on constate l'effet d'un autre facteur climatique "l'humidité". La présence des drains fonctionnels au niveau du S1 et la localisation des pieds Ghars échantillonnés à côté des bassins d'irrigation à fait augmenté le taux d'humidité en favorisant une forte installation de la cochenille blanche dans ce site par rapport au S2.

L'étude de l'effet de la composition biochimique des folioles des deux cultivars étudiés sur le taux d'infestation par la cochenille blanche nous a permis d'enregistrer une liaison étroite entre les teneurs de quelques éléments chimiques avec l'infestation. Ces éléments contribuent à la production des métabolites (chlorophylle, cire …)essentiels à la résistance du végétal contre les agressions des ravageurs surtout les homoptères.

Le cultivar Ghars est plus riche en N, Na et K et présente un rapport cationique K/Ca+Mg plus important par rapport au cultivar Deglet-Nour qui se caractérise par une richesse en Mg. Les pieds de la palmeraie de Mekhadma (1) sont caractérisés par une richesse en N et un rapport cationique plus important.

Le cercle de corrélation de l'ACP nous a permis de constater une forte corrélation négative entre le taux d'infestation par la cochenille blanche et le rapport cationique, et une forte corrélation positive entre ce taux et les teneurs du Ca et Mg. A partir de la répartition spatiale des différentes variables étudiées, 3 groupes sont apparus dont le premier regroupe les pieds de Deglet-Nour des deux sites d'étude, le deuxième renferme Ghars du site 1, et le troisième est constitué par les pieds Ghars du site 2caractérisé par un rapport cationique élevé.

L'étude histologique des folioles des deux cultivars confirme nos résultats. Les folioles du Ghars présentent une couleur verte foncé répulsive pour les cochenilles, et un épiderme à cellules serrées et rigides gênant l'installation de cette diaspine contrairement à Deglet-Nour.

L'inventaire de la faune associée à la cochenille blanche sur les deux cultivars étudiés nous a permis de recenser 16 espèces appartenant à 02 classes, 06 ordres et 11 familles avec une prédominance de la classe des insectes et l'ordre des coléoptères (35,71 %). La richesse moyenne (Sm) est sensiblement plus importante chezGhars (4,61±1,89) par rapport à Deglet-Nour (4,18±1,63).

L'analyse écologique des espèces inventoriées a montré que les fréquences centésimales les plus élevées sont enregistrées par *Cybocephalus seminillum*, *Camponotus sp.*, *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* avec des pourcentages respectivement de 14,97; 13,53; 12,70 et 11,57. Les fréquences d'occurrence de ces espèces luis offrent la catégorie régulière. Pour les deux espèces de coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus*, les fréquences d'occurrence sont respectivement 56,94 % et 50,69% sur Deglet-Nour et 55,55 % et 52,08 % sur Ghars. Les deux espèces sont régulières et retenu en vue de leur utilisation dans un cadre de lutte biologique.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équitabilité montrent que la diversité des pieds des cultivars Deglet-Nour et Ghars par la faune associée à la cochenille blanche est assez importante et elle est en état d'équilibre.

L'étude de la morphologie et les génitalia des deux coccinelles coccidiphages *P. ovoideus* et *P. numidicus* confirme que se sont deux espèces différentes présentant chacune ses caractéristiques bioécologiques. La description morphologique des différents stades de développement montre que *P. ovoideus* présente une taille plus grande par rapport au *P. numidicus* avec quelques variations morphologiques de forme, de couleur de la coccinelle et de ces élytres.

Le suivi du cycle biologique de ces coccinelles sous trois degrés de température (24 °C, 26 °C et 28 °C) nous a permis de constater que la durée du cycle est inversement proportionnelle à la température. Sous une température de 24 °C, les deux espèces de coccinelles non pas arrivé à accomplir leurs cycles. A 26 °C, seule *P. ovoideus* a achevé son développement en 42,5±1,96 jours. Alor à 28 °C, les deux espèces ont accompli leurs cycles en 34,5±1,76jours pour *P. ovoideus*et 37,45±0,98 jours pour *P. numidicus*. Les taux de mortalités diminuent avec l'augmentation de la température. Ils sont de 100 % à 24 °C.

Les deux espèces étudiées présentent une fécondité faible avec 09 à 13 œufs / mois pour *P. ovoideus* et 07 à 12 œufs / mois pour *P. numidicus* et une longévité moyenne respective de 33,33±2,05 jours et 36,33±1,24 jours.

Comme toutes les coccinelles du monde, *P. ovoideus* et *P. numidicus* sont des espèces holométaboles avec un cycle qui commence par le stade œufs suivi par 4 stades larvaires, la larve L4 se transforme en pronymphe, puis on nymphe pour donner à la fin un adulte.

Le nombre de générations enregistré est de 2, une génération printanière la plus importante et une génération automnale.

La capacité prédatrice (voracité) des deux espèces de coccinelles est très différente. *P. ovoideus*présente une voracité supérieure à *P. numidicus* quel que soit le cultivar portant les cochenilles blanches. La taille relative prédateur-proie et l'appareil buccal robuste de *P. ovoideus*semblent en relation avec cette voracité.

Le sexe de la coccinelle est un facteur qui contribue à la voracité, les femelles sont plus voraces que les mâles vus les fonctionnalités reproductrices qu'elles assurent.

L'étude des préférences alimentaires des deux coccinelles coccidiphages par rapport aux cochenilles blanches infestant des folioles de Ghars et Deglet-Nour a montré qu'il n'existe pas une préférence alimentaire vis-à-vis le cultivar portant les cochenilles.

Les évolutions des espèces prédateurs et de leurs proies nous ont permis de constater que les lâchers sont efficaces sur le cultivar Deglet-Nour qui présente des fortes infestations par la cochenille blanche et des faibles effectifs des coccinelles coccidiphages. Par contre le cultivar Ghars présente le cas contraire.

La meilleure période des lâchers est le printemps du fait des bonnes conditions climatiques et alimentaires pour l'installation et la multiplication des coccinelles.

Les lâchers des coccinelles ont été effectués à partir de deux doses, faible (30 individus / arbre) et forte (120 individus / arbre). Les résultats obtenus montrent que ces lâchers ont présenté une efficacité de 0,119±0,20 et 0,324±0,23 pour *P. ovoideus*. Alors *P. numidicus* présente des valeurs d'efficacité de 0,087±0,25et 0,204±0,21 respectivement pour les faibles et les fortes doses.

Nous avons enregistré aussi que l'espèce *P. ovoideus* présente toujours des taux de prédation plus élevés que *P. numidicus* quel que soit la dose utilisée soit 32,40 % par rapport à 20,40 %. La faible dose n'a pas donné des résultats significatifs.

La tentative de la lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* par l'utilisation de deux coccinelles coccidiphages *Pharoscymnus ovoideus* et *Pharoscymnus numidicus* dans la palmeraie de Mekhadma nous a donné des résultats encourageants.

En perspective, on suggère ce qui suit:

- La pratique des méthodes culturales tels que l'élagage et le désherbage reste indispensable pour diminuer les effectifs de *P. blanchardi*.
- Entreprendre des études plus poussées sur les élevages des coccinelles notamment en ce qui concerne les facteurs de température, d'humidité, photopériodisme, d'alimentation…etc.
- Tester d'autres prédateurs ou parasitoïdes pouvant contribuer à l'amélioration des résultats.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. ABABSA L. SEKOUR M. SOUTTOU K. GUEZOUL O. et DOUMANDJI S., 2013- quelques aspects sur l'avifaune dans deux palmeraies du Sahara septentrional (Algérie)**.** *Algerian journal of arid environment*3 (1): 59-67.

2. ABDUL AHAD I. et JASSIM H.K., 1983- The life cycle of *Parlatoria blanchardi* (Targ.) (Diaspididae, Homoptera). *Arab J. Plant Protect* 1: 22-24.

3. ABDEL KAREIM A.I., 1998- Swarming activity of adult males of *Parlatoria blanchardi* date scale in response to sex pheromone extracts and sticky color traps. *Phytopathology and Plant protection,* 31 (3): 301-307

4. ACHOURA A., 2013-*Contribution à la connaissance des effets des paramètres écologiques oasiens sur les fluctuations des effectifs chez les populations de la cochenille blanche du palmier dattier Parlatoria blanchardi Targ. 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Biskra*. Thèse de Doctorat. Université de Biskra, Algérie, 125 p.

5. ACHOURA A. et BELHAMRA M., 2016- *Possibilité de substitution des moyens chimiques par une lutte biologique contre la cochenille blanche du palmier dattier Parlatoria blanchardi targ., 1868 (Homoptera, Diaspididae) dans les palmeraies de Biskra en Algérie*. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, IABC (23), 1366-1373.

6. ASHRAF A., SAJJAD A. et HUSSAIN A., 2014- Effect of temperature on immature stages of small black ladybird beetle Stethorus punctum Leconte (Coleoptera: Coccinillidae) and percent mortality. *Entomologia Generalis*, Vol. 35 n° 2: 129 - 136

7. AKSIT T., CAKMAK I. et OZER G., 2007-Effect of temperature and photoperiod on development and fecundity of an acarophagous ladybird beetle, *Stethorus gilvifrons*. *Revue Phytoparasitica*, 35(4):357-366

8. AL DOUSSARI N.H., AL NADJEM I.A., AL MANSOUR N.A. et HAZEM M., 2008- Evaluation de la capacité de quelques huiles végétales dans la lutte contre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ.(Homoptera, Diaspididae) du palmier dattier. *Revue El Basra pour les recherches sur le palmier dattier*, Vol. 7, n° 1: 48-61

9. ALIOUA Y., BISSATI S. et KHERBOUCHE O., 2012- Place des araignées dans l'écosystème palmeraie de la cuvette de Ouargla (nord-est algérien). *Revue des BioRessources,*Vol 2, n° 1: 21-32

10. ALLAM A., 2013- *Infestation du palmier dattier par Parlatoria blanchardi*. Ed. Universitaires européennes, Allemagne, 120 p.

11. ATLIHAN R. et CHI H., 2008 - Temperature-dependent development and demography of *Scymnus subvillosus* (Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae). *Journal of economic entomology*, 101 (2):325-333.

12. AUDIGIE, C.L., FIGARELLA, J., ZONSZAIN, F., 1980- *Manuel d'Analyses Biochimiques*. Ed. Doin, Paris, France. 270 p.

13. BAGGIOLINI M. et STAHL J., 1965- Description d'un modèle de piège lumineux pour la capture des insectes. *Bulletin de la société entomologique*. Suisse, Vol. 3:181-190.

14. BAGNOULS F. et **GAUSSEN H**., **1953**- Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 193-239.

15. BAKRI M.M.S., ROYA A., ABDRABBO M.A.A. et MOUSSA S.F.M., 2015- Estimate of the effect of climatic factors on population density of Parlatoria date scale insect *Parlatoria blanchardi* by different models of correlation and regression. *Acade. Resea. Jour. of Agricultural Science and Research*, Vol. 3 (8): 207-218

16. BALACHOWSKY A. S., 1925- Note sur les prédateurs de *Parlatoria blanchardi* Targ. et sur leurs utilisations en vue de la lutte biologique contre ce coccidé. *Bull. Scie. D'hist. Nat. d'Afrique du Nord,* 6 : 167-172.

17. BALACHOWSKY A. S., 1950- Les Cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique, et du Bassin Méditerranéen. Ed. Herman et Cie. Paris *coll. Act. Sci. Ind. T.V.*, 392 p.

18. BALACHOWSKY A. S., 1953- Les Cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique, et du Bassin Méditerranéen. VII Monographic de Coccoidea ; Diaspidinae-IV. *Actu. sci. industr.* 1202: 29 p.

19. BALACHOWSKY A.S, 1954- Les cochenilles de France d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*. 4 (5): 63- 82.

20. BALACHOWSKY A.S. et MESNIL L., 1935- *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées*. Ed. Etablissement Busson - Tome1, Paris, 627 p.

21. BALACHOWSKY A. et KAUSSARI M., 1956- Contribution à l'étude de la faune prémitive des arbres fruitiers dans leur biotope ancestral. Sur un Coccoidea-Diaspidini nouveau nuisible à l'Abricotier cultivé en Iran. *Bull. Lab. Ent. Agr. Portici* 14: 298-305.

22. BEKIRI S. et BEN ATTAILLAH F., 2013-*Etude des facteurs favorisant le développement et la multiplication de cochenille blanche : recherche d'éventuels parasitoïdes*. Mém. Master. Agro. Université Kasdi Merbah, Ouargla, 53p.

23. BEKKARI A. et BENZAOUI S., 1991- *Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de deux régions du Sud-est algérien (Ouargla et Djamâa)*. Mem. Ing. Agr., I.T.A.S, Ouargla, 109 p.

24. BEKKOUCHA B., 2002- *Inventaire qualitatif de l'avifaune dans la région de Ouargla*. Mem. Ing. Agr., Dep. Sce. Agr., Université de Ouargla, 154 p.

25. BELGUENDOUZ-BENKHELFA R., 2014- *Relations plantes hôtes – cochenilles diaspines sur les agrumes (Cirus spp) en Algérie: cas de Parlatoria ziziphi (Lucas, 1835) (Homoptera, Diaspididae).* Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, ENSA, El-Harrach, Alger, 276 p.

26. BELGUENDOUZ R. et BICHE M., 2015- Biodiversity of diaspididae scale insects

(Homoptera), their host plants and naturel enemies in Algeria. *Journal of entomology and zoology studies* (3) 1: 302-309

27. BELHAMMOU S., 2011- *L'effet des amendements organiques sur la structure des communautés de nématodes sur culture de tomate dans la région de Touggourt en Algérie*. Mémoire Master, Université Saad Dahlab, Blida, 63 p.

27. BELKHIRI D., MEHAOUA M.S. et BICHE M., 2013- Etude de la fécondité de *Parlatoria blanchardi* du palmier dattier et essai de lutte chimique dans une palmeraie à Biskra. *Acta horticulturae*, 11 p.

28. BENADDOUN A., 1987- *Etude bio-écologique d'Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera-Pyralidae) à Ghardaïa*. Mém. Ingénieur., INA El Harrach, Alger, 53 p.

29.BENAMEUR-SAGGOU H., 2009- *La faune des palmeraies de Ouargla : Interactions entre les principaux écosystèmes.* Mém. Magister, Université Ouargla, 155 p.

30. BENASSY C., 1958- Les insectes entomophages d'intérêt agricole acclimatés en France. Les Chalcididae parasites de Diaspis pentagona Targ. *Bull. Soci. Entom. France* 1: 334-335.

31. BENBRAHIM K., 2016- Succession flora of abondened agricultural fields in south-east of Algeria: inventory and characteristic. *Ponte, International Scientific Researches journal*, Vol.72, N° 4, pp. 81-96.

32. BENHENNI A. et DJEGHOUBI M.T., 2003-*La biocénose comme indicatrice de dysfonctionnement d'un écosystème. (Cas de l'exploitation de l'ex I.T.A.S)*. Mém. Ingénieur. d'Etat, Ecol., Université de Ouargla, 58 p.

33. BENKHELIL M. L., 1992- *Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 68 p.

34. BENMAHCENE S., 1998- *Contribution à l'amélioration des aspects de la conduite du palmier dattier (Phœnix dactylifera)*. Mém. Magister., I.N.A. El Harrach, Alger, 173 p.

35. BENZAHI M.L., 1997-*Le Boufaroua : Oligonychus afrasiaticus (Mc Gregor). Importance, inventaire de ses ennemis naturels et tentative de multiplication de Stethorus punctillum (Weise) en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce déprédateur dans la région de Ouargla*. Mém. Ing. Etat, I.N.F.S.A.S., Ouargla, 109 p.

36. BERENBAUM M.R., 1995- The chemistery of defense: theory and practice. *Porc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92: 2-8

37. BICHE M., 1987- *Bioécologie de Parlatoria oleae Colvée (Homoptera-Diaspididae) ravageur de l'Olivier Oleae europaea L., dans la région de Cap-Djinet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe Aphytis maculicornis Masi (Hymenoptera-Aphelinidae)*. Diplôme universitaire de recherche. Université de Nice, 115 p.

38. BICHE M. et SELLAMI M., 1999- Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria oleae* Colvée (Homoptera-Diaspididae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 104 (3) : 287-292

39. BLAMA-MERZAIA A., 2014- 17 wilayas productrices de dattes : une richesse inépuisable pour l'Algérie. *Magazine mensuel le monde des dattes*, n° 1: 14-15

40. BLONDEL J.1979- *Biogéographie et écologie*, ed. Masson, Paris, 173 p.

41. BOUAFIA S., 1985- *Bio-écologie du Boufaroua : Olygonychus afrasiaticus (Mc.Gregor) (Acarina-Tetranychidae) à l'I.T.A.S. de Ouargla et utilisation de Trichogramma embryophagum comme agent de lutte biologique contre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae (Zeller)*. Mém. Ing. d'état, I.N.A., El-Harrach, Alger, 67 p.

42. BOUCHOUL D., 2016- *Utilisation de quelques extraits végétaux dans la lutte contre la cochenille blanche du palmier dattier Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera-Diaspididae) dans la région de Ouargla*. Mém. Magister, Université Ouargla, 83 p.

43. BOUDY P., 1952-*Guide du forestier en Afrique du Nord*. Ed. Librairie agricole, Paris, 482 p.

44. BOUGHEZALA HAMAD M., 2011-*Etude bio-écologique de la cochenille blanche Parlatoria blanchardi Targioni-Tozzetti,1892 (Homoptera-Diaspididae) sur quelques variétés de dattes à de Ouargla*. Mémoire d'ing.Eco.Univ Ouargla, 92 p.

45. BOUGUEDOURA N., 1979-*Contribution à la connaissance du palmier dattier Phœnix dactylifera L.: étude des productions axillaires*. Thèse Doctorat. 3ème cycle, U.S.T.H.B., Alger, 153 p.

46. BOUGUEDOURA N., 1991-*Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier (Phœnix dactylifera). Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur*. Thèse Doctorat d'état, U.S.T.H.B., Alger, 201 p.

47. BOUGUEDOURA N., BENNACEUR N., BABAHANI S., BENZIOUCHE S.E., 2015-*Date Palm Status and Perspective in Algeria.* Ed**.** Springer Science Business Media Dordrecht**.** Volume 1: Africa and the Americas, p.p.125-168.

48. BOUKHTIR O., 1999-*Aperçu bio-écologique de l'Apate monachus (Coloptera–Bostrychidae) et étude de l'entomofaune dans quelques stations à Ouargla*. Mem. d'Ing. Agr., Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 90 p.

49. BOUMADA A., 2014- *L'ancien système oasien dans la région de Ouargla: disparition ou réhabilitation*. Mém. Magister, Université Ouargla, 171 p.

50. BOUNAGA N., 1991- *Le palmier dattier : rappels biologiques et problèmes physiologiques. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'étude de l'Arbre.* Ed. John Libbey Eurotext, Paris, France, pp. 323- 336.

51. BOUNAGA N., DJERBI M., 1990-Pathologie du palmier dattier dans les systèmes agricoles oasien. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires méditerranéens n°11. Ed. CIHEAM. Montpellier*, pp. 127-132 .

52. BOURBONNAIS J., 2012- *Directives pour la collection d'insectes et d'arthropodes*.Département de biologie et de TBE. Cégep de Saint-Foy. Paris, 20 p.

53. BOUSSAID L. et MAACHE L., 2001- *Données sur la bio-écologie et la dynamique des populations de Parlatoria blanchardi Targ. dans la cuvette d'Ouargla*. Mém. Ing. d'Etat Agr., I.A.S.Ouargla, 94 p.

54. BRIERE C., 1994-*Introduction aux méthodes de l'analyse des données*. Ed. I.N.P.-E.N.S.A.T., Paris, pp. 1-7.

55. BRODEUR J., BOIVIN G., BOURGEOIS G., CLOUTIER C., DOYON J., GRENIER P.et GAGNON A.E., 2013- *Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec*. Ed. OURANOS, 99 p.

56. BRUN J., MARRO J.P. et IPERTI G., 1998- *La lutte biologique. Les ravageurs du palmier dattier*. Ed. I.N.R.A. U.R.B.I.C., Paris, 6 p.

57. CALCAT A., 1961:*Cours d'agriculture saharienne Phoeniciculture*. Ministère d'Etat - Sahara-Départements et Territoire d'Outre-mer, pp. 1- 2.

58. CARAYON J., 1969- Emploi du noir chlorazol en anatomie microscopique desinsectes -*Annls soc, ent.Fr.(N.S).5 :*179-193.

59. CHABOUSSOU F., 1975- *Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis des ravageurs*. Séminaires sur les insectes et les acariens des agrumes. Alger, 43 p.

60. CHAFAA S., BICHE M., CHENCHOUNI H., SELLAMI M., SI BACHIR A., 2013- Effet du climat et de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera: Diaspididae), en conditions arides. *Ann Soc Entomol*. 49: 291-297.

61.CHARPENTIER F.G., 2006- *Introduction aux analyses multidimensionnelles*. Cours de Psychologie Sociale. Paris : 59-73

62. CHAUFAUX J., 1995-Insectes et cultures: utilisation de biopesticides contre les ravageurs des cultures· le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Revue insecte* n° 97, (2): 1-6

63. CHENOUF N., ABDELGUERFI A., CHEHAT F., FERRAH A., YAHIAOUI S., 2009- *Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national*. Ed. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme, Alger, 121 p.

64. CLAUDIN J., HOUREOU H. N., et POUGET M., 1979- Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec carte 1/1 000 000). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du* Nord, Alger, 2: 24-32.

65. COLAS G., 1948-*Guide de l'entomologiste : L'entomologie sur le terrain; préparation, conservation des insectes et collections.* Ed. Boubée, Paris, 309 p.

66. DAJOZ R., 1971- *Précis d'écologie*. 2 ème édition, Ed. Dunod., Paris, 434 p.

67. DAJOZ R., 1982- *Précis d'écologie*. Ed. Dunod., Paris, 503 p.

68. DAJOZ R., 1985- *Précisd'écologie*. 5 ème édition, Ed. Dunod., Paris, 499 p.

69. DAJOZ R., 2003- *Précisd'écologie*. 7 ème édition, Ed. Dunod., Paris, 615 p.

70. 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. N° Spécial CRSTRA - 5 -12 p*.

71. DAGNEILI P., 2011- *Statistique théorique et appliqué*. Tome 2, 3ème éd. De Boeck, Belgique, 736 p.

72. DEBACH P. et ROSEN D., 1991- *Biological control by natural enemies*. Cambridge University Press, Cambridge, 440 p.

73. DEGHICHE-DIAB N., 2016- Etude de la biodiversité des arthropodes et des plantes spontanées dans l'agroécosystème oasien. Mém. Magister, Université Mohamed Khider, Biskra, 94 p.

74. DE GUIRAN G., 1983-*Nématodes les ennemis invisibles. Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés*. Ed. La Littorale S.A. de Béziers, 42 p.

75. DELASSUS et PASQUIER, 1931- Les ennemis du dattier et de la datte. *Semaine du dattier, Biskra (Algérie)*, rapport n° 13.

76. DHOUIBI M.H., 1991- *Les principaux ravageurs du dattier et de la datte en Tunisie*. Ed. OPU, Alger ,177p.

77. DIB H., 2010- *Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré Dysaphis plantaginea Passerini (Himeptera-Aphididea) en verger de pommiers*. Thèse Doctorat, Université d'Avignon et des pays de vaucluse, Avignon, 239 p.

78. DIDIER J. et CAS G. 1967- *Dosage des éléments minéraux majeurs chez les végétaux*. Ed. Services scientifiques centraux – Bondy, Paris, 31 p.

79. DION E., 2011- *Effet de l'écologie d'un hôte sur l'évolution de son principal parasitoïde*. Thèse Doctorat, Université Européenne de Bretagne, 141 p.

80. DJAKAM L. et KEBBIZE K., 1993- *Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de trois régions du Sud-Ouest algérien (Timimoune, Adrar et Béni-Abbés).* Mém. Ing. d'Etat. I.N.F.S./A.S., Ouargla, 144 p.

81. DJERBI M., 1988-*Les maladies du palmier dattier*. Ed. FAO, PNUN et RAB, Alger, 127 p.

82. DJERBI M., 1992: *Précis de phoeniciculture*. Ed. F.A.O. Rome, 127 p.

83. DJERBI M., 1994- *Le précis de la phœniciculture*. Ed. FAO, Rome, 191 p.

84. DJOUDI H., 1992- *Contribution à l'étude bioécologique de la cochenille blanche du palmier dattier Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera, Diaspididae) dans une palmeraie de la région de Sidi-Okba (Biskra)*. Mém. Ing. Agro., INEASA, Batna, 114 p.

85. DJOUHRI O., 1994-*Inventaire des coccinelles entomophages (Coleoptera-Coccinellidae) dans la région de Ouargla et aperçu bioécologique des principales espèces recensées.*Mém. Ing. d'Etat, INFS/AS Ouargla, 109 p.

86. DOAK D.F., BIGGE D., HARDING E.K., MARVIER M.A., O'MALLEY R.E. et TOMSON D.1998- The statistical inevitability of stability-diversity relationships in community ecology. *American Naturalist*, 151, 264-276

87. DOUMANDJI S, 1981- *Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algérie Ectomyelois ceratoniae Zeller (lepidoptera-Pyralidae)*. Thèse doctorat es, Scie, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 138 p.

88. DOUMANDJI-MITICHE B., 1983- *Contribution à l'étude bioécologique des parasites de la Pyrale des caroubes, Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) en Algérie en vue d'une lutte biologique contre ce ravageur*. Thèse Doctorat. d'Etat, es-sciences. Naturelles. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 253 p.

89. DOUMANDJI-MITICHE B., 2013- Historique de l'utilisation de la lutte biologique en algerie : quelques exemples.*Séminaire international sur la protection phytosanitaire: Situation et perspectives, le 17, 18 et 19 novembre, Université de Batna,* p 26.

90. DOUMANDJI-MITICHE B. et IDDER M.A. 1986- Essais de lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera- Trichogrammatidae) contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) dans la palmeraie de Ouargla. *Annales de l'INA, El-Harrach, Alger,* 10: 167-180

91. D.S.A, 2016-*Le potentiel phœnicicole de la wilaya de Ouargla*. Rapport de la Direction des Services Agricoles, 6 p.

92. DUBOST D., 1972- Le Bayoud en Algérie - Histoire et pronostics. *Revue de larecherche agronomique n°01, I.N.R.A.A.* pp. 33- 39.

93. DURANTON J.F., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982- *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. Tomme 1. Ed. GERDAT, Paris, 695 p.

94. DURIEUX D., VERHEGGEN F.J., VANDEREYCKEN A., JOIE E., HAUBRUGE E., 2010- Synthèse bibliographique: l'écologie chimique des coccinelles.*Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 14 (2) : 351-367.

95. DUTIL P., 1971- *Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara*. Thèse Doctorat ès. Sc. Natu., Univ. Strasbourg, 300 p.

96. DUVIGNEAUD P., 2003- *La synthèse écologique*. Ed. Doin, Paris, 249 p.

97. EILENBERG J., HAJEK A. et LOMER C. 2001- Suggestions for unifying the terminologie in biological control. *Biocontrol* (46): 387-400.

98. EMBERGER L., 1955- *Projet d'une classification géographique des climats*. L'année de biologie, 3e série, T. 31 : 249-255.

99. EUVERTE G., 1962-*Programme d'étude de Parlatoria blanchardi TARG et ses prédateurs sur la station de Kankossa*. Rapport I.F.A.C., 75 p.

100. FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. et HEMPTINNE J. L., 2003- *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. TEC et DOC, 407 p.

101. FAUVEL G., RAMBIER A., BALDUQUE-MARTIN R., 1981- *La technique du battage pour la surveillance des ravageurs en cultures fruitières et florales.* Agronomie; 1 (2) : 105-113

102. FELLIACHI S., 2005- Transformation des produits du palmier dattier : potentiel et atouts, problématique, opportunités, thématique. *Journée d'étude sur la transformation des produite du palmier dattier*. Biskra, 6-7 Décembre 2005. ITDAS, Biskra, pp3-8.

103. FERRON P., 1975- *Les champignons entomopathogènes : Evolution des recherches au cours des dix dernières années*. Ed. INRA. Station de Recherches de Lutte biologique,

pp 168-200

104. FERNANDEZ D., LOURD M., OUINTEN M., TANTAOUI A. ET GEIGE J.P., 1995- Le Bayoud du palmier dattier Une maladie qui menace la culture. *Phytoma La Défense des végétaux, No* 469.

105. FOLDI I., 2003- Les cochenilles. *Revue Insectes*, n° 129 (2): 3-7

106. FRANCK A., 2008- Capture, conditionnement, expédition, mise en collection : des insectes et des acariens. *Ann. ZOO Ecol. Anim*., pp 665-691.

107. GASSOU I., 2015- *Essai de quelques extraits végétaux dans la lutte contre la cochenille blanche Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera-Diaspididae) dans la région de Ouargla*. Mém. Master, Université Ouargla, 58 p.

108. GAUTIER F., 1929- *Le Sahara*. Ed. Payot, Paris, 232 p.

109. GERVY R., 1970- *Les phosphates et l'agriculture*. Ed. Dunod. Paris 298p.

110. GOOGLE earth, 2016- Les sites d'études. http://www.google.fr/earth/download/gep/agree.html

111.GOOGLE Maps, 2017- La situation géographique de la wilaya de Ouargla.http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegéographiqueOUARGLA.html.

112. GOUNOT G., 1969-*Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Ed. Masson et Cie, 314 p.

113. GREATHEAD D.J., 1995- Benifics and risks of classical biological control. *Univ. Cambridge, UK, Press:* 55-63

114. GREATHEAD D., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. et POPOV G.B., 1994- *Les ennemis naturels des criquets du Sahel.* Collection acridologie opérationnelle N° 8, Ed., CIRAD. 86 p.

115. GROS-BALTHAZARD M., NEWTON C., IVORRA S., TENGBERG M., J.C. PINTAUD et TERRAL J.F., 2013- Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Etat de l'art et perspectives d'étude. *Revue d'ethnoécologie*. Vol. 4:1-13

116. GUENDOUZ A., 1985- *Contribution à l'étude géochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara Nord-est septentrional, Algérie*. Thèse de Doctorat 3ème cycle, université de Paris-sud, centre d'Orsay, 243 p.

117. GUESSOUM M., 1986- Approche d'une étude bio-écologique de l'acarien *Olugonichus afrasiaticus* (Bouferoua) sur palmier dattier. *Ann. Inst. nat. Agro., El-Harrach, Vol. 10, n° 1*, pp 153-166.

118. HADDAD L., 2000-*Quelques données sur la bio-écologie d'Ectomyelois ceratoniae dans les régions de Touggourt et Ouargla, en vue d'une éventuelle lutte contre ce déprédateur*. Mém. Ing., I.T.A.S., Ouargla, 62 p.

119. HADJAIDJI-BENSEGHIER F., 2002- *Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse des palmeraies de la cuvette de Ouargla*. Mém. Magister en Sciences Agronomiques, I.N.A., El-Harrach, Alger, 187 p.

120. HADJIZADEH J.et AHMADI A.A., 1992- Feeding behavior of *Pharoscymnus ovoideus* Sicard (Col.: Coccinellidae), a predator of date palme scale, *Parlatoria blanchardi* Targ. (Hom.: Diaspididae). *Iran Agricultural Research*, 11: 69-75

121. HALITIM A., 1985- *Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, 383 p.

122. HAMDI AISSA B. et GIRARD M.C., 2000- Utilisation de la télédétection en région sahariennes, pour l'analyse te l'extrapolation spatiale des pédopaysage. *Revue sécheresse*, 11:88-179.

123. HAMITI et BOUCHAALA 2012- *Inventaire des coccinelles prédatrices pouvant être utilisées dans le cadre de lutte biologique dans la région de Ouargla*. Mém. Master, Université Ouargla, 80 p.

124. HANCE T., 2001- Insectes partenaire efficaces contre ravageurs gourmands. *Revue Probio. (4): 201*.

125. HANNACHI S. KHITRI D. BEN KHALIFA A. et BRACDE LA PERIERE A.,1998-*Inventaire variétal de la palmeraie algérienne*.Ed. ANEP, Rouïba, Algérie, 225 p.

126. HARBORNE J.B., 1993-*Introduction to chemical ecology*. 4ème édition. Ed. Academic press, London, 317 p.

127. HEINZEL H. ; FITHER R., et PARLSON J., 1985- *Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen orient*. Ed. Delacheaux et Niestlé, Paris, 320 p.

128. HELLALI R., 2002- Rôle du potassium dans la physiologie de la plante. *Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspectives de la recherche*, Tunisie, 7 p.

129. HOCEINI H., 1977- *Etude bioécologique de Parlatoria blanchardi*.Mém. Ing. Agr. I.N.A. El-Harrach, 97 p.

130. HODEK I., 1970- Coccinellids and the modern pest management. *BioScience*, Vol. 20, n° 9: 543-552

131. HODEK I., 1973- *Biology of Coccinellidae*. Academia Publishing House of the Tchecoslovak Academy of Sciences, Prague, 260 p.

132. HODEK I., VAN EMDEN H.F. et HONEK A., 2012- *Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. Ed. Wiley-Blackwell, UK, 532 p.

133. HONG B.M., BING T.T. et HANG V.T., 2013-Effect of temperature on the life cycle and predatory capacity of ladybird beetle *micraspis discolor* fabricius (coleoptera: coccinellidae). *Tạp chí sinh học*, 35(1): 37-42

134. HOOPER D.J., 1986- Extraction of free-living stages from soil. In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes (Southey, J.F., Ed.). *Ministry of Agriculture, Fisheries and Food No. 402, Her Majesty's Stationery Office, London*, 5-30.

135. HOPKINS G.W., 2003- *Physiologie végétale*. Ed. de Boeck université, Bruxelles, 514p.

136. IDDER M.A., 1984-*Inventaire des parasites d'Ectomyelois ceratoniae ZELLER (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies de Ouargla et lâchers de Trichogramma embryophagum HARTIG (Hymenoptera- Trichogrammatidae) contre cette pyrale*. Mém. Ing. Agro., I.N.A., El-Harrach, Alger, 70 p.

137. IDDER M.A., 1992 - *Aperçu bioécologique sur Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera, Diaspididae) en palmeraies de Ouargla et utilisation de son ennemi Pharoscymnus semiglobosus Karsh. (Coleoptera, Coccinellidae) dans le cadre d'un essai de lutte biologiq*ue. Mém. Magister en Sciences Agronomiques, I.N.A., El-Harrach, Alger, 102 p.

138. 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 de Doctorat en Sciences Agronomiques, ENSA, El-Harrach, Alger, 152 p.

139. IDDER M.A., BENSACI M., OULAN M. et PINTUREAU B., 2007- Efficacité comparée de trois méthodes de lutte contre la cochenille blanche du palmier dattier (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Ouargla (Sud-est algérien). *Bulletin de la société entomologique de France,* N° 112, (2) : 191-196.

140. IDDER M.A. ; BOUAMMAR B. et IDDER H., 2008- La palmeraie du Ksar de Ouargla: réhabilitation et préservation de sa biodiversité. *Colloque international sur l'aridoculture " optimisation des produits agricoles et développement durable" du 13 -14 Décembre, CRSTRA, Biskra* : 40-46.

141. IDDER M.A. et PINTUREAU B., 2009- Efficacité de la coccinelle *Stethorus punctillum* (Weise) comme prédateur de l'acarien *Oligonychus afrasiaticus* (McGregor) dans les palmeraies de la région d'Ouargla en Algérie. *Fruits,* 63: 85-92.

142.IDDER M.A., PINTUREAU B., IDDER-IGHILI H. et BENAMEUR-SAGGOU H., 2015 - Dynamique des populations et nombre de générations de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. du palmier dattier dans la région de Ouargla. *Revue El Wahat pour les recherches et les études, Vol. 8, n° 1: 1-10*

143. IDDER-IGHILI H., 2008- *Interactions biologiques et agronomiques entre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) et quelques variétés de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien)*. Mém. magister Agronomie Saharienne, Univ. Ouargla. 102 p.

144. IDDER-IGHILI H., 2015- *Interaction entre les cultivars des dattes et la faune associée dans la région de Ouargla (Sud-est algérien)*. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Ouargla, 151 p.

145. IDDER-IGHILI H., IDDER M.A., BOUGHEZALA H., DOUMANDJI M., 2013 - Relation entre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targiono-Tozzetti (Homoptera-Diaspididae) et quelques variétés de dattes à Ouargla (Sud-Est Algerien). *Revue Bioressources,* Vol.3, n°1: 32-40.

146. I.N.P.V., 2014-Le palmier dattier: un patrimoine à préserver. *INFO PHYTO: bulletin d'information phytosanitaire*, n° 34, avril, 4p.

147. IPERTI G., 1970 - Les moyens de lutter contre la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ. *Rev. El-Awamia*. N° 35, pp105 -118.

148. IPERTI G., 1983- Les coccinelles de France. Faune et flore auxiliaires en Agriculture. *Actes des journées d'études et d'information, ACTA*, Paris, pp 89-96

149. IPERTI, G. et BRUN J., 1969 - Rôle d'une quarantaine pour la multiplication des coccinelles coccidiphages destinées à combattre la cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ.) en Adrar mauritanien. *Entomophaga*, 14: 149-157;

150. IPERTI G., LAUDEHO Y., 1969- Les entomophages de Parlatoria blanchardi Targ. dans les palmeraies de l'Adrar Mauritanien.*Ann. Zol. Ecol. Anim.*, 1, pp 17-30.

151. JABNOUNE M., 2008-*Adaptation des plantes au stress salin: caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille des HKT chez le riz*. Thèse doctorat. Centre international d'études supérieures, Montpellier, France, 289 p.

152. JACCOB J.J. et MIDDEPIAATS W.C.T., 1988. *Fascicule de détermination des* Vol. 2, Niamey, Niger, 175 p.

153. KADIK B., 2006- La biodiversité et le développement durable en Algérie. *Acte des journées internationales sur la désertification et développement durable 10-12 juin 2006, Cent. Rech. Scient. Tech. Rég.Ari., et Univ. Mohamed Kheider de Biskra* : 55-69.

154. KAFI A., 1977 - *Politique d'intervention pour réaménagement de Beni Thour*. I. N. A., Alger, 3-25 p.

155. KEHAT M., 1968- The feeding behavior of Pharoscymnus numidicus (Coccinellidae), predator of the date palm scale Parlatoria blanchardi. *Ent., exp. Et appl.* 11: 30-42

156. KHAN J., UL HAQ E., RAHMAN SALJOKI A. et REHMAN A., 2016- Effect of temperature on biological attributes and predatory potential of *Harmonia dimidiata* (Fab.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Rhopalosiphum padi* aphid. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(5): 1016-1022

157. KHAN I. et SPOONER HART R., 2017- Dependent development of immature stages of predatory ladybird beetle *Stethorus vagans* (Coleoptera: Coccinellidae) at constant and fluctuating temperatures. *Acta zoologica academiae scientiarum hungaricae*. 63(1): 83-96

158. KHELIL A., 1989- *Relation entre le niveau d'infestation par la cochenille blanche de palmier dattier Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera,Diaspididae) et la composition glucidique de deux variétés étudiées (Deglet Nour et Ghars) dans l'exploitation de l'ITAS Ouargla* .Mémoire Ing. Inst .Technique d'Agriculture Saharienne, Ouargla, 80p.

159. KHENE B. et SENOUSSI A., 2013- Menaces sur la diversité génétique du palmier dattier dans la vallée du M'zab. *Revue Bioressources*, Vol. 3, n° 1: 76-88

160. KHOUALDIA O. et RHOUMA A., 1997- Premières observations sur *Oryctes agamemnon*, ravageur du palmier dattier en Tunisie. *Fruits* 52: 111-115.

161. KIYINDOU A., 1990 - *Etude biologique de Diomus hennesseyi Fürsch (Coleoptera, Coccinellidae) détermination de ses aptitudes prédatrices pour lutter contre la cochenille du manioc Phenacoccus manihoti Mat. Ferr. (Homoptera, Pseudococcidae)*. Univ. de Nice, Paris, 76p.

162. KREITER P., 2011- *La lutte biologique et les cochenilles: plus de cent ans d'histoire. Les cochenilles: ravageur principale ou secondaire*. Institut national de recherche agronomique, Montpelier, 11 p.

163. KRING J.B., 1972- Flight of Aphids. *Ann. Rev. Entomology*, (5): 99-104

164.LASCAUX E., 2013-Utilisation des nématodes entomopathogènes (Heterorhabditidae et Steinernematidae) sur gazon et palmiers. *Revue Koppert biological systems*. Version 1: 1-10

165. LATIFIAN M., ZAERAE M., 2009- The effects of climatic conditions on seasonal population fluctuation of date palm scale *Parlatoria blanchardi* Targ. (Hem.: Dispididae). *Plant Prot J* 1: 277-286.

166. LAMBERT N., 2010- *Lutte biologique aux ravageurs: Applicabilité au Québec*. Mém. Maître en environnement, Université de Sherbrooke, Québec, Canada, 85 p.

167. LANGERON, 1934- *Précis de microscopie*. Ed. Masson, Paris, 32 p.

168. LAUDEHO Y. et BENASSY C., 1969- Contribution à I' étude de I 'écologie de *Parlatoria blanchardi* TARG en Adrar mauritanien, *Fruits*, 22: 273-287.

169. LAUDEHO Y. et PRAUD J.Y., 1970- Une méthode d'estimation de la population de *Parlatoria blanchardi* Targ. présente sur un dattier. *Revue Fruits*, Vol. 25, n° 4: 245-251

170. LEBERRE M., 1975- Les insectes parasites du palmier dattier en Algérie. *Rapport station expérimentale du palmier dattier de Ain Ben-Noui*, p.1.

171. LE BERRE M., 1978-Mise au point sur le problème du ver de la datte *Myelois ceratoniae* Zeller. *Bull. Agr. Saha.*, Vol 1 : 1 – 35.

172. LE BERRE M., 1990- *Faune du Sahara. Mammifères*. Ed. Raymond Chabaud, T. 2, Paris, 359 p.

173. Le HOUEROU H.N., 1990- Définition et limites bioclimatiques du Sahara. *Revue Sècheresse*, 1 (4): 246-259

174. LE HOUEROU H.N., 1995- *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification*. Options Méditerranéennes. Série B : Etude et recherche n°10. Ed. CIHEAM. Montpellier. 396 p.

175. LEGER C., 2003- *Etude d'assainissement des eaux usées résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures de la lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Etude de l'impact sur l'environnement, collecte et analyse des données*. Ed. A.N.E.P.I.A.(BG), 32 p.

176. LEPESME P., 1947- *Les insectes des palmiers*. Ed. Paul Le Chevalier, Paris, 903 p.

177. LUCAS E., 1993- *Evaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles, Coccinella septempunctata L. et Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers*. Mém. Maître en Ecologie, Université du Québec, Montréal, Canada, 87 p.

178. LUCAS E. LAPALME S. et CODERRE D., 1997- Voracité comparative de trois coccinelles prédatrice contre le tétranyque rouge du pommier (Acarina- Tetranychidae). *Revue Phytoprotection, Vol. 78, n°3*: 117-123.

179. MAAMRI F., 2013- *Contribution à l'étude de la bioécologie de deux coccinelles coccidiphage Pharoscymnus ovoideus et Pharoscymnus numidicus dans l'exploitation agricole de l'Université d'Ouargla*. Mém. Ing. d'Eta. Agro. Univ. Kasdi-Merbah, Ouargla, 98 p.

180. MAATALLAH S., 1972- Quelques possibilités de valorisation de la dattealgérienne. *Revue de la recherche agronomique n°1, I.N.R.A.A.*, pp. 28 - 32.

181. MADKOURI M., 1975- Travaux préliminaires en vue d'une lutte biologique contre *Parlatoria blanchardi* au Maroc. *Options méditerranéennes*, 26: 82-85.

182. MADKOURI M., 1978- Etude bio-écologique de *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera- Coccoidae- Diaspididaes) et d'un prédateur *Chilocorus cacti* Scop. (Coleoptera- Coccinellidae) en vue de son éventuelles utilisation dans les palmeraies de Sud Marocain. *Les cahiers de la recherche agronomique*, n° 34, 148 p.

183. MADKOURI M. NGUIDI A. et ELZGHARI M., 1973- Etude préliminaire sur la bioécologie de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera-Diaspididae) dans la vallée de Draa. *Revue Al AWAMIA*, n° 48: 39-72

184. MAHMA E., 2003- *Elevage des coccinelles coccidiphages (Coleoptera – Coccinellidae) et leur utilisation dans un essai de lutte biologique contre la cochenille blanche Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera – Diaspididae) du palmier dattier Phoenix dactylifera L. dans la région de Ouargla*. Mém. Ing. Etat, Agr., Ouargla, 120 p.

185. MAILLET J., 1981- Evolution de la flore adventice dans le Montpelliérain sous la pression des techniques culturales. Thèse Doct. USTL, Montpelier, 200 p.

186. MARTIN H., 1965- Insecticide and fungicide handbook for crop protection. *Black well Scientifique Publications, Oxford, Royaume-Uni. Entomological Society of America.* Volume 58, numéro 5.

187. MBAKWIRAVYO K. 2009- *Note d'écologie générale*. Ed. Univesrité de conservation de la nature et de développement, Kasugho, 96 p.

188. MEHAOUA M.S., 2009- *Etude du niveau d'infestation par la cochenille blanche Parlatoria blanchardi (Homoptera-Diaspididae) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra*. Mém. Magister en Sciences Agronomiques, E.N.S.A., El-Harrach, Alger, 145 p.

189. MEKKAOUI M. et MOUANE S. 2007- *Caractérisation floristique du milieu naturel et sa relation avec le système oasien*. Mém. Ing. Ecol., Université d'Ouargla, 62 p.

190. MERNY G. et LUC M., 1969- *Les techniques d'échantillonnage des peuplements de nématodes dans le sol: problèmes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Lamotte et Bourlière. Ed. Masson & Cie, Paris. pp 237-271

191. MOORE J. et DE RUITER P., 1991-Temporal and spatial heterogeneity of trophic interactions within below-ground food webs. *Revue Agriculture, Ecosystems and Environment* 34: 371-397

192. MULLER Y., 1985- *L'avifaune forestières nicheuses des Vosges du Nord; sa place dans le contexte médio-européen*. Thèse Doctorat es Sciences, Univ. Dijon, 318p.

193. MUNEER A., HAFEEZ F., ALI A., FAROOQ M., LATIF M., SALIM M. et GHAFAR A., 2014- Date palm white scale (*Parlatoria blanchardiT*.) a new threat to date industry in Pakistan. *Journal of entomology and zoology studies* 2014 (2) 6: 49-52

194. MUNIER P., 1973- *Le palmier dattier*. Ed. Maison Neuve et Larose, Paris, 231 p.

195. MUNIER P., 1974- Le problème de l'origine du palmier dattier et l'Atlantide. *Revue Fruits, Vol. 29, n° 3, (I.F.A.C.),* pp. 233-238.

196. NADIR M., 1972- Antagonismes K-Ca, K-Mg et influence du potassium sur les autres éléments minéraux, en particulier les différentes formes de calcium des feuilles de Citrus. *Revue Al Awamia*, 44: 81-108

197. NEWTON C., IVORRA S., TERRAL J.F., 2008- De la diversité actuelle aux vestiges archéologiques du dattier: Développement de l'analyse morphometrique des graines de dattes. *Colloque DIES PALMARUM de Sanremo, Italie*, 4p.

198. NICOLE M.C., 2002- Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes.*Revue Antennae, Bulletin de la société d'entomologie de Québec*, Vol 9, n° 1: 5-9

199. NIXON R.W., 1966- Growing dates in the United States, Agriculture information. *Bulletin n° 207, Agricultural Research Service. United States Departement of Agriculture*, pp. 3-38.

200. OCHANDO B., 1988- Méthodes d'inventaire et de dénombrement d'oiseaux en milieux forestier. Application à l'Algérie. *Annales de l'I.N.A.*, El Harrach, Alger, 12 (spécial) : 47-59.

201. O.N.M., 2016- Rapport Office National de la Météorologie, 5 p.

202. O.N.S., 2009- *L'Algérie en quelques chiffres*. Edition 2010, 63 p.

203. OZENDA P., 1983- *Flore du Sahara*. Ed. CNRS, Paris,622 p.

204. OZENDA P., 2004- *Flore et végétation du Sahara*. Ed. CNRS, Paris, 11-39.

205. PAULIAN R.,1988- *Biologie des Coléoptères*, ed. Lechevalier, Paris, 719 p.

206. PINTUREAU B., 2009- *La lutte biologique et les Trichogrammes, applications au contrôle de la pyrale du maïs*. Ed. Le Manuscrit, 258 p.

207. PERRON J.M., 1994- Techniques entomologiques: la conservation des spécimens d'insectes. *Revue Insecte* n°9 (2):21-25

208. PEYRON G., 2000- *Cultiver le palmier dattier*. Ed. CIRAD, France, 110 p.

209. PORRE V., 2008-*Le Phosphore*. Ed. Fédération nationale de l'industrie des engrais, 6p.

210. POUSSET J., 2008-Agriculture naturelle. Ed. AGRIDICISIONS, Paris, 437p.

211. PURRINI K., KOHRING G.W. et SEGUINI Z., *al*., 1988- Studies on a new disease in a natural population of migratory Locust *Locusta migratoria* sp. caused by an entomopox virus. *J. Invert. Pathol*. 51: 281-283

212. QUEZEL P. et SANTA S., 1962 et 1963- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Ed. CNRS, Paris, 1185 p.

213. RAACHE A., 1990-*Etude comparative des taux d'infestation de deux variétés de dattes (Deglet-Nour et Ghars) par la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) dans deux biotopes différents (palmeraies moderne et traditionnelle) dans la région de Ouargla*. Mém. Ing. Agro., ITAS, Ouargla, 85 p.

214. RAMADE F., 1984- *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

215. RAMADE F., 2003- *Eléments d'écologie appliquée*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.

216. REBSTEIN M. et SOERENSEN C., 2011- *Chimie avancée: préparation au bac et à maturité*. Ed. Presses polytechnique et universitaires romandes, 426 p.

217. ROBERT P. A., 2001-*Les insectes*. Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 461 p.

218. ROVILLE M., WAFRA M. et COURCHAMP F., 2010- *La biodiversité, comprendre pour mieux agir***.** Ed. Association Française des Petits Débrouillards, Paris, 80 p.

219. ROUVILLOIS-BRIGOL M., 1975- *Le pays d'Ouargla (Sahara algérien) : variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique*. Publications du Département de géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, 389 p.

220. SADINE S., 2012- *Contribution à l'étude de la faune scorpionique du Sahara septentrional Est algérien (Ouargla et El Oued).*Mém. Magister, Université Ouargla, 93 p.

221. SAGGOU H., 2001- *Relations entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et différentes variétés de datte dans la région d'Ouargla*. Mém. Ing. Agr., I.A.S., Ouargla, 70 p.

222. SAHARAOUI L., 1994- Inventaire et étude de quelques aspects bioécologiques descoccinelles entomophages (Coleoptera, Coccinellidae). *Jour. Afr. Zool*. 108 : 537-546.

223. SAHARAOUI L., 1998- Systimatique des coccinelles (Coléoptera- Coccinellidae). *Dep.De Zool. Alger. Et For. I.N.A., El-Harrach –Alger* 24 p.

224. SAHARAOUI L., 2001- Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera-Coccinellidae). *Bul. Soc. Zool.* France, 126 (4): 351-373

225. SAHARAOUI, L. et GOURREAU J. M., 1998- Les coccinelles d'Alger : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera-Coccinellidae). *Bull. Soci. Entom. De France , vol.* 103 (3): 213-224.

226. SAHARAOUI, L. et GOURREAU J. M., 2000- Les coccinelles d'Algérie: Inventaire et régime alimentaire(Coleoptera-Coccinellidae). *Revue Recherches agronomiques*, 6: 11 - 27

227. SAHARAOUI L., BICHE M. et HEMPTINNE J.L., 2010- Dynamique des communautés des coccinelles et interaction avec leurs proies sur palmier dattier à Biskra. *Bulletin de la société zoologique de France*; 135 (3-4) : 265-280

228. SAHARAOUI L.,HEMPTINNE J.L. et MAGRO A., 2014- Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Revue Faunistic Entomology*67: 147-164**.**

229. SAHARAOUI L.,HEMPTINNE J.L. et MAGRO A., 2015- Organisation des communautés de coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) dans le nord et le sud algérien.*Revue Faunistic Entomology*, 68: 219-232

230. SAIGHI S., DOUMANDJI S.et BELHAMRA M., 2015- Evaluation numérique des populations de la cochenille blanche Targ. *Parlatoria blanchardi (Himeptera, Diaspididae)* en fonction de la positon des femelles adultes sur les folioles du palmier dattier (*Phoenix dactylefera* L.) dans les palmeraies des Ziban (Biskra, Algérie). *Courrier du Savoir*, n° 19: 41-48

231. SALHI A., 1998 - *Impact de la faune entomophage sur la population de Parlatoria blanchardi (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Biskra. 3 ème journée technique phytosanitaire*. Ed. INPV. Alger.

232. SAUVION N.; CALATAYUD P.A.; THIERY D. et MARION PAUL F. 2013- *Interactions insects-plantes*. Coédition Quae IRD Ed., Paris, 784 p.

233. SEKKOUR M., 2010- *Insectes, oiseaux et rongeurs, proies des rapaces nocturnes dans quelques localités en Algérie*.Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, ENSA, El-Harrach, Alger, 311 p.

234. SIRE M., 1967- *Les élevages des petits animaux*. Ed. Lechevalier, Paris, 910 p.

235. SMIRNOFFW.A. 1952- La cochenille blanche du palmier dattier dans les oasis du Maroc et le problème de sa répression. *Terre marocaine,*273: 306-308.

236. SMIRNOFF W.A. 1954 a-*Entomologie générale : Influence des traitements anti-acridiens sur l'entomofaune de la vallée de Sous (Maroc)*. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 289-301.

237. SMIRNOFF W.A. 1954 b- *La cochenille parasite du palmier dattier en Afrique du Nord*. Ed. Dir. Agr. et des forêts, service de la végétation, 42 p.

238. SMIRNOFFW.A. 1957.La cochenille du palmier dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ.*)* en Afrique du Nord. Comportement, importance économique, prédateurs et lutte biologique. *Entomophaga***,** 2: 1-98.

239. SPITZ F., 1963- *Les techniques d'échantillonnage utilisées dans l'étude des populations de petits mammifères*. Laboratoire des petits Vertébrés. Institut National de la Recherche Agronomique, La terre et la vie, 110ème année: 203-237

240. STANSLY P.A., 1984- Introduction and evaluation of *Chilocorusbipustulatus* (Col.: Coccinellidae) for control of *Parlatoriablanchardi* (Hom.: Diaspididae) in date groves of Niger. *Entomophaga*; 29 (1) : 29-39.

241. STICKNEY F.S., 1934- The external anatomy of the Parlatoria date scale, *Parlatoria blanchardi* Targioni Tozzetti, with studies of head skeleton and associated parts. *Technical Bulletin*, n° 421, 66 p.

242. STOCKEL L., 1979- Utilisation agronomiques des phéromones sexuelles des lépidoptères. *Séminaire sur les insectes et les acariens des denrées stockées du 5 au 11 mai, INA, El-Harrach, Alger*, 21 p.

243. SUTY L., 2010- La lutte biologique, vers de nouveaux équilibres écologiques. Editions Quae, Versailles (France), 323 p.

244. TAYEH A., 2013- *De la lutte biologique à l'invasion: la coccinelle Harmonia axyridis comme espèce modèle*. Thèse de Doctorat en siences agronomique, CIESEA, Montpellier, France, 210 p.

245. TOURNEUR J.C., 1970- L'utilisation des coccinelles prédatrices en lutte biologique. *Revue Fruit*, Vol. 25, n° 2: 97-107

246. TOURNEUR et LECOUSTRE, 1975- Cycle de développement et tables de vie de *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera-Diaspididae) et de son prédateur exotique en Mauritanie, *Chilocorusbipustulatus* L. Var. iraniensis (Coleoptera-Coccinellidae). *Fruits*, 7 : *481-497*

247. TOUTAIN G., 1973- *Le palmier dattier et sa fusariose vasculaire (Bayoud)*. Ed. Coopération : D.R.A. Maroc et INRA. France, 179 p.

248. TOUTAIN G., 1979- *Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche audéveloppement*. Ed. INRAIGRET, Paris, 276 p.

249. TRAN V. L., 1977 - *Morphologie des pièces gènitales et nervation alaire des principalepyrales foreuses du riz en côte d'Ivoire. Description de quelques hyménoptères parasites.* Ed. Cahier ORSTOM, série biologique 12 : 29-45 p.

250. TROUVELOT B., **1964**- *Ennemis animaux des plantes horticoles des jardins. Le bon jardinier.* Tome1, Nouvelle Encyclopidie Horticole. Ed. n°152 La maison rustique, Paris, 529 p.

251. TROUVELOT B. et CHEVALIER M., 1947- *Les animaux nuisibles des plantes des jardins, Le bon jardinier*. Tome1, Nouvelle Encyclopidie Horticole. Ed. n°151 La maison rustique, Paris, 584 p.

252. UNESCO., 1972- *Projet reg 100. Etude des ressources en eau du Sahara septentrional*. Rapport sur les résultats du projet, Ed. UNESCO, Paris. 78p.

253. VAN LENTERN J.C., 2000- A greenhouse without pesticides fact or fantasy ?. *Crop Protection* (19): 375-384.

254. VET L.E.M. et DICKE M., 1992- Ecology of infochemical use by by naturels enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol*., 37: 141-172

255. VIAL Y. et VIAL M., 1974 - *Le Sahara milieu vivant*. Ed. Hatier, Paris, 223 p.

256. VINCENT C. et CODERRE D., 1992- *La lutte biologique*. Ed. Gaëan Morin, Quebec, 671 p.

257. WAJNBERG E. et RIS N., 2007- *Parasitisme et lutte biologique. Ecologie et évolution des systèmes parasités*. 2ème édition. Ed. De Boeck, Belgique, pp 259-289

258. WANG S., TAN XL., GUO XJ. et ZHANG F., 2013-Effect of temperature and photoperiod on the development, reproduction, and predation of the predatory ladybird *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). Journal of Economic Entomology, 106(6):2621-2629.

259. ZAHRADNIK J.et SEVERA F., 1988-*Guide des insectes*. Ed. Hatie, Paris, 318 p.

260. ZAID E.H., 2006- *Compléments de cours de physiologie végétale*. 4ème Semestre,11 p.

261. ZENKHRI S., 1987- *Tentative d'une lutte biologique par l'utilisation de Pharoscymnus semiglobosus Karsch (Coleoptera-Coccinellidae) contre Parlatoria blanchardi Targ. (Homoptera – Diaspididae) dans la région de Ouargla*. Mém. Ing. Agr. Ouargla, 68 p.

المراجع:

ناصر حميد الدوسري2009 :أثر التركيب الكيميائي لخوص أوراق أصناف مختلفة من نخيل التمر في الاصابة بالحشرة القشرية البيضاء –مركز أبحاث النخيل، جامعة البصرة، العراق، مجلة نخلة التمرالعدد 2

توفيق محمد فؤاد. 1979.علم الحشرات العام. دار المعارف بمصر.221 صفحة

الدوري، حقي اسماعيل.1992. مكافحة الآفات الحشرية مع اشارة خاصة للزراعة في افريقيا، مطبعة دار الحكمة، جامعة البصرة.684ص.

Annexes

Annexe 1. Photo des stations d'étude

Photo N° 1 - Station de M'khadema

Photo N° 2 - Exploitation de département scientifique de l'université de Ouargla

Annexe 2. Régime trophique des invertébrés inventoriés dans les deux sites d'étude

Embranchement des invertébrés				Régime trophique
Classes	**Ordres**	**Familles**	**Espèces**	
Nématodes	Tylenchidés	Meloidogynidae	*Meloidogyne javanica* (Goldi 1877)	Phytophage
			Meloidogyne incognita (Kofoid et White 1919)	Phytophage
		Hoplolaimidae	*Helicotylenchuspseudorobustus* (Steiner, 1914)	Phytophage
		Aphelenchoididae	*Aphelenchus avenae* (Bastian, 1865)	Mycophage
	Rhabditidés	Cephalobidae	*Acrobeles ciliatus* (Von Linstow, 1877)	Bactériophage
Arachnides	Acariens	Tetranychidae	*Olygonychus afrasiaticus* (Mc Gregor, 1939)	Phytophage
		Dysderidae	*Trachyzelotes mutabilis* (Simon, 1878)	Zoophage
			Zelotes aeneus (Simon, 1937)	Zoophage
		Lycosidae	*Alopecosa albofasciata* (Brullé, 1832)	Zoophage
	Scorpionidés	Buthidae	*Androctonus amoreuxi* (Audoin, 1826)	Zoophage
Crustacées	Isopodes	Oniscidae	*Oniscus asellus* (Linné, 1758)	Détritivore
Insectes	Odonates	Libellulidae	*Sympetrum striolatum* (Chaprentier, 1840)	Zoophage
	Blattoptères	Blattidae	*Periplaneta americana* (Linné, 1758)	Omnivore
	Orthoptères	Gryllidae	*Gryllulus domesticus* (Linné 1758)	Phytophage
			Gryllulus bimaculatus (De Geer, 1773**)**	Phytophage
		Gryllotalpidae	*Gryllotalpa gryllotalpa* (Linné, 1758)	Omnivore
	Hétéroptères	Lygaeidae	*Lygaeus militaris* (Fabricius, 1794)	Zoophage
		Reduviidae	*Reduvius* sp.	Zoophage
	Homoptères	Aphididae	*Aphis fabae* (Scopoli, 1763)	Phytophage
		Diaspidae	*Parlatoria blanchardi* (Targioni,-Tozzeti, 1892)	Phytophage
	Coléoptères	Carabidae	*Harpalus aeneus* (Fabricius, 1775)	Zoophage
			Calosoma inquisitor (Linné, 1758)	Omnivore
			Anthia venator (Fabricius, 1792)	Zoophage
		Ténébrionidae	*Erodius orientalis (*Brullé 1832)	Saprophage
		Coccinellidae	*Coccinella septempunctata* (Linné, 1758)	Zoophage
			Pharoscymnus ovoideus	Zoophage
			Pharoscymnus numidicus	Zoophage
		Cicindelidae	*Cicindela silvicola* (Dejean, 1822)	Zoophage
	Hyménoptères	Formicidae	*Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793)	Zoophage
			Cataglyphis bombycina (Roger, 1859)	Zoophage
			Crematogaster scutellaris (Olivier, 1792)	Omnivore
	Lépidoptères	Pyralidae	*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839)	Phytophage
		Nymphalidae	*Vanessa cardui* (Linné, 1758)	Phytophage
	Diptères	Muscidae	*Musca domestica* (Linné, 1758)	Coprophage
		Culicidae	*Culex pipiens* (Linné, 1758)	Hématophage
		Syrphidae	*Syrphus vitripennis* (Meigen, 1822)	Zoophage
	Névroptères	Chrysopidae	*Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836)	Parasitoïde
4	**15**	**28**	**37**	

Annexe 3. Régime trophique des vertébrés inventoriés dans les deux sites d'étude

Embranchement des Vertèbres				Régime trophique
Classes	**Ordres**	**Familles**	**Espèces**	
Oiseaux	Colombiformes	Colombidae	*Streptopelia senegalensis* (Linné, 1766)	Omnivore
			Columba livia (Gmelin, 1789)	Granivore
	Passériformes	Corvidae	*Corvus ruficollis* (Lesson, 1830)	Omnivore
		Laniidae	*Lanius excubitor* (Linné, 1758)	Zoophage
			Lanius meridionalis(Linné, 1758)	Zoophage
		Leiothrichidae	*Turdoides fulva* (Desfontaines, 1789)	Zoophage
		Sylviidae	*Sylvia communis* (Lathan, 1787)	Zoophage
		Passeridae	*Passer domesticus. x P. hispaniolensis*	omnivore
Reptiles	Sauriens	Gekkonidae	*Tarentola neglecta*(Strauch, 1887)	Insectivore
			Stenodactylus sthenodactylus (Lichtenstein, 1823)	Insectivore
Mammifères	Rongeurs	Maridae	*Mus musculus* (Linné, 1758)	Omnivore
		Felidae	*Felis sylvestris* (Schreber, 1777)	carnivore
Amphibiens	Anoures	Bufonidae	*Bufo viridis* (Laurenti, 1758)	Insectivore
			Bufo calamita (Laurenti, 1768)	Insectivore
Poissons	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853)	Insectivore
5	6	11	15	

Annexe 4. Analyse des composantes principales pour la relation entre le taux d'infestation par la cochenille blanche des deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) et les différentes variables étudiées (Azote, calcium, magnésium, phosphore, potassium, teneur en sucres totaux et teneur en eau).

Analyse descriptive

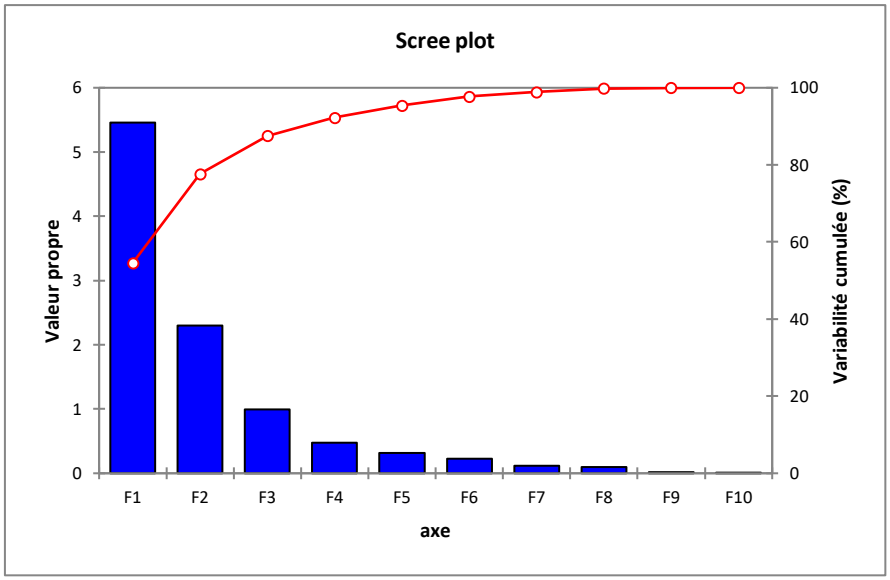
Variable	Obser	Obs. avec données manquantes	Obs. sans données manquantes	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
TI	12	0	12	3.1000	21.2300	13.3950	6.8862
AZ	12	0	12	1.0600	1.2800	1.1400	0.0708
Na	12	0	12	0.2600	0.5100	0.3650	0.0787
P	12	0	12	0.3100	0.5500	0.4233	0.0695
K	12	0	12	0.3700	0.6100	0.4692	0.0760
Ca	12	0	12	0.6700	1.1800	0.9517	0.1694
Mg	12	0	12	0.2300	0.4500	0.3425	0.0636
KCM	12	0	12	0.2500	0.6700	0.3758	0.1316
ST	12	0	12	0.0180	0.0250	0.0211	0.0024
TE	12	0	12	42.6600	60.9300	50.6192	6.3377

Matrice de corrélation

Varia	TI	AZ	Na	P	K	Ca	Mg	KCM	ST	TE
TI	**1**	-0.3213	-0.8764	-0.0112	-0.8882	0.6579	0.7332	-0.8642	-0.1440	-0.7946
AZ	-0.3213	**1**	0.0701	0.6134	0.2483	0.2401	0.0242	-0.0322	-0.1145	0.6596
Na	-0.8764	0.0701	**1**	-0.0067	0.8828	-0.6308	-0.6172	0.8855	0.0516	0.7142
P	-0.0112	0.6134	-0.0067	**1**	-0.0011	0.4885	0.3131	-0.2719	-0.1020	0.3820
K	-0.8882	0.2483	0.8828	-0.0011	**1**	-0.5628	-0.6736	0.8935	0.0920	0.7237
Ca	0.6579	0.2401	-0.6308	0.4885	-0.5628	**1**	0.6573	-0.8327	-0.3287	-0.3607
Mg	0.7332	0.0242	-0.6172	0.3131	-0.6736	0.6573	**1**	-0.8270	-0.1413	-0.4631
KCM	-0.8642	-0.0322	0.8855	-0.2719	0.8935	-0.8327	-0.8270	**1**	0.1774	0.6261
ST	-0.1440	-0.1145	0.0516	-0.1020	0.0920	-0.3287	-0.1413	0.1774	**1**	0.1426
TE	-0.7946	0.6596	0.7142	0.3820	0.7237	-0.3607	-0.4631	0.6261	0.1426	**1**

Valeurs propres :

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Valeur propre	5.4558	2.3039	0.9897	0.4769	0.3172	0.2291	0.1157	0.0949	0.0147	0.0020
Variabili (%)	54.5583	23.0392	9.8967	4.7693	3.1724	2.2908	1.1568	0.9489	0.1473	0.0203
% cumulé	54.5583	77.5976	87.4943	92.2636	95.4360	97.7267	98.8836	99.8325	99.9797	100.0000



Corrélations entre les variables et les facteurs :

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
TI	-0.9541	-0.1557	0.0160	-0.0341	-0.0228	-0.0094	0.0545	0.2406	0.0496	-0.0055
AZ	0.1752	0.8840	0.0787	0.3862	0.1498	0.0620	-0.0574	-0.0005	0.0531	0.0076
Na	0.9125	0.0524	-0.1473	-0.3357	0.0419	0.0382	0.1296	-0.0671	0.0751	-0.0008
P	-0.1136	0.8806	0.1285	-0.3036	-0.2019	-0.2243	-0.1071	0.0175	0.0002	0.0010
K	0.9235	0.1337	-0.1009	-0.1088	-0.0432	0.2705	-0.1528	0.0917	-0.0117	-0.0189
Ca	-0.7674	0.4838	-0.1135	-0.0362	-0.2671	0.2770	0.1163	-0.0306	-0.0163	0.0119
Mg	-0.8094	0.2425	0.0920	-0.3195	0.4036	0.1046	-0.0341	-0.0022	-0.0221	0.0075
KCM	0.9673	-0.1996	-0.0707	-0.0479	-0.0131	-0.0031	-0.0268	0.1214	-0.0137	0.0356
ST	0.2040	-0.2318	0.9430	-0.0388	-0.0703	0.0926	0.0074	-0.0145	0.0118	0.0021
TE	0.7713	0.5618	0.1388	0.0519	0.1029	-0.0631	0.2058	0.0888	-0.0508	-0.0104