



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et De La Recherche

Scientifique Université Mohamed Kheider Biskra

Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la

Vie Département des Sciences de la Nature et de la Vie

## THESE

Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Etude de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller.,  
1839, dans la région de M'ghaier (Algérie), infestation,  
cycle de développement et essai bio insecticide

Présenté par : Lebbouz Ismahane

Soutenue publiquement le : 19 novembre 2017

### Devant le jury

Président :	Belhamra Mohamed	Professeur	Université Mohamed Kheider - Biskra
Directeur de Thèse :	Ouakid M <sup>ed</sup> Laid	Professeur	Université Badji Mokhtar - Annaba
	Houhamedi Moussa	Professeur	Université 8 mai 1945 - Guelma
Examineurs :	Telaila salah	M.C.A	Université Chadli Bendjedid - Taref
	Moussi Abed Elhamid	M.C.A	Université Mohamed Kheider - Biskra
	Mehaoua M <sup>ed</sup> seghir	M.C.A	Université Mohamed Kheider - Biskra

Année universitaire: 2016/2017

## **Remerciements**

Tout d'abord un grand merci à mon Dieu, le tout puissant de m'avoir donné, le courage, la volonté, la santé et la force pour réaliser ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. J'essaierai de le faire en quelques lignes pour être brève tout en sachant que l'équivalent en lignes de la thèse toute entière ne suffira pas, et je cite en particulier ;

Mr.OUAKID Mohamed Laid, professeur au département de biologie à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté d'encadrer et diriger ce travail, pour avoir toujours réussi à se rendre disponible quand j'avais besoin de lui, pour les précieuses corrections apportées à ce manuscrit, mais également pour sa bonne humeur quotidienne et sa gentillesse. J'ai l'honneur de vous exprimer mes sincères reconnaissances et mes respectueuses gratitudees.

Il m'est très agréable de remercier Mr. BELHAMRA Mohamed, professeur au département des sciences agronomiques à la faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie de l'université Mohamed Kheider - Biskra, vous qui me faites le grand honneur de présider le jury de cette thèse.

Je voudrais remercier également les membres du jury; Mr. HOUHAMMEDI Moussa, Professeur au département de biologie à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université 8 mai 1945 - Gueulma, Mr.TELAILA Salah, maître de conférences au département de biologie à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Bendjdid - Taref, Mr. MOUSSI Abdelhamid, maître de conférences au département des sciences de la nature et de la vie à la faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie de l'université Mohamed Kheider-Biskra et Mr. MEHAOUA Mohamed Seghir, maître de conférences au département des sciences agronomiques à la faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie de l'université Mohamed Kheider-Biskra, pour avoir acceptés d'examiner ce travail; mes sincères reconnaissances, remerciements et mes respectueuses gratitudees.

Je tiens à remercier Mr. Nadji, directeur de la station régionale de Protection des Végétaux de (INPV), à Flieche – Biskra, pour m'avoir ouvert les portes de la station, pour m'avoir fourni les moyens matériels nécessaires à l'expérimentation. Permettez-moi de vous exprimer ma profonde gratitude, ma vive reconnaissance et mes profonds respects.

Je tiens à remercier Mr. Saidi Slimane, Ben Youcef Mohamed Lakhdar, délégation d'agriculture d'El M'ghaier pour m'avoir fourni les informations nécessaires qui concernent la région d'étude. Permettez-moi de vous exprimer ma profonde gratitude, ma vive reconnaissance et mes profonds respects.

Je remercie aussi Mr. Ghannia Youcef, Direction de la programmation et du suivi budgétaire d'El Oued pour son accueil et de m'avoir fourni toutes les informations nécessaires qui concernent la région d'étude.

J'exprime mes remerciements à tout le personnel des bibliothèques (départements de biologie, chimie et pharmacie) de l'université Mentouri-Constantine, des départements de biologie et d'agronomie de l'université Mohamed Kheider-Biskra, du laboratoire pédagogique de l'université Mohamed Kheider -Biskra, merci pour l'aide, l'encouragement et la gentillesse.

J'adresse également mes sincères remerciements à mes collègues Dallal, Fatima, Nassima, Sabrine, Fouzi, Ayoub, pour le soutien moral pendant toute la durée de ce travail. Que ceux qui ne sont pas nommés ici, me pardonnent s'ils ont été oubliés, ce n'est que par l'écrit.

Enfin merci à ma famille et plus particulièrement à mes parents pour leur soutien continu.

## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Situation géographique de la région d'étude. ....	20
02	Diagramme Ombrothermique de la région d'El Mghaier période (1983 / 2013). ....	21
3	Situation de la région d'El Mghaier sur le climagramme d'Emberger. ....	22
4	Localisation des stations d'étude dans la région d'El M'ghaier. ....	25
5	Localisation de la première station d'étude sur photo aérienne. ....	26
6	Localisation de la deuxième station d'étude sur photo aérienne.....	27
7	Cycle biologique de <i>Ectomyelois ceratoniae</i> . ....	33
8	Installation des pièges Delta AATRAP. ....	35
09	Échantillonnage des dattes. ....	36
10	<i>P. harmala</i> au stade végétatif à l'Oued Itel (El Oued) (Originale). ....	42
11	<i>C. arabica</i> au stade floraison à l'Oued Itel (El Oued) (Originale). ....	45
12	<i>D. gnidium</i> au stade fructification à Edough (Annaba) (Originale). ....	48
13	Fluctuations de la population mâles de <i>E. ceratoniae</i> en fonction des conditions climatiques en 2011 dans le site 01. ....	58
14	Fluctuations de la population mâles de <i>E. ceratoniae</i> en fonction des conditions climatiques en 2012 dans le site 01. ....	59
15	Fluctuations de la population mâles de <i>E. ceratoniae</i> en fonction des conditions climatiques en 2013 dans les deux sites. ....	60
16	Évolution hebdomadaire de la ponte de <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2011. ....	63
17	Évolution hebdomadaire de la ponte de <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le premier site. ....	63
18	Évolution hebdomadaire de la ponte de <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le deuxième site. ....	64
19	Évolution hebdomadaire de la ponte de <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le premier site. ....	65
20	Évolution hebdomadaire de la ponte de <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le deuxième site. ....	65

21	Evolution hebdomadaire de l'infestation par <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2011. ....	66
22	Evolution hebdomadaire de l'infestation par <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le premier site. ....	67
23	Evolution hebdomadaire de l'infestation par <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le deuxième site. ....	68
24	Evolution hebdomadaire de l'infestation par <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le premier site. ....	69
25	Evolution hebdomadaire de l'infestation par <i>E. ceratoniae</i> sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le deuxième site. ....	69
26	Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Deglet Nour.....	71
27	Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Degla Beida .....	72
28	Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Ghars .....	73
29	Action des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et <i>C. arabica</i> sur les œufs de <i>E. ceratoniae</i> : <b>a.</b> Embryon mort, <b>b.</b> Œufs déformés. ....	85
30	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par les huiles essentielles de <i>C. arabica</i> .....	87
31	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par les huiles essentielles de <i>P. harmala</i> .....	87
32	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les adultes de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par les huiles essentielles de <i>P. harmala</i> .....	89
33	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les adultes de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par les huiles essentielles de <i>C. arabica</i> . ....	89
34	Effet des huiles essentielles de <i>P. harmala</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> en fonction du temps. ....	91
35	Effet des huiles essentielles de <i>P. harmala</i> sur la mortalité des adultes en fonction du temps. ....	91
36	Effet des huiles essentielles de <i>C. arabica</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> en fonction du temps. ....	92
37	Effet des huiles essentielles de <i>C. arabica</i> sur la mortalité des adultes en fonction du temps. ....	92

38	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de <i>P. harmala</i> .	94
39	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de <i>P. harmala</i> .....	94
40	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> .....	96
41	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> .....	96
42	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de <i>D. gnidium</i> . ....	98
43	Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de <i>D. gnidium</i> .....	98
44	Effet de l'extrait aqueux de <i>P. harmala</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps. ....	100
45	Effet de l'extrait aqueux de <i>P. harmala</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps. ....	100
46	Effet de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps. ....	101
47	Effet de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps. ....	101
48	Effet de l'extrait aqueux de <i>D. gnidium</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps. ....	102
49	Effet de l'extrait aqueux de <i>D. gnidium</i> sur la mortalité des larves L <sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps.....	102

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Données climatiques de la région d'étude / période (1983 / 2013). .....	23
02	Caractéristiques chimiques des trois variétés de datte étudiées. ....	31
03	Fluctuation du vol de pyrale en fonction des conditions climatiques.....	62
04	Relation entre les captures de mâles et l'activité du ravageur. ....	75
05	Taux de ponte moyens (%) enregistrés dans les deux sites sur les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).....	76
06	Taux de ponte moyens (%) des deux sites enregistrés sur les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).....	77
07	Effet des variables variété et stade phénologique sur le taux de ponte (variété*stade : interaction). ....	78
08	Effet de la variété de dattes sur le taux de ponte par <i>E. Ceratoniae</i> .....	78
09	Effet de stade phénologique de dattes sur le taux de ponte par <i>E. ceratoniae</i> . ....	79
10	Taux d'infestation moyens (%) enregistrés dans les deux sites chez les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).....	80
11	Taux d'infestation moyens (%) enregistrés dans les deux sites chez les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).....	81
12	Effet des variables variété et stade phénologique sur le taux d'infestation (variété*stade : interaction). ....	81
13	Effet de la variété de dattes sur le taux d'infestation par <i>E. ceratoniae</i> .....	82
14	Effet de stade phénologique de dattes sur le taux d'infestation par <i>E. ceratoniae</i> . ....	82
15	Durée moyenne (en jours) des stades de développement de <i>E. ceratoniae</i> . ....	83
16	Taux d'éclosion (%) enregistré chez les œufs témoins et traités par les huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et <i>C. arabica</i> .....	84

17	Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L <sub>4</sub> témoins et traitées par les huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> . .....	86
18	Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les adultes témoins et traitées par les huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> . .....	88
19	paramètres toxicologiques des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> en fonction du temps de traitement. ....	90
20	Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L <sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de <i>P. harmala</i> .....	93
21	Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L <sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de <i>C. arabica</i> . ....	95
22	Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L <sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de <i>D. gnidium</i> .....	97
23	Paramètres toxicologiques des extraits aqueux bruts des plantes étudiées en fonction du temps de traitement.....	99

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	14
<b>2. Matériel et méthodes</b> .....	19
2.1.- Présentation de la région d'étude .....	20
2.1.1.- Situation géographique .....	20
2.1.2. Synthèse climatique.....	21
2.1.3. Importance du patrimoine phoenicicole dans la région d'étude.....	23
2.2.- Présentation des sites d'étude .....	24
2.3.- Matériel biologique .....	28
2.3.1.- Matériel végétal .....	28
2.3.1.1.- Les stades phénologiques.....	28
2.3.1.1.1.-Loulou ou Hababouk.....	28
2.3.1.1.2.- Khalal ou Kimri, Blah.....	29
2.3.1.1.3.-Bser ou Bsir, Bissir .....	29
2.3.1.1.4.-Martouba ou Routab .....	29
2.3.1.1.5.-Tamar ou Tmar.....	29
2.3.1.2.- Les variétés étudiées .....	29
2.3.1.2.1.- Caractéristiques morphologiques et organoleptiques .....	29
<i>La variété Degla Beida</i> .....	29
<i>La variété Deglet Nour</i> .....	30
<i>La variété Ghars</i> .....	30
2.3.1.2.2.- Caractéristiques chimiques .....	30

2.3.2.- Matériel animal .....	31
2.3.2.1.- Nature des dégâts .....	33
2.4.- Etude de la Bio écologie de la pyrale des dattes .....	34
2.4.1.- Evolution de la population imaginale .....	34
2.4.2.- Etude de l'évolution des stades imparfaits (œufs, larves et chrysalides).....	34
2.4.2.1.- Echantillonnage des dattes .....	34
2.5.- Etude de l'influence de la variété des dattes sur la durée du cycle de vie .....	37
2.5.1. Préparation des milieux de culture .....	37
2.5.2.- Élevage de masse .....	37
2.6.- Expression des résultats .....	38
2.6.1.-Taux de ponte et d'infestation.....	38
2.6.2.- Analyses statistiques .....	39
2.7.- Essais de lutte.....	39
2.7.1.- Matériel végétal .....	41
2.7.1.1.- <i>Peganum harmala</i> .....	41
2.7.1.1.1.-Position systématique.....	41
2.7.1.1.2.-Description botanique .....	41
2.7.1.1.3.-Répartition géographique.....	42
2.7.1.1.4.-Utilisation en médecine traditionnelle .....	43
2.7.1.1.5.-Données phytochimiques .....	43
2.7.1.1.6.-Toxicité et activité biologique.....	43
2.7.1.2.- <i>Cleome arabica</i> .....	44

2.7.1.2.1.-Position systématique.....	44
2.7.1.2.2.-Description botanique .....	44
2.7.1.2.3.-Répartition géographique.....	45
2.7.1.2.4.-Utilisation en médecine traditionnelle .....	45
2.7.1.2.5.-Données phytochimiques .....	46
2.7.1.2.6.-Toxicité et activité biologique.....	46
2.7.1.3.- <i>Daphne gnidium</i> L .....	46
2.7.1.3.1.-Position systématique.....	47
2.7.1.3.2.-Description botanique .....	47
2.7.1.3.3.-Répartition géographique.....	47
2.7.1.3.4.-Utilisation en médecine traditionnelle .....	48
2.7.1.3.5.-Données phytochimiques .....	48
2.7.1.3.6.-Toxicité et activité biologique.....	49
2.7.2.-Matériel animal .....	49
2.7.3.-Extraction des principes actifs .....	50
2.7.3.1.-Préparation des huiles essentielles .....	50
2.7.3.2.-Préparation des extraits bruts aqueux .....	52
2.7.4.- Tests de toxicité .....	52
2.7.4.1.- Etude de toxicité des huiles essentielles .....	54
2.7.4.1.1.- Test de toxicité par inhalation.....	54
2.7.4.1.2.- Test de toxicité par contact .....	54
2.7.4.2.- Etude de toxicité des extraits aqueux.....	55

2.7.4.2.1.- Test de toxicité par contact .....	55
2.7.4.2.2.-Test de toxicité par ingestion .....	55
2.8.-Expression des résultats et analyses statistiques .....	55
2.8.1.- Calcul de temps létal 50 (TL <sub>50</sub> ). .....	56
<b>3. Résultats .....</b>	<b>57</b>
3.1.- Dynamique des populations .....	58
3.1.1.- Evolution de la population imaginale .....	58
3.1.2.- Evolution des stades imparfaits (œuf) de <i>E. ceratoniae</i> .....	61
3.1.3.- Evolution des stades imparfaits (larves et chrysalides) de <i>E. ceratoniae</i> .....	66
3.1.4.- Relation capture -activité du ravageur (ponte et infestation) .....	70
3.1.5.- Evolution de la ponte en fonction des stades phénologiques sur les trois variétés. ....	76
3.1.6.- Evolution de l'infestation en fonction des stades phénologiques chez les trois variétés. ....	79
3.1.7.- Etude de cycle de développement .....	82
3.2.- Essais de lutte .....	84
3.2.1.- Effet des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> sur <i>E. ceratoniae</i> . ....	84
3.2.1.1.- Effet des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> sur les œufs. ....	84
3.2.1.2.- Effet des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et <i>C. arabica</i> sur les larves L4 .....	86
3.2.1.3.- Effet des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> sur les adultes. ....	88
3.2.1.4.- Paramètres toxicologiques des huiles essentielles brutes de <i>P. harmala</i> et de <i>C. arabica</i> sur les larves L4 et les adultes de <i>E. ceratoniae</i> .....	90

3.2.2.- Effet des extraits aqueux bruts des plantes étudiées sur les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> .....	93
3.2.2.1.- Effet de l'extrait aqueux brut de <i>P. harmala</i> sur les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> .....	93
3.2.2.2.- Effet de l'extrait aqueux brut de <i>C. arabica</i> sur les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> .	95
3.2.2.3.- Effet de l'extrait aqueux brut de <i>D. gnidium</i> sur les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> .	97
3.2.2.4.- Paramètres toxicologiques des extraits aqueux bruts des plantes étudiées sur les larves L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> . ....	98
<b>4. Discussion</b> .....	103
<b>Conclusion</b> .....	121
<b>Références bibliographiques</b> .....	126
<b>Résumés</b> .....	151

# ***1.- Introduction***

Depuis deux décennies, la mise en valeur agricole des zones arides retient l'attention des chercheurs et des organisations concernées par le développement. Les pays arabes, qui s'étendent sur de larges territoires semi-arides ou désertiques, sont les premiers intéressés, d'autant plus que leurs ressources alimentaires ne peuvent plus satisfaire les besoins d'une population qui s'accroît à un rythme élevé. Avec un territoire saharien de plus de 2 millions de km<sup>2</sup>, il n'est pas étonnant que l'Algérie examine de plus près les possibilités d'y développer ses ressources agricoles (Dubost, 1986). Cette immensité marque la naissance de différents oekoumènes oasiens dispersés çà et là (Senoussi, 1999). Le terme oasis, est souvent confondu avec celui de palmeraie. Une oasis est à notre sens composée par plusieurs palmeraies. Une oasis est une petite terre fertile (îlot) dans le désert grâce à la présence d'eau (Bouammar, 2010). L'oasis désigne un îlot de vie sociale (religieuse, culturelle), et d'activité économique (agriculture, artisanat, commerce, petits métiers...) dans le désert et c'est l'eau qui rend possible cette vie et ces activités (Snoussi 1995).

Cependant, Daddi Bouhoun (2010), indique que le palmier dattier est la composante principale de l'écosystème oasien. Il permet une pérennité de la vie dans les régions désertiques où, sans lui, elle serait impossible, même en présence d'eau. Dans ces conditions particulièrement rudes par son effet « Oasis », il a créé un microclimat favorable aux espèces arborescentes et herbacées plus délicates, à l'introduction de l'élevage et à l'établissement humain, des noyaux de vie ont vu le jour au Sahara (Saker et Daddi bouhoun, 2007). Actuellement, l'industrie pétrolière au Sahara et l'économie de marché ont perturbé la vie socio-économique et culturelle, avec un délaissement de la phoeniciculture ce qui fait que l'agriculture saharienne n'a pas atteint les objectifs escomptés en dépit des différentes réformes qu'elle a connues, malgré le soutien et les différents moyens mobilisés pour redresser ce secteur vital. Elle reste stratégique pour les contrées sahariennes et leurs populations, particulièrement à travers l'importance de son patrimoine phoenicicole. En effet, la palmeraie algérienne ne cesse d'être confrontée à divers problèmes, à la fois d'ordre technique, agronomique et ceux liés aux moyens. Les résultats enregistrés par le secteur de la phoeniciculture, malgré les stratégies adoptées, restent en deçà des résultats souhaités.

Les problèmes d'ordre phytosanitaire pénalisent aussi la phoeniciculture algérienne, ils ont non seulement réduit la quantité de la production mais aussi, ils altèrent la qualité de celle-ci, selon Jerraya (1993), une cinquantaine d'espèces s'attaquent au palmier dattier et à ses produits appartenant pour la plus part à la classe d'insecte. Certaines se nourrissent de

sève, d'autres en consomment les palmes et le bois, enfin d'autres se développent aux dépend des fleurs et des fruits verts, mûrs ou en stock. Leur nuisibilité en plein champ, varie selon les régions et les variétés, mais trois apparaissent particulièrement nuisibles en Afrique du Nord. Il s'agit; d'*Oligonucusa frasiaticus*, *Parlatoria blanchardi* et *Ectomyelois ceratoniae*.

Nous optons pour travailler sur *E. ceratoniae* à cause des dégâts importants dus à ses larves. En effet, ce ravageur cause jusqu'à 30% de perte parmi les récoltes de dattes au Maroc (Bouka et al., 2001). En Tunisie Dhouibi (1982), montre que les dégâts de *E. ceratoniae* pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte, surtout dans le périmètre irrigué. Les pertes en Californie varie entre 10 et 40% des dattes infestées (Nay et al., 2006). En Algérie, et dans les oasis, Wertheimer (1958), signale un taux d'infestation varie entre 8 et 10% dans les oasis de l'Oued Righ. Lepigre (1963), rapporte des pertes de dattes au tri supérieures à 10%, atteignant 30% certaines années. Au moment de la récolte, ce pourcentage peut même parfois atteindre 80% (Munier, 1973). Selon Idder (1984), les dégâts occasionnés par la pyrale des dattes est en moyenne de 22% dans la région d'Ouargla, bien que ce taux varie d'une variété à une autre et d'une année à une autre.

Nous avons déjà vu un certain nombre de cahiers des charges émanant des services vétérinaires de certains grands distributeurs européens demandant zéro % d'infestation. Il est évident que de telles demandes veulent nier le fait que toutes les dattes, toutes origines confondues subissent les attaques d'insectes et présentent un pourcentage de fruits infestés plus ou moins élevé. Aussi est-il couramment admis qu'un seuil de 5 % d'infestation est acceptable au-delà, le produit pourrait être refusé (Ordines, 2000).

La lutte chimique, qui est l'attaque offensive par tout produit toxique, visant à empoisonner un organisme (Lhoste et Grison, 1989), a été le premier moyen utilisé en Algérie avec l'usage du DDT (Wertheimer, 1958) et divers produits sont également appliqués en plein champ, notamment, le Malathion à 2%, le Parathion 1,25%, et le Phosalone 4%, (Bounaga et Djerbi, 1990). La lutte chimique par ces produits s'est montrée peu efficace pour diminuer l'attaque du ravageur, la pyrale des dattes se développe; soit complètement à l'intérieur des fruits (cas de grenadier), soit en partie (cas du dattier), elle est donc plus ou moins protégée contre tout traitement insecticide (Dhouibi, 1982 ; khoualdia, 1996a ; Mediouni Benjemaa et al., 2004). C'est pour cela, jusqu'aux années 90, le bromure de méthyle était considéré comme le fumigène idéal. En effet, son efficacité contre les insectes à tous les stades de leur

développement a été prouvée. Il possède un grand pouvoir de pénétration dans les denrées. Cependant la confiance et la place accordées à la lutte chimique ont conduit à une utilisation massive des pesticides chimiques qui, malgré leur succès commercial, a conduit en retour à une dépréciation de leur image auprès de la population en raison de plusieurs facteurs; parmi ceux-ci, figurent par exemple la pollution des nappes phréatiques, les problèmes de santé publique, les menaces sur les organismes non-cibles et auxiliaires des cultures et l'apparition de résistances aux pesticides employés. Ce dernier facteur est particulièrement problématique car la baisse d'efficacité de certaines molécules qui en résulte induit un accroissement de la fréquence des traitements au cours de la saison, et une course effrénée de l'industrie vers de nouvelles molécules courant elles-mêmes le risque d'être à terme inopérantes (Boivin et Sauphanor, 2007).

Dans la quête de nouvelles techniques pour protéger les dattes contre *E. ceratoniae*, plusieurs méthodes alternatives ont été proposées pour la lutte contre ce ravageur y compris la collecte de tous les débris et le reste de récolte comme une mesure prophylactique (Gómez Vives et Ferry, 2005), la technique d'insectes stériles (Zolfagharieh et al., 2009, Dhouibi et Mediouni Benjemaa, 2010), le traitement thermique des dattes (Hilal et al., 2005), la technique de désinfestation par micro-onde (Reynes, 1997) et le piégeage sexuel (Mortazavi et al., 2016). L'une des méthodes les plus classiques consiste à utiliser des espèces situées dans la chaîne alimentaire au maillon immédiatement supérieur et dont l'action prédatrice ou parasitaire permet de résoudre le problème de façon intéressante (Le Berre, 1978). Doumandji-Mitiche (1983), signalent la présence de trois ennemis naturels qui sont : *Trichogramma embryophagum* Hartig est un parasitoïde des œufs (ovoparasite), *Phanerotoma flavitestacea* Fischer et *Phanerotoma ocuralis* Khl, sont des parasitoïdes ovo-larvaires et *Bracon hebetor* Say est un parasitoïde des larves, alors que plusieurs travaux ont montré leurs efficacités contre la pyrale de dattes nous citons ; Doumandji-Mitiche (1985), khoualdia et al.,(1996a, 1996b), Dhouibi et Jemmazi (1993), Dhouibi et Jemmazi (1996), Dhouibi (2000), Ben Ayed (2006), Ksentini et al. (2010), Zouiouache (2012), Bensalah et Ouakid (2015), Dhouibi et al. (2016) et Dehliz et al. (2016).

L'utilisation de biopesticides d'origine végétale paraît une des solutions alternatives à la lutte chimique pour minimiser les préjudices de ce ravageur, La possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes contre la pyrale des dattes en particulier, a suscité peu de

travaux par rapport à la richesse floristique mondiale, on cite celle de Mediouni Ben Jemaa et *al.* (2009), Bachrouch et *al.* (2010), Haoual et *al.* (2010) et Amri et *al.* (2014).

La situation géographique de l'Algérie, chevauchant entre deux empires floraux : Holarctis et Paleotropis, lui confère une flore très diversifiée décrivant 3139 espèces végétales dans la flore d'Algérie (Quezel et Santa, 1962 cité par FAO, 2012) dont on dénombre 480 espèces dans le Sahara seul (Maire, 1933), parmi ceci, 162 espèces endémiques et à laquelle s'ajoute une tradition séculaire de pharmacopée traditionnelle. Plusieurs espèces sont connues par leurs propriétés thérapeutiques remarquables (Quezel, 1978 cités par Chehma, 2006).

L'intérêt que nous portons sur *E.ceratoniae*, s'explique non seulement par son importance économique, mais également par la complexité de sa biologie. Celle-ci se caractérise par la polyphagie de l'insecte par son polyvoltinisme et par ses grandes capacités d'adaptation à des milieux très différents tels les vergers et les entrepôts de stockage ou de conditionnement, aussi bien sur le littoral que dans les oasis (Doumandji, 1981).

Parmi les régions phoenicicoles potentielles en Algérie, la vallée de l'Oued-Righ, est très connue par sa diversité génétique du palmier et la particularité ethnique de sa population, très attachée à la culture phoenicicole (Merrouchi et Bouammar, 2015). En outre, le nombre de cultivars recensé est de 175 avec une orientation nette vers la Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beida. À cet effet, le cultivar Deglet-Nour représente plus de 62,9 %, ensuite, viennent Ghars et Degla-Beida, respectivement, 17,02 % et 11,63 % (Acourene et *al.*, 2007).

C'est dans ce contexte que nous avons étudié dans la première partie de ce travail, la bioécologie de ce ravageur dans deux palmeraies dans la région d'El Mèghaier, partie basse de la vallée de l'oued Righ, durant 3 ans, en utilisant la méthode de piégeage sexuel, pour suivre la dynamique de la population imaginaire et prélèvement et dissection des fruits. Systématiquement, durant toute la période d'activité du ravageur, nous avons essayé de suivre les fluctuations des populations de divers stades (œufs, larves et chrysalides) de l'insecte au cours de l'évolution des stades phénologiques de ces trois variétés à grande valeur marchande et de voir en premier lieu ; le type de corrélation entre le vol et l'activité du ravageur en plein champ. De voir qu'elle est la variété et le stade phénologique les plus attaqués par la pyrale. L'étude de cycle de vie de *E.ceratonie* au laboratoire, élevé sur des milieux d'élevage préparés à base de variétés étudiées semble nécessaire afin de confirmer la

relation entre variété et préférence alimentaire de ce dernier. La connaissance de la bioécologie permettra de prévoir la ou les périodes favorables à la pullulation du ravageur dans le champ ce qui permet la mise en place des stratégies de lutte efficace à des moments précis de l'année.

Dans la deuxième partie, vu la richesse floristique de notre pays, et pour mieux caractériser et valoriser leur potentialités; 3 plantes ont été choisies, il s'agit de *Daphne gnidium*, plante tellienne, *Cleome arabia* et *Peganum harmala*, plantes spontanées du Sahara septentrional Est Algérien, l'objectif est de rechercher à partir des extraits foliaires de ses plantes, ses caractéristiques insecticide contre la pyrale des dattes.

Le présent travail s'articule sur trois parties. La première partie est consacré à la présentation de la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale. Il se divise en deux parties; la première porte sur le protocole adopté pour l'étude de la dynamique de la population sur trois variétés de dattes, après une présentation de la région et sites d'étude et une présentation des variétés choisies. La deuxième porte sur le protocole suivi pour l'extraction des principes actifs, les tests biologiques ainsi que l'exploitation des résultats de la présente étude. La deuxième partie traite les résultats obtenus et la troisième, porte sur l'interprétation et la discussion des résultats. Une conclusion générale qui est un ensemble de réflexions, achève ce travail.

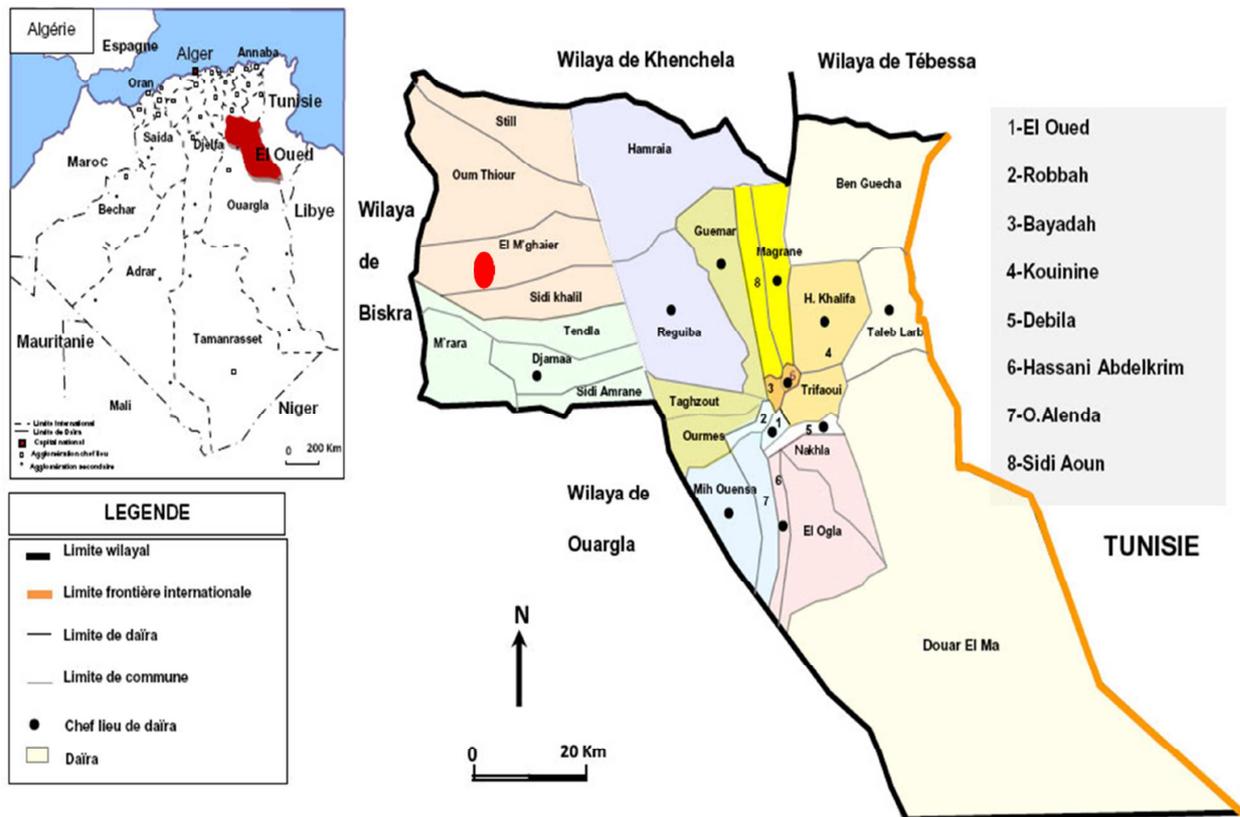
## ***2.- Matériel et Méthodes.***

## 2.1.- Présentation de la région d'étude

### 2.1.1.- Situation géographique

La région d'El-M'ghaïer est située au Sud – Ouest de la wilaya d'El Oued, positionnée dans une dépression, avec un abaissement d'environ 1,5 m par rapport au niveau de la mer. Elle s'étend sur une superficie de 1532 km<sup>2</sup> (D.P.S.B, 2014). Elle est limitée au Nord par la commune d'Oum Touyou, à l'Ouest par la wilaya de Biskra, au Sud par la commune de Sidi Khellil et Ouargla, à l'Est par El Hamraia (Fig.01). Ses coordonnées géographiques sont :

- **Altitude** ; 252 m    - **Latitude** ; 33° 57' 2" Nord    - **Longitude** ; 5° 55' 27" Est



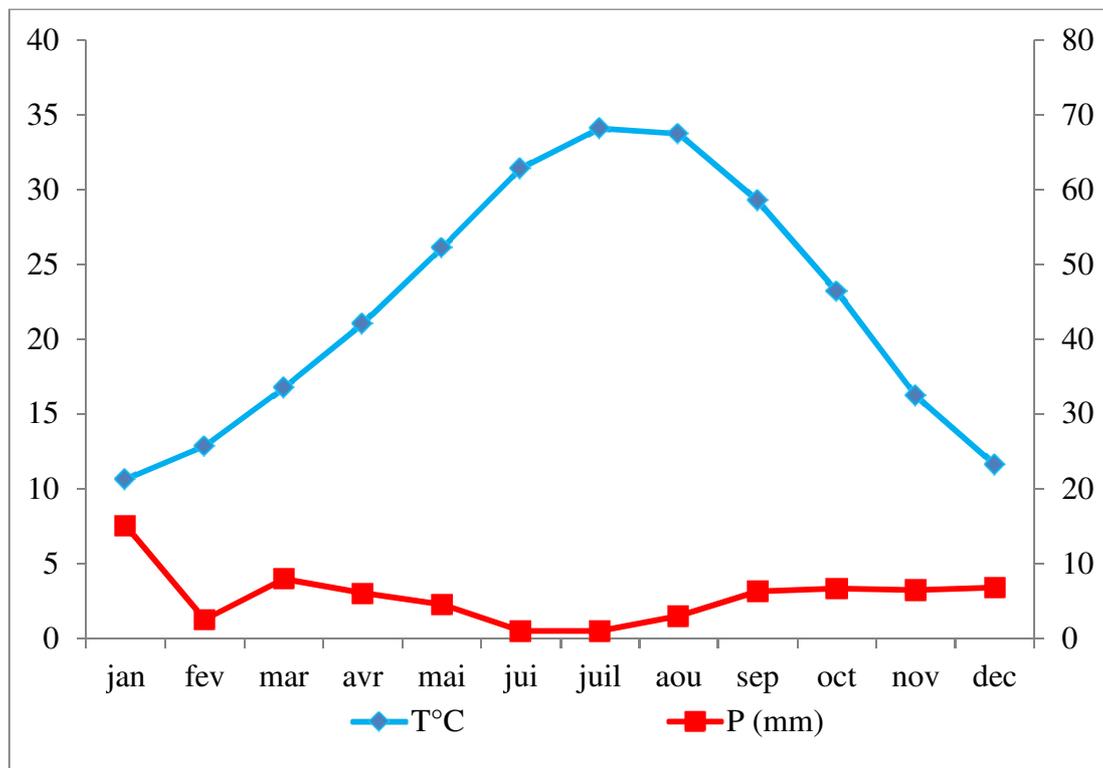
● : La région d'étude

Source: (P.D.A.U. Wilaya d'El Oued, 1997 cité par Boubir et Farhi, 2009)

Fig. 01- Situation géographique de la région d'étude

### 2.1.2.- Synthèse climatique

La caractérisation du climat de la zone d'étude a été réalisée sur la base des données chronologiques période (1983/2013), de la station météorologique de Touggourt et ce en raison de l'absence de données climatiques propres à la zone d'étude. C'est donnée sont considérés comme suffisamment représentatives de notre région d'étude. Selon le digramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1957) pour la période (1983/2013), le climat de la région est caractérisé par une période sèche qui s'étend durant toute l'année (Fig.02).



**Fig. 02-** Diagramme ombrothèrmique de la région d'El M'ghaier, période (1983 / 2013).

Le climagramme d'Emberger (Fig.03), montre que la région est située dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux avec un  $Q_2$  de 6,31. Les précipitations sont très faibles et très irrégulières, le cumul annuel est de 67,60 mm. La température moyenne annuelle est de 22,23°C avec un maxima moyen de 41,2°C au mois de juillet et un minima moyen de 4,5°C au mois de janvier. Les vents dominants ont une direction Nord-Ouest et Sud –Est. La vitesse moyenne est de 3,05 m/s. les températures élevées et les vents violents provoquent une évaporation intense avec un maximum de 401 mm au mois de juillet (tableau 01).

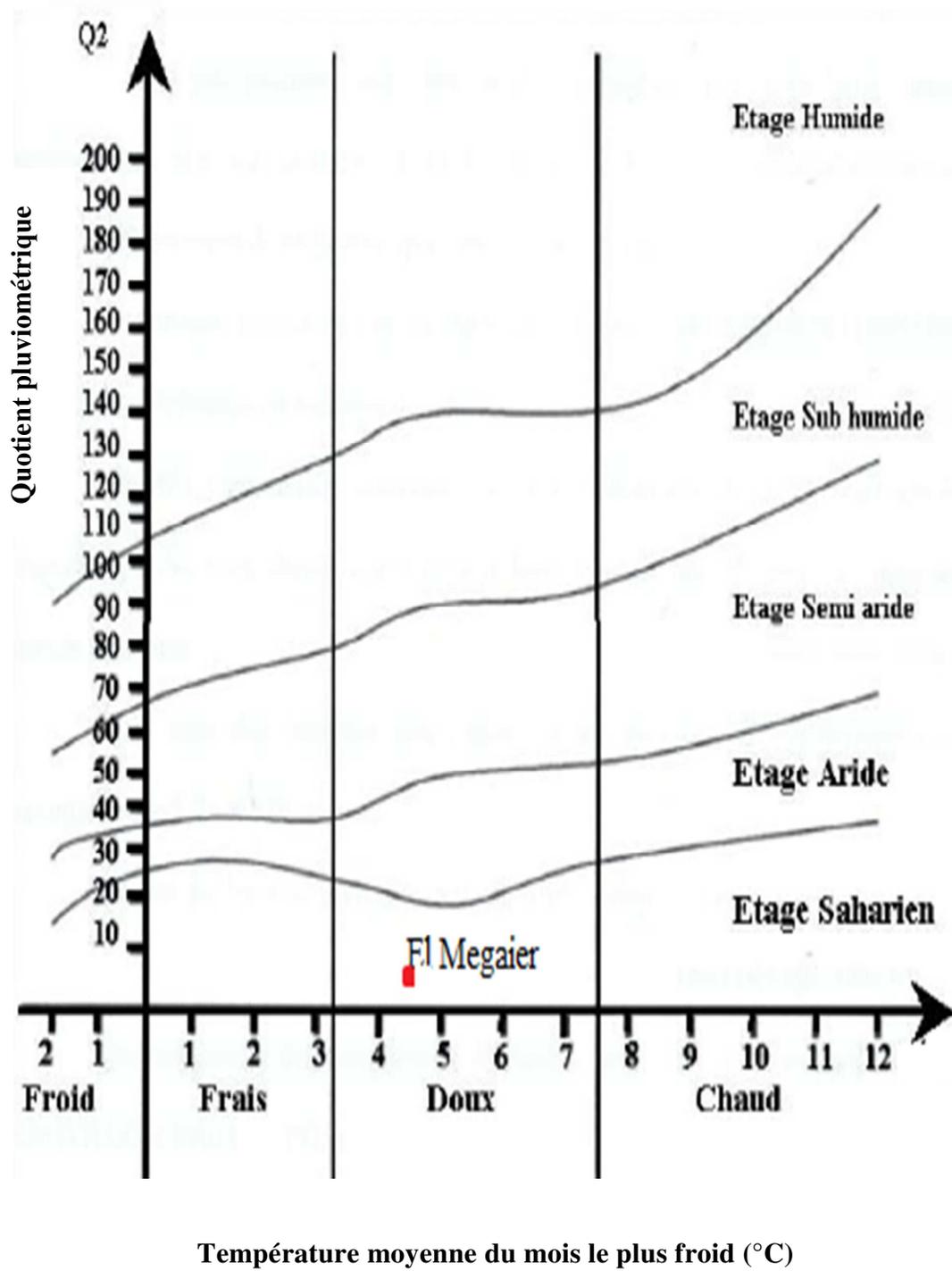


Fig. 03- Situation de la région d'El M'ghaier sur le climagramme d'Emberger.

**Tableau 01.-** Données climatiques de la région d'étude / période (1983 / 2013).

facteurs Mois	H %	T°C moyenne mensuelle	T°C minimale moyenne	T°C maximale moyenne	P(mm) moyenne mensuelle	Evaporation (mm)	Vitesse moyenne Du vent (m/s)	Insolation en (heure)
janvier	64,12	10,63	04,50	17,10	15,10	104	2,54	240,60
février	53,45	12,85	06,10	19,60	02,56	140	2,73	241,90
mars	48,70	16,76	09,90	23,20	07,97	199	3,34	268,00
avril	42,45	21,02	13,90	28,00	06,08	257	3,93	285,40
mai	38,74	26,10	18,80	33,40	04,55	317	4,01	313,90
juin	33,67	31,40	23,80	38,30	01,00	370	3,58	322,20
juillet	31,96	34,08	26,30	41,20	01,00	401	3,20	356,00
août	32,87	33,70	26,00	40,80	03,01	362	2,90	333,10
septembre	42,80	29,26	22,20	35,60	06,30	268	2,85	276,50
octobre	50,77	23,20	16,70	29,80	06,69	191	2,59	263,60
novembre	59,03	16,23	10,00	22,70	06,48	134	2,61	240,00
décembre	65,51	11,61	05,90	18,20	06,81	103	2,35	232,60
	47,75*	22,23*	15,34*	28,99*	67,60**	-	3,05*	-

NB : \* moyenne      \*\* cumul

Source: (O.N.M., 2014)

### 2.1.3.- Importance du patrimoine phoenicicole dans la région d'étude

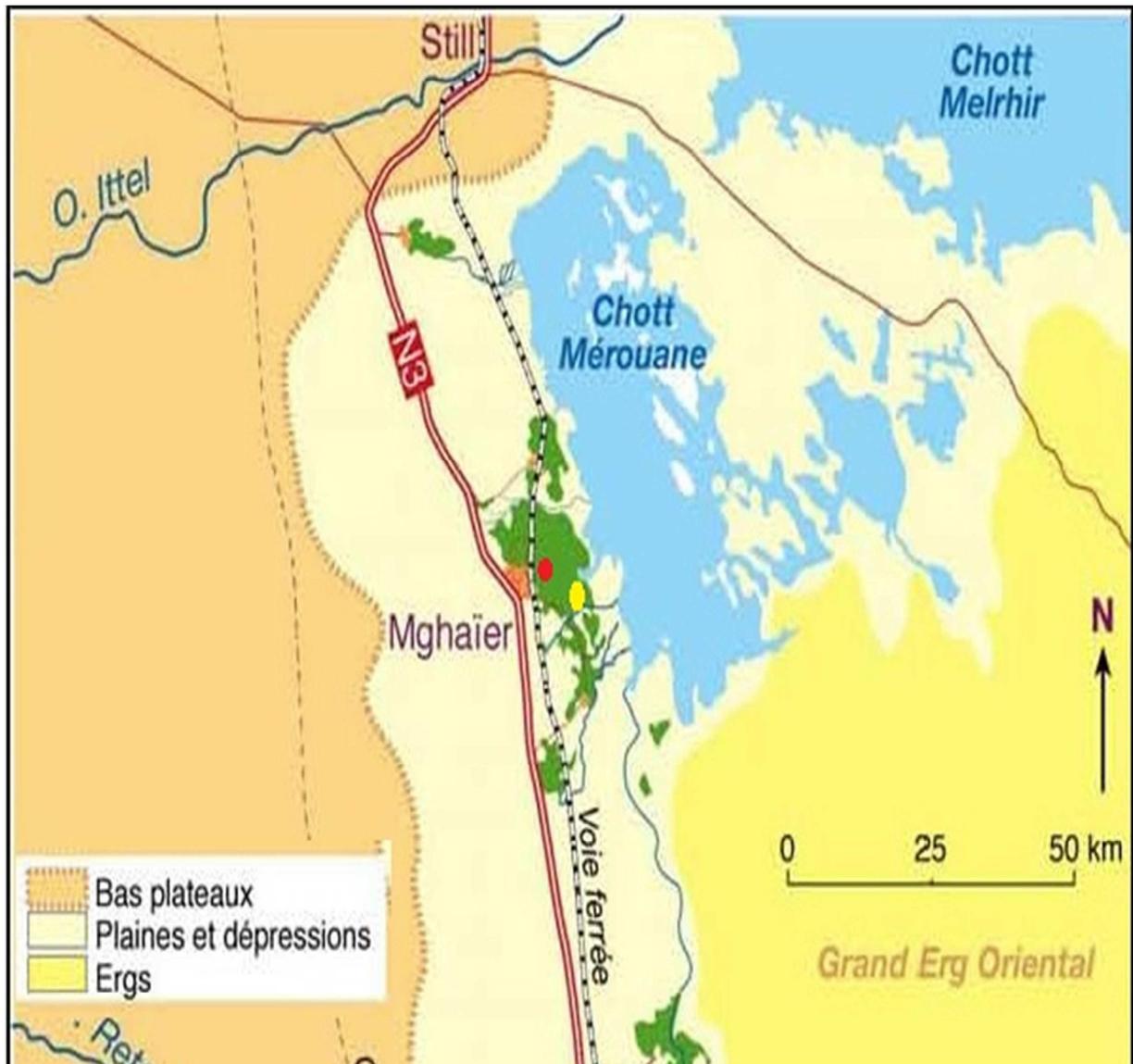
La Sole Agricole Utile (SAU) est de type saharien, dominée par le palmier dattier avec 5818 ha soit 92,45 % de la SAU (D.P.S.B, 2014). La palmeraie d'El M'ghaier est constituée de 597402 palmiers dont 505501 palmiers productifs soit 84,61% du total, assurant la production de 343025 qx. Les principales variétés les plus pratiquées sont la datte fine (Deglet Nour) ayant une haute valeur commerciale avec 457602 palmiers dont 381595 palmier

productifs produisant 267117qx, la datte sèche (Degla Beida) de qualité moyenne avec 79396 pieds dont 74227 productifs assurant la production de 44536 qx et la datte molle (Ghars) avec 50040 palmiers dont 40485 pieds productifs produisant 26315 qx. Les autres variétés sont représentées par 10364 palmiers dont 9194 pieds productifs produisant 5057 qx (D.S.A., 2015).

## **2.2.- Présentation des sites d'étude**

Cette étude a été effectuée dans deux palmeraies privées situées au Sud Est de la ville d'El M'ghaier (Fig. 04, 05 et 06); ce sont des palmeraies à plantation moderne organisées (9x9m). Le premier site occupe une superficie de 02,44 ha qui renferme 238 palmiers dattiers dont 189 Deglet Nour, 20 Degla Beida, 19 Ghars, 08 autres variétés et 02 Pied mâles (Dokkar). La palmeraie est stratifiée, la strate arboricole est représentée par le grenadier, le figuier, l'olivier, l'abricotier et le citronnier alors que la strate herbacée est représentée par la luzerne, la menthe, l'épinard et la carotte. L'irrigation se fait par submersion, les drains sont fonctionnels, l'amendement du sol se fait chaque trois ans par l'ajout de 200kg de fumure organique par palmier, le désherbage se fait d'une manière mécanique, la récolte a lieu du mi octobre au mi de novembre. Le rendement moyen est estimé à 100 Kg/palmier, soit 100qx/ha. La palmeraie semble bien entretenue.

Le deuxième site occupe une superficie de 02 ha qui renferme 240 palmiers dattiers dont 190 Deglet Nour, 20 Degla Beida, 20 Ghars, 09 autres variétés et 01 Pied mâles (Dokkar). La palmeraie est non stratifiée, l'irrigation se fait par submersion, les drains sont fonctionnels.



●: Station d'étude 01    ● : Station d'étude 02    **Source:** (Ballais, 2010) (Modifier).

**Fig.04.-** Localisation des stations d'étude dans la région d'El M'ghaier



**Fig. 05.-**Localisation de la première station d'étude sur photo aérienne.



**Fig. 06.-**Localisation de la deuxième station d'étude sur photo aérienne.

## **2.3.- Matériel biologique**

L'objectif de la première partie de ce travail est de suivre les différents stades de développement de *E. ceratoniae* (adulte, œufs et larves). Le suivi des adultes se fait par piégeage sexuel. Pour les autres stades, le suivi est effectué sur trois variétés de datte durant tous les stades phénologiques de cette dernière, pour cela un aperçu bibliographique sur ce ravageur et les variétés étudiées semble nécessaire.

### **2.3.1.- Matériel végétal**

Le fruit du dattier, la datte, est une baie contenant une seule graine, vulgairement appelée noyau. La datte est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin péricarpe. Le noyau est entouré d'un endocarpe parcheminé, il est de forme allongée, plus ou moins volumineux, lisse ou pourvu de protubérances latérales en arêtes ou ailettes, avec un sillon ventral, l'embryon est dorsal, sa consistance est dure et cornée (Munier, 1973).

Les dattes sont en générale de forme allongée, oblongue ou ovoïde, mais il en existe cependant quelques unes pratiquement sphériques, la tinteboucht d'Algérie notamment. Leurs dimensions sont très variables, d'un centimètre et demi à sept ou huit centimètres de longueur et d'un poids de deux à sept ou huit grammes. Leur couleur va du blanc – jaunâtre au sombre très foncé presque noir, en passant par les ambres, rouges et bruns plus ou moins foncés. Leur consistance peut être dure, molle ou demi molle (Munier, 1973).

Après la fécondation, le fruit se forme (nouaison), se développe en changeant de couleur, d'aspect et de consistance jusqu'au stade Tmar (datte mure). En même temps, sa composition évolue. Entre la nouaison et le stade final, on peut distinguer des stades intermédiaires qui permettent de suivre l'évolution de la datte (Munier, 1973).

#### **2.3.1.1.- Les stades phénologiques**

**2.3.1.1.1.-Loulou ou Hababouk :** c'est le stade "nouaison" qui vient juste après la pollinisation. Les dattes ont une croissance lente, une couleur vert jaunâtre et une forme sphérique. Il dure 4 à 5 semaines après fécondation.

**2.3.1.1.2.-Khalal ou Kimri, Blah :** Il se caractérise par une croissance rapide en poids et en volume des dattes. Les fruits ont une couleur verte vive et un goût âpre à cause de la présence des tanins. Ce stade dure sept semaines environ.

**2.3.1.1.3.-Bser ou Bsir, Bissir :** les sucres totaux atteignant un maximum en fin du stade. La couleur vire au jaune, au rouge et au brun, suivant les clones. La datte atteint son poids maximum, au début de ce stade. Il dure en moyenne quatre semaines.

**2.3.1.1.4.-Martouba ou Rotab :** c'est le stade de la datte mure pour certains cultivars. Le poids et la teneur en eau vont diminuer à la fin. La durée de ce stade où le fruit prend une couleur brune est de 2 à 4 semaines. Les tanins migrent vers les cellules situées à la périphérie du mésocarpe et sont fixés sous forme insoluble.

**2.3.1.1.5.-Tamar ou Tmar :** c'est la phase ultime de la maturation au cours de laquelle, l'amidon de la pulpe se transforme complètement en sucres réducteurs (glucose et fructose), et en sucres non réducteurs (saccharose) (Djerbi, 1994).

### **2.3.1.2.- Les variétés étudiées**

Le matériel végétal est représenté par trois variétés des dattes de grande valeur marchande qui sont la variété Degla Beida, la variété Deglet Nour et la variété Ghars durant les stades phénologiques; grossissement des fruits (Bleh), début de maturité (Bser et Rotab) et stade de maturation (Tmar). Les trois variétés ont des caractéristiques morphologiques, organoleptiques et chimiques différentes.

#### **2.3.1.2.1.-Caractéristiques morphologiques et organoleptiques**

##### ***La variété Degla Beida***

Le sens du nom veut dire, datte blanche. La datte est de forme fuselée, aplatie du côté périanthe et rétrécie sur l'autre extrémité. Elle est de taille moyenne 4.5/2cm et pèse 7g en moyenne. Au stade bser, elle est de couleur jaune, devient marron clair à beige au stade rotab. A maturité complète, elle est de couleur beige. Ce cultivar est répondeu dans toutes les palmeraies de Sud - Est Algérien. La date de maturité est en octobre. C'est une variété non

consommable à l'état frais mais elle est utilisée en confiserie (Belgugje, 2002). Le goût est acidulé (Idder et *al.*, 2009a). De point de vu consistance, c'est une variété sèche (Munier, 1973).

#### ***La variété Deglet Nour***

Le nom signifie doigts de lumière. Ses dimensions sont de l'ordre de 6/1.8cm et d'un poids moyen de 12g. Elle est de forme fuselée à ovoïde, légèrement aplatie du côté périanthe où elle présente une auréole ambrée au stade bser. A ce stade, la datte est d'une couleur roux clair avec des éclats jaunâtres. Au stade rotab, elle est généralement translucide, rendant ainsi visible le noyau. Au stade tmar, la datte devient ambrée avec un épicarpe lisse, brillant se plissant une fois la datte ramollit. C'est le cultivar le plus répondu dans toutes les palmeraies de Sud - Est Algérien. La date de maturité est entre octobre et novembre. Les dattes de cette variété sont utilisées fraiche et conservées sous forme de pilée (Belgugje, 2002). Le goût est parfumé (Idder et *al.*, 2009a). C'est une variété demie molle (Munier, 1973).

#### ***La variété Ghars***

Le nom signifie collant ou pâteux. Ses dimensions sont de l'ordre de 4/1.8 cm et son poids moyen est de 9g. Au stade bser, elle est de couleur jaune, mielleuse au stade rotab et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux, brillant, collé et légèrement plissé. Ce cultivar est répondu aussi dans les palmeraies du Sud - Est Algérien. La date de maturité est entre août et septembre. Les dattes de cette variété sont utilisées fraiche et conservées sous forme écrasée et pilée. Elle est utilisée en confiserie (Belgugje, 2002). Le goût est parfumé (Idder et *al.*, 2009a). C'est une variété molle (Munier, 1973).

#### **2.3.1.2.2.- Caractéristiques chimiques**

Selon Belgugje (2002), Ces trois variétés diffèrent sur le plan compositions chimiques (Tab.02)

**Tableau 02.-** Caractéristiques chimiques des trois variétés de datte étudiées.

Paramètre variété	Teneur en eau (%)	Pectine (%MS)	Sucre réducteur (%)	Saccharoe (%MS)	Sucres totaux (%MS)	Sucre/eau
<b>DB</b>	13,30	03	42	30,36	74	3,90
<b>DN</b>	25,52	2,10	22,81	46,11	71,37	2,89
<b>GH</b>	23,05	4,10	80,68	4,34	85,28	2,70

### 2.3.2.- Matériel animal

La pyrale des dattes est parmi les ravageurs les plus sérieux des palmeraies (Bounaga et Djerbi, 1990). C'est un lépidoptère pyralidae, appartenant à la sous famille des phycitinaes (Doumandji, 1981 et Doumandji Mitiche, 1983).

En Algérie, il faut mentionner deux zones de multiplication de *E. ceratoniae*, la première, une bordure littorale de 40 à 80 Kilomètres de large, s'allongeant sur près de 1000 Kilomètres, la seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long de l'Oued Rhir, entre Biskra et Ouargla (Doumandji, 1981).

Selon le même auteur, le nombre de plantes hôtes reconnues est de 49 dans le monde, 32 espèces en Algérie dont 25 dans la Mitidja. Cependant, les ravages les plus importants ont lieu sur l'oranger, *Citrus sinensis* L, le palmier-dattier, *Phoenix dactylifera* L, le grenadier *Punica granatum* L, le caroubier, *Ceratonia siliqua* L, le figuier, *Ficus carica* L, le tamarinier, *Tamarindus indica* L et l'amandier, *Prunus amygdalus* L.

Comme tous les membres de son groupe entomologique, le pyralidé *Myelois* decolor passe successivement par les stades ; œuf, chenille, chrysalide et adulte ailé (Wertheimer, 1958) (Fig.07).

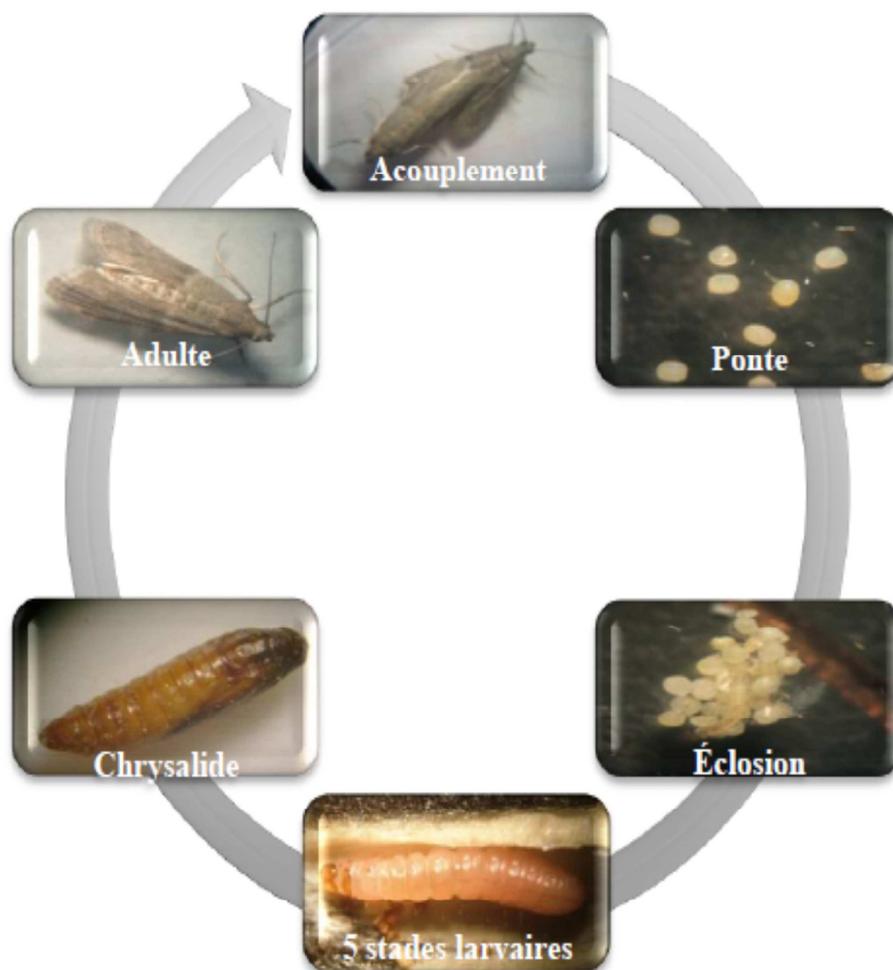
Les œufs sont le plus souvent de forme ovoïde (Wertheimer, 1958), avec un léger aplatissement qui peut se manifester au niveau de la zone d'adhérence au substrat et de surface chagrinée (Le Berre, 1978). La dimension la plus grande n'atteint pas le 1mm, variant

entre 0,6 et 0,8mm (Doumandji, 1981). La coloration est variable; elle est parfois rouge orangée avec un réseau interne d'entrelacs foncés visibles, le plus souvent grisâtre à incolore, la durée d'incubation varie de 3 à 7 jours selon la température (Wertheimer, 1958).

Les chenilles sont éruciformes, leur corps est constitué de 12 segments en sus le segment céphalique. La croissance se fait par mues successives au cours des quelles, la longueur des chenilles passe de 1mm à 18mm et la largeur de 0,1mm à 3mm (Le Berre, 1978). La chenille est incolore ou grisâtre à sa naissance puis se teinte peu à peu de rose clair, (Wertheimer, 1958). Le développement larvaire dure suivant la température ambiante de 6 semaines à 6 mois (Le Berre, 1978). Le nombre des stades larvaires selon Doumandji, (1981), Varie de 5 à 6 stades dans la nature sur *Retama bovei* et de 5 à 8 stades larvaires sur dattes en élevage au laboratoire sous les conditions suivantes;  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  et à  $70\pm 5\%$  d'humidité relative.

Selon Le Berre, (1978), la chrysalide de *E. ceratoniae* ne présente pas de caractères particuliers. Son enveloppe chitineuse de couleurs brun testacé, mesure près de 1 cm de long et est généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale. D'après Doumandji (1981), La chrysalide mesure environ 8 mm de longueur et possède un corps de forme cylindro-conique.

Sur sa surface dorsale, la couleur de l'insecte varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus ou moins marquées sur les ailles antérieures (Le Berre, 1978). La longueur du corps varie de 6mm à 12mm, l'envergure, varie de 16mm à 22mm (Douhibi, 1982). La vie des papillons est courte et ne dépasse pas 3 à 5 jours. Elle est essentiellement occupée par la recherche de l'accouplement et pour la femelle, par la ponte qui dure plusieurs heures (jusqu'à 12 heures) (Wertheimer, 1958).



**Fig. 07** - Cycle biologique de *Ectomyelois ceratoniae* sur datte (Mehaoua, 2014).

### 2.3.2.1.- Nature des dégâts

Extérieurement, les fruits infestés ne peuvent s’identifier que par le pédoncule du fruit operculé de soies blanches (Munier, 1973). La larve néonate se trouve à la surface de la datte, peu de temps après, on constate que la jeune chenille se glisse sous le reste du calice où elle commence à creuser à l’aide de ses pièces buccales une galerie qui l’amène bientôt dans l’espace central (Le Berre, 1978). La chenille se localise entre noyau et pulpe à partir de laquelle elle se nourrit. À l’intérieur du fruit, on observe un tissage soyeux très fin où s’accrochent des excréments. Les dattes véreuses sont alors, impropres à la consommation (Benouda et *al.*, 1989). Cet insecte nuisible exerce donc, une pression sur des productions agricoles, dépréciant la valeur nutritive des caroubes lesquelles interviennent dans l’alimentation du bétail, diminuant la production d’oranges et de pomelos sains, provoquant

l'élimination d'un fort pourcentage de dattes lors du tri surtout de la variété Deglet Nour. Ceci détermine pour cette dernière plante hôte dont les fruits, le plus généralement sont destinés à l'exportation, une perte appréciable en devises (Doumandji, 1978).

## **2.4.- Etude de la bio-écologie de la pyrale des dattes**

### **2.4.1.- Evolution de la population imaginale**

Le suivie de l'évolution de la population adulte a été réalisé par l'utilisation des pièges à phéromones sexuelles de type Russell IPM. Chaque piège est composé d'un diffuseur de phéromones (capsules), spécifiques à *E. ceratoniae*, destiné à attirer les mâles, et un système de capture représenté par une plaque engluée disposée dans un piège Delta AATRAP. Deux pièges par site ont été placés à raison d'un piège / ha. Les pièges espacés l'un de l'autre par une distance de 50 m (Al-Jamali, 2006) et ils sont accrochés à des palmiers à une hauteur de 1,5 m du sol (Farazmand, 2012) (Fig. 08). Un contrôle hebdomadaire est effectué par comptage des adultes capturés. Le changement des capsules à phéromones est effectué selon l'indication du fabricant (4 semaines en hiver et 2 semaines en été). Le piégeage a débuté le 12/7/2011 jusqu'au 31/12/2013 pour le site 01 et de 18/12/2012 jusqu'au 31/12/2013 pour le deuxième site.

### **2.4.2.- Etude de l'évolution des stades imparfaits (œufs, larves et chrysalides)**

#### **2.4.2.1.- Echantillonnage des dattes**

Afin d'évaluer l'évolution des populations des stades imparfaits des différentes variétés; Degla Beida, Deglet Nour et Ghars, nous avons procédé à un échantillonnage des dattes durant les campagnes dattières des années 2011, 2012 et 2013. Le suivie est hebdomadaire, il commence le premier juin au stade Bleh (grossissement des fruits) jusqu'à la récolte des dattes au stade Tmar (maturation des fruits).



**Fig. 08.-** Installation des pièges Delta AATRAP.

Dans chaque site d'étude, nous avons choisi trois pieds adultes et bien entretenues de chaque cultivar; les pieds ont été identifiés à l'aide des propriétaires des palmeraies. Un minimum de 100 dattes par pied (Park et Perring, 2010) a été prélevé chaque semaine sur quatre régimes d'orientations différentes (quatre points cardinaux), ce qui fait un total de plus de 1800 dattes/ sortie pour les deux sites. Les échantillons sont placés dans des sacs en papier kraft sur les quels sont indiqués; la variété, le numéro du pied, la date et le site de prélèvement. L'ensemble des échantillons est transporté au laboratoire le jour même (Fig. 09). Pour assurer ce travail on a besoin de 24 sorties / an pour la variété Deglet Nour et 15 sorties /an pour les deux autres variétés, sachant que la récolte de la variété Deglet Nour ce fait la fin novembre et pour les deux autres, la récolte se fait à la mi-septembre.



**a.-** Partie des échantillons prélevés lors d'une sortie.



**b.-** échantillon de la variété Ghars au stade début de maturité.



**c.-** échantillon de la variété Degla Beida au stade début de maturité.



**d.-** échantillon de la variété Degla Nour au stade grossissement des fruits.

**Fig. 09 (a, b, c, d).** - Échantillonnage des dattes.

Au laboratoire, Le contrôle des dattes échantillonnées a été effectués sous loupe binoculaire, le nombre des œufs pondus sur chaque variété a été noté et puis les fruits ont été disséqués et examinés, on notant le nombre de fruits infestés.

## **2.5.-Etude de l'influence de la variété des dattes sur la durée du cycle de vie**

Afin de déterminer l'influence des variétés étudiées sur la durée du cycle biologique de la pyrale des dattes, nous avons procédé à un élevage de masse de cet insecte dans des conditions contrôlées sur des milieux de culture à base de farine de dattes de variétés différentes. Pour cette étude on a utilisé seulement deux variétés; la Deglet Nour et la Degla Beida. On n'a pas réussi à obtenir une farine de datte à partir de la variété Ghars à cause de l'aspect pâteux de cette variété malgré toutes les tentatives de séchage.

### **2.5.1.- Préparation des milieux de culture**

Deux milieux de culture ont été préparés, l'un à base de dattes Deglet Nour et l'autre à base de dattes Degla Beida. Les milieux d'élevage sont préparés selon la méthode proposée par Mediouni et Dhouibi (2007) avec de légères modifications. Après une stérilisation du son de blé et de la farine de la datte à 60°C pendant une heure, on a procédé à un mixage de l'ensemble des ingrédients avec un rapport son de blé / farine de dattes de 1/2.

### **2.5.2.- Élevage de masse**

Notre élevage a été conduit avec une souche de *E.ceratoniae* provenant des dattes véreuses des variétés Deglet Nour et Degla Beida des palmeraies de la région d'étude. L'élevage a été réalisé au laboratoire de la station régionale de Protection des Végétaux de Flieche - Biskra.

Les dattes infestées de chaque variétés ont été mises séparément dans des cages d'élevage dans une chambre d'élevage à ambiance contrôlées (température de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  et une humidité relative de  $65 \pm 10\%$  et une photopériode 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Al izzi et al., 1987). A l'émergence, les adultes de chaque variété sont capturés à l'aide d'un tube à essai, ensuite ils sont mis séparément à l'intérieur des bocaux d'accouplement sans sexage.

Après accouplement, les femelles vont pondre les œufs à l'intérieur des bocaux. Après, on met chaque œuf dans une boîte de pétrie contenant 15g de milieu d'élevage préalablement

préparé. Il est à noter que les œufs pondus par les adultes issues de chaque variété sont élevés sur le milieu de culture préparé de la même variété.

Pour l'ensemble de l'étude, on a utilisé 20 boîtes de pétri pour chaque variété. Les stades de développement ont été suivis et vérifiés chaque jour avec une loupe binoculaire, Les stades larvaires ont été identifiés par le rejet de la capsule céphalique. Cette expérience a été poursuivie jusqu'à la mort des nouvelles adultes émergées.

## 2.6.- Expression des résultats

### 2.6.1.-Taux de ponte et d'infestation

Le taux de ponte et d'infestation des dattes sur les trois variétés étudiées sont calculés. Pour le taux de ponte; Il s'agit du pourcentage de dattes sur les quelles est déposée un œuf de pyrale pour chaque palmier étudié alors que le taux d'infestation; il s'agit du pourcentage de dattes renfermant (une larve, des excréments ou de nymphe) de pyrale pour chaque palmier étudié. Pour cela on a fait appel aux formules de calcul se rapportant au taux de ponte et d'infestation pour chaque pied échantillonné et au taux de ponte et d'infestation moyen pour chaque variété dans le même site (Doumandji-Mitiche, 1983). Le taux de ponte et d'infestation pour chaque stade phénologique c'est la somme des moyennes de taux moyen de ponte ou d'infestation durant la période de chaque stade.

$$\text{Taux de ponte / pied (\%)} = \frac{\text{Nombre de dattes infestées par des œufs}}{\text{Le nombre total de dattes échantillonnées}} \times 100$$

$$\text{Taux de ponte moyen / variété (\%)} = \frac{\sum \text{Taux de ponte des pieds échantillonnés}}{\text{Le nombre total des pieds}} \times 100.$$

$$\text{Taux d'infestation / pied (\%)} = \frac{\text{Nombre de dattes infestées}}{\text{Le nombre total de dattes échantillonnées}} \times 100.$$

$$\text{Taux d'infestation moyen/ variét(\%)} = \frac{\sum \text{Taux d'infestation des pieds échantillonnés}}{\text{Le nombre total des pieds}} \times 100.$$

### 2.6.2.- Analyses statistiques

Préalablement à l'analyse statistique, les effectifs de la pyrale des dattes capturés ont été transformés par la relation  $y' = \sqrt{y + 3/8}$  (Borcard, 1998 et Dagnelie, 2011), alors que les taux de ponte et d'infestation subissent une transformation normalisatrice d'après la formule suivante :  $p' = \arcsin \sqrt{p}$ , pour les pourcentages, avec  $p = x/100$ . La transformation normalisatrice permet de réduire l'hétéroscédasticité des données, c'est-à-dire de stabiliser leurs variance (Sachs, 1978). Les données ainsi transformées ont subi une analyse statistique par une régression linéaire pour déterminer la relation entre le niveau de capture et niveau de ponte et la relation entre niveau de capture et niveau d'infestation. Afin d'amener la variété et le stade les plus attaqués (ponte et infestation), une ANOVA (Analysis of variance) à deux facteurs (variété et stade phénologique) a été effectuée. Ces ANOVA ont été accompagnées d'un test de PLSD (Procedure of Least Significant Difference) de Fisher lorsque les différences significatives d'un facteur le justifiaient on utilisant le logiciel XLSTAT 2015, et pour déterminer l'influence de la variété de dattes sur la durée de cycle biologique de *E. ceratoniae*, les résultats obtenus sont comparés par ANOVA à un facteur, on utilisant le même logiciel.

### 2.7.- Essais de lutte

Les interventions chimiques n'ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production dattière à cause de la biologie et du comportement alimentaire de la pyrale des dattes. Les larves de cette dernière se nourrissant et se développant à l'intérieur de la datte où elles y sont bien protégées (Khoualdia et al., 1996b, Mediouni Ben jema et al., 2004, Lebdi Grissa et al., 2011, Peyrovil et al., 2011 et Azqandi et al., 2015). Le problème de trouver une méthode de lutte chimique qui donne satisfaction à la fois sur le plan de l'élimination du parasite, sur le plan des équilibres écologiques, sur le plan économique et sur le plan de la protection sanitaire du consommateur reste encore entier. Cependant, la lutte biologique n'introduit pas d'éléments toxiques dans le milieu et n'entraîne pas de pollution de l'environnement. Ce mode de défense des cultures s'est diversifié suivant les problèmes à

résoudre (Le Berre, 1978). La lutte biologique désigne selon Dekouassi, (2001), l'utilisation d'ennemis naturels des organismes nuisibles pour leur contrôle. En Algérie, c'est durant les années 80 que des essais de lutte biologique ont été commencés contre ce ravageur dans des vergers de Citrus (Doumandji Mitiche, 1983) et dans les palmeraies d'Ouargla (Idder, 1984) par l'utilisation de *Trichogramma embryophagum*. La recherche des ennemis naturels d'ordre animale se poursuit jusqu'à nos jours par l'utilisation de *Trichogramma embryophagum* (Idder et al., 2009b) et par l'utilisation des autres auxiliaires tels que *Phanerotoma flavitestacea* et *Bracon hebetor* (Bensalah et Ouakid, 2015), ces deux auxiliaires peuvent être utilisés en combinaison; le premier au champ et le deuxième pendant la période de stockage (Dehliz et al., 2016). Le concept de la lutte biologique a subi une évolution au cours du temps et intègre dans sa définition actuelle toutes les formes non chimiques de contrôle des ravageurs, des récoltes et des mauvaises herbes. Cette définition extensible permet d'intégrer à l'utilisation des biocides autonomes ou inertes, les méthodes culturales, la résistance variétale, les phéromones et juvénocoles, les méthodes physiques et les insecticides botaniques (Dekouassi, 2001). Parmi les insecticides botaniques, on peut citer la nicotine qui est un alcaloïde préparé à partir de déchet du tabac, *Nicotina tabacum* ou *N. rustica*, cet insecticide est un agent de fumigation efficace et doté de certaines propriétés ovicides. La roténone qui est l'un des composants de la racine de certaines espèces de Derris et de loncbocarpus doté de propriétés acaricides. La rayandoine, qu'il s'agit d'un insecticide que renferme la sciure de tronc de *Ryania speciosa*, soluble dans l'eau, efficace et qui donne de bons résultats contre les larves des lépidoptères (Kumar, 1991). Les insecticides d'origine végétale, se sont avérés efficaces contre les insectes, non toxiques sur les vertébrés, se dégradant complètement dans le sol. Ils sont peu néfastes pour l'environnement (Idrissi et al., 2002). Ces substances ont des propriétés anti-appétantes, répulsives ou même insecticides. Généralement, à part quelques propriétés intéressantes comme la répulsion ou la dissuasion de prise alimentaire, cette méthode est similaire à la lutte classique par utilisation de substances chimiques (Dekouassi, 2001).

C'est dans ce cadre que deux plantes sahariennes *Peganum harmala* et *Cleome arabica* et une plante tellienne *Daphne gnidium*, ont été choisies pour tester leurs efficacités sur *E. ceratoniae*, pour cela des extraits foliaires (huiles essentielles brutes et extraits aqueux bruts) ont été mis en évidence dans ce travail afin de tenter trouver une réponse à la question de savoir quel sera l'effet des extraits foliaires de ces plantes sur *E. ceratoniae*.

### **2.7.1.- Matériel végétal**

La partie utilisée du matériel végétal pour l'extraction est les feuilles de chaque plante sachant que *P. harmala* et *C. arabica* ont été récoltées à partir d'oued Itef (El M'ghaier - El Oued) (Sud - Est Algérien) pendant la période fin février mi - mars, 2014 et le *D. gnidium* a été récolté de la région (Edough - Annaba) (Nord Est Algérien) pendant la période novembre 2014.

#### **2.7.1.1.-*Peganum harmala***

L'origine du nom générique *Peganum* est la transcription du grec « Peganon » qui signifie la rue, nom qui lui a été attribué à cause de sa ressemblance avec les rutacées (Sonnini, 1819).

##### **2.7.1.1.1.-Position systématique**

Les genres *Peganum* et *Nitraria* sont aujourd'hui séparés de la famille zygophyllaceae et inclus dans celle des Nitrariaceae (Botineau, 2010). *P. harmala* est classé comme suit :

<b>Classe</b>	Magnoliosida
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Nitrariaceae
<b>Genre</b>	<i>Peganum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Peganum harmala</i> L.

##### **2.7.1.1.2.-Description botanique**

C'est une plante herbacée, glabre, vivace, buissonnante de 30 à 90cm de hauteur, à rhizome épais, d'odeur désagréable caractéristique qui rappelle celle de la Rue. Les tiges sont peu rameuses à entre nœuds assez courts, densément feuillées. Les feuilles sont irrégulièrement divisées en lanières étroites. Elle présente des fleurs de couleur blanc jaunâtre,

cinq sépales verts persistants qui dépassent la corolle. Cinq pétales elliptiques. Dix à quinze étamines à filets très élargies et plats dans leurs parties inférieures. Le gynécée est de 8 à 9mm de longueur, les ovaires sont globuleux de 3 à 4 loges et des stigmates à 3 carènes insensiblement atténués en styles. Les fruits sont des capsules déprimées aux sommets renfermant des grains noirs (Chopra et *al.*, 1960 et Ozenda, 1991) (Fig. 10).

### 2.7.1.1.3.-Répartition géographique

Le genre *Peganum* renferme cinq à six espèces qui poussent dans l'ancien monde, depuis les territoires de la méditerranée à la Mongolie et dans le nouveau monde, du Texas au Mexique (Telezhenetskaya et Yunusov, 1977 et Ronse Decraene et *al.*, 1996). *P. harmala* plante indigène des régions désertiques du Nord de l'Afrique, de l'Asie (d'Israël à l'Ouest, de la Chine et au Pakistan), et du Sud et de l'Est de l'Europe. La rue sauvage a été introduite au nouveau Mexique puis s'est propagée dans des lieux dispersés des Etats du Sud-Ouest du pacifique. En Amérique, les populations se concentrent actuellement au nouveau Mexique, au Texas et en Arizona (Acia, 2012). En Algérie *P. harmala* est commune aux hauts plateaux, au sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du sahara central, il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oueds et à l'intérieur des agglomérations (Ozanda, 1991).



**Fig. 10** - *P. harmala* au stade végétatif à l'Oued Itel (El Oued) (Originale).

#### **2.7.1.1.4.-Utilisation en médecine traditionnelle**

*P. harmala* utilisé traditionnellement comme un agent emménagogue et abortif au Moyen Orient et en Afrique du Nord (Mahmoudian et *al.*, 2002). Au Maroc, le *Peganum harmala* (Harmal) est utilisé contre la stérilité féminine et les maladies de l'utérus.

#### **2.7.1.1.5.-Données phytochimiques**

Les composés actifs de *P. harmala* sont principalement des alcaloïdes. Ces alcaloïdes sont de types  $\beta$  carbolines tels que harmaline, l'harmine, l'harmane, l'harmalol, l'harmol, l'harmalidine, ainsi que des alcaloïdes de type quinazolinique tels que la péganine, le péganol, la vasicine, l'oxyvasicine, la désoxyvasicine (Kamel et *al.*, 1970). Une recherche sur les qualités organoleptique de l'huile des graines de cette plante montre une prédominance des acides gras insaturés qui sont ; l'acide linoléique suivie de l'acide oléique. Les acides gras saturés tels que l'acide palmitique et l'acide stéarique sont en quantité faible (Idrissi Hassani et El Hadek, 1999). Quant aux composés volatiles de *P.harmala*, Tahrouch (et *al.*, 2002), ont identifiés 31 composés volatiles à partir des organes frais et secs de *P.harmala*. Les feuilles sont plus riches en substances volatiles que les racines et les tiges. Des pigments de nature anthraquinonique ont été identifiés aussi. Selon les mêmes auteurs, cette plante est une source combinée d'arôme et des colorants d'intérêt agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

#### **2.7.1.1.6.-Toxicité et activité biologique**

La plante est rarement ingérée car d'odeur et de gout désagréable. Pourtant, le dromadaire représente l'espèce la plus atteinte surtout durant les périodes de sécheresse et de famine (El Bahri et *al.*, 2003). Chez l'homme, les intoxications sont essentiellement dues au surdosage. L'ingestion d'une quantité de graine supérieure à une cuillère à café entraîne des hallucinations, des syndromes neurosensorielles et des perturbations tels que des nausées et des vomissements (Mahmoudian et *al.*, 2002). La richesse de *P. harmala* en alcaloïdes lui confère des activités biologiques; antimicrobienne, cardiovasculaire, antifongique, anti tumorale, antidiabétique, cytotoxique, antiplasmodiale, antioxydant, antimutagenique, et antigénotoxique, et insecticide (Patel et *al.*, 2012, Niroumand et *al.*, 2015).

### 2.7.1.2.-*Cleome arabica*

*C. arabica* appartient à la famille des Capparidacées qui comprend 45 genres et plus de 1000 espèces (Ozenda, 1991). Le genre Cléome seul comprend 150 - 200 espèces dont une cinquantaine se rencontre en Afrique (Schmelzer et Gurib Fakim, 2013).

#### 2.7.1.2.1.-Position systématique

Henry (1949), Des Abbayes et *al.*, (1963), Maire (1965), Ozenda(1991), Chweya et Menzava (1997) et Judd et *al.*, (2002) classent *Cleome arabica* comme suit:

<b>Classe</b>	Magnoliosida
<b>Ordre</b>	Capparales
<b>Famille</b>	Capparidaceae (Capparaceae, Cleomaceae)
<b>Genre</b>	<i>Cleome</i>
<b>Espèce</b>	<i>Cleome arabica</i> L.

#### 2.7.1.2.2.-Description botanique

*C. arabica* est une herbe verte, brièvement poilue - glanduleuse, visqueuse et pluricaule. C'est une plante à odeur fétide. Les tiges dressées de 20 à 90 cm de longueur; sont densément feuillées, simples ou un peu rameuses inférieurement. Les feuilles sont pétiolées, les basales primordiales et les florales supérieures unifoliées, les autres trifoliolées, décroissant régulièrement vers le sommet de la tige. Les folioles sont oblongues ou linéaires-oblongues, brièvement pétiolées. Les fleurs sont auxiliaires, plus nombreuses à l'extrémité des branches, a des pétales jaunes teints de pourpre à leur sommet. Le fruit est une gousse velue de 2 à 5 cm de long. Les graines sont subglobuleuses-réniformes, un peu comprimées, noires, de 1,8 à 2 mm de diamètre. Elles sont couvertes de poils blanchâtres, presque aussi longs que le diamètre de la graine. La floraison a lieu entre mars-mai, et après les pluies étésiennes (Maire, 1965 et Ozenda, 1991) (Fig. 11).



**Fig.11.-** *C. arabica* au stade floraison à l'Oued Itel (El Oued) (Originale).

#### **2.7.1.2.3.-Répartition géographique**

*C. arabica*, fréquent dans les savanes désertiques et les tamariseraies de l'étage tropical, monte dans l'étage méditerranéen inférieur sur les pentes pierreuses et dans les ravins sablonneux jusque vers 2300 m d'altitude (Maire, 1933). Selon Ozenda (1991), dans la région saharienne, *C. arabica* se trouve sur des rocailles, du sable et des graviers. En Tripolitaine est très commun dans la partie saharienne, atteint jusqu'au littoral. En Tunisie, il est commun dans le Sud, atteint Ain Cherchira, les îles Kerkennah vers le Nord et les îles de Djerba. Au Maroc, elle est commune dans l'atlas saharien et au Sahara septentrional. En Algérie; la plante est commune dans la cuvette du Hodna et assez commune dans l'atlas Saharien.

#### **2.7.1.2.4.-Utilisation en médecine traditionnelle**

En Mauritanie, les feuilles grillées sont cuites en aliments qui se prennent en cas d'affections des reins et du dos et comme aphrodisiaque. Au Niger, les feuilles séchées et réduites en poudre sont ajoutées aux aliments pour leurs propriétés diurétiques, pour provoquer la transpiration ou pour traiter les rhumatismes. En Arabie Saoudite, la plante entière s'utilise pour soigner la gale, la fièvre rhumatismale et l'inflammation (Naegele, 1958 et Schmelzer et Gurib Fakim, 2013). En Algérie les feuilles de *C. arabica* sont utilisées

pour leurs propriétés diurétiques et pour soigner les rhumatismes sous forme d'infusions (Ouled El Hadj et al., 2003).

#### **2.7.1.2.5.-Données phytochimiques**

D'après Kjaer et al. (1955), l'utilisation des espèces appartenant aux capparidacées en médecine traditionnelle émane de la présence des composés volatiles dont l'isothiosyanate. Les espèces *C. arabica* et *Gynandropsis gynandra* L., sont considérées comme source de méthyle isothioscynate qui est un glucoside nommé glucocapparine. L'analyse chromatographique de l'extrait méthanolique permet à Touil et al. (1998) de détecter 24 flavonoïdes glucosidiques entre autres 10 étaient séparés et identifiés. Un autre groupe de flavonoïdes ont été identifiés par (Ismail et al., 2005) à partir de l'analyse chromatographique de l'extrait méthanolique des tiges et des feuilles de cette plante. Selloum et al. (2004) et Bouriche et al. (2003, 2005), mentionnent que *C. arabica* est riche en flavonoïdes (19%). Selon Schmelzer et Gurib Fakim (2013), les composés isolés des parties aériennes comprennent le stigma 4- en 3- one, le lupéol et le taraxastérol ainsi que les triterpènes de type dammarane suivants ; amblyone, 15 $\alpha$  - acétoxycléoamblyno A, cléomblyno A, cléomblyno B, cléocarpanol et cabraléahydroxy lactone. Lelutéoline 3 - méthyl ether (une flavone) et son 7- glucosides ont aussi isolés.

#### **2.7.1.2.6.-Toxicité et activité biologique**

Les chameaux refusent cette plante et les chèvres et moutons n'en mangent que très peu (Maire, 1933). Les graines de Cléome d'Arabie provoquent une maladie nerveuse et anorexique chez le dromadaire (Bellakhdar, 2008). Bouriche et Arnhold, (2010), prouvent que l'extrait foliaire de *C. arabica* peut être un important facteur dans le traitement des maladies chroniques. Tigrine (et al., 2013) et Tigrine (2014), montrent que l'extrait polyphénolique foliaire de *C. arabica*, riche en flavonoïdes a des effets chimio protecteur et anticancéreux. Samout et al. (2015) prouvent l'effet antihypercholestérolémique de *C. arabica*.

#### **2.7.1.3.-*Daphne gnidium* L**

Le *daphne gnidium* appartient à la famille de Thymelaeaceae, famille comptant une cinquantaine de genres et 750 espèces (Martin, 2014).

#### **2.7.1.3.1.-Position systématique**

<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Myrtales
<b>Famille</b>	Thymelaeaceae
<b>Genr</b>	Daphne
<b>Espèce</b>	<i>Daphne gnidium</i>

#### **2.7.1.3.2.-Description botanique**

C'est un arbrisseau rameux, de 1 à 2m d'hauteur, aux tiges pourvues de nombreuses feuilles (Boullard, 2001). Les feuilles sont persistantes, de 1 à 2 cm, alternées, simples et entières, lancéolées à spatulées, sessiles, coriaces, vert foncé lustré dessus, vert bleuâtre dessous. Les fleurs; espèce hermaphrodite, rose vif, odorantes, très abondantes, groupées en bouquets de 5 à 15 à l'extrémité des rameaux. Fruits; baies brun rougeâtres à jaune brunâtre, enfermées dans le calice desséché, toxique comme toutes les autres parties de la plante (Duperat et Polese, 2008) (Fig. 12).

#### **2.7.1.3.3.-Répartition géographique**

Commune en région méditerranéenne, Corse comprise, assez commune sur le littoral atlantique (Gironde, Charente Vendée) jusqu'à 800m, étage méditerranéen et colliné en atlantique (Rameau et *al.*, 2008).



**Fig.12.-** *D. gnidium* au stade fructification à Edough (Annaba) (Originale).

#### **2.7.1.3.4.-Utilisation en médecine traditionnelle**

De tout temps, l'écorce des rameaux fut recommandée pour soigner les affections de la peau et divers troubles vénériens. Jusqu'à des temps récents, elle demeura un remède populaire en qualité de drogue vésicante (encore, où elle provoque assez souvent l'apparition de cloques sur la peau). En fin en latin pour purgative, sudorifiques et même abortive. Pareillement dès l'antiquité, feuilles et fruits furent utilisés comme purgatifs (énergique) et Galien les recommandait en cas des troubles biliaries (Boullard, 2001). Au Maroc, Les feuilles séchées, pulvérisées et mélangées avec celles de henné (*Lawsonia inermis*); de thuya (*Tetraclinis articulata*); lavande (*Lavandula officinalis*) et harmmel (*Peganum harmala*), sont utilisées en cataplasme sur le cuir chevelu contre la chute de cheveux. (Benkhiguel et al., 2011).

#### **2.7.1.3.5.-Données phytochimiques**

Quatre coumarines (daphnétine, daphnine, acetyl umbelliferone, daphnoretin) et sept flavonoïdes (lutéoline, orientine, isoorientine, l'apigénine-7-O-glucoside, genkwanine, 5-O-bêta-D-primevérosyl genkwanine, 2, 5, 7,4' isoflavones-tetrahydroxy) présent dans l'extrait

brut des tiges de *D. gnidium* (Cottiglia et al., 2011), alors que l'extrait foliaire contient deux flavonoïdes supplémentaires qui sont la quercitrin et apigenin (Deiana et al., 2003). Les feuilles de *D. gnidium* sont aussi riches en composés phénoliques et en flavonoïdes (Dif et al., 2014).

#### **2.7.1.3.6.-Toxicité et activité biologique**

Les fruits de tous les daphnés sont très toxiques par la présence de mézériène dans les graines. Leur ingestion provoquant une ulcération de toutes les muqueuses digestives, avec nausées, spasmes violent, vomissement, hyper salivation, enrouement et déglutition difficile, diarrhées et éventuellement convulsions. On considère que l'absorption d'une dizaine de fruits peut être mortelle. Ajoutant qu'un contact oculaire peut provoquer une kératite, voire la cécité. Le contact répété avec l'écorce, contenant de la daphénotoxine, terpène aux propriétés vésicantes est susceptible de provoquer une forte réaction inflammatoire, allant jusqu'à induire des cancers cutanés (Botineau, 2015). Le Garou possède des effets antibactériennes et antimycotique (Iauk et al., 1996, 1997, Mohammedi, 2013 et Essaoudi et al., 2015), antioxydant (Deiana et al., 2003 et Didi, 2009), antigénotoxique (Chaabane et al., 2012), antimicrobienne (Cottiglia et al., 2011), insecticide (Habbachi et al., 2014 et Benhissen et al., 2015).

#### **2.7.2.-Matériel animal**

Le matériel animal est représenté par les œufs, les larves L<sub>4</sub> et les adultes de *E. ceratoniae* provenant d'un élevage de masse réalisé au laboratoire de la station régionale de Protection des Végétaux (Biskra), sous les mêmes conditions de l'élevage (température, humidité et la lumière) réalisé pour l'étude de cycle biologique mais avec un milieu de culture artificiel. Le milieu d'élevage est composé d'un mélange des ingrédients suivants: son de blé (44%), acide citrique (1%), mélange de vitamines (1%), méthyle parabène (0,5%), mélange de sels (1%), sucre (5%), acide ascorbique (0,5%), levure de bière (4%), gluten (3%) et eau distillée (40%) (Mediouni Ben Jemaa et Dhouibi, 2007). Le choix des stades est justifié, car un contrôle efficace des adultes limiterait leur fécondité et par conséquent le nombre d'œufs, puis une gestion efficace des œufs réduirait la pénétration larvaire et par conséquent le taux d'infestation et parce que le passage d'une chenille d'une datte à une autre est assez fréquent, les larves L<sub>4</sub> sont choisies.

### **2.7.3.-Extraction des principes actifs**

L'extraction, a pour but la désorption des molécules d'intérêt des sites actifs de la matrice végétale, elle est primordiale puisqu'elle déterminera la nature et la quantité des molécules extraites et par conséquent le succès des étapes suivantes. L'extraction de produits naturels est généralement de type solide-liquide, c'est-à-dire qu'un solide, la matrice végétale, est mélangé avec un liquide, le solvant d'extraction. Des méthodes dites traditionnelles, comme la macération, le Soxhlet, l'hydrodistillation et l'extraction par percolation ou par reflux, étaient jusqu'ici utilisées et considérées comme techniques de choix pour extraire les composés naturels (Michel, 2011).

Les extractions solide / liquide des plantes étudiées ont été réalisées selon deux modes de préparation : hydrodistillation et décoction. L'hydrodistillation pour extraire les huiles essentielles et la décoction pour la préparation d'extrait brut. Le solvant choisi pour les deux procédés d'extraction est l'eau distillée.

#### **2.7.3.1.-Préparation des huiles essentielles**

Il est difficile de donner une seule définition, car la notion d'huiles essentielles varie avec le point de vue de la formation professionnelle aussi dissemblable que des botanistes, des physico-chimistes, des industriels, des parfumeurs ou des pharmacologues. Sous le nom d'essences ou d'huiles essentielles, on désigne les principes généralement odoriférants contenus dans les végétaux (Belaiche, 1979). Selon Bruneton (2005), le langage courant confond huiles essentielles et essences. Toutefois, pour une même matière première, huiles essentielles et essences peuvent avoir des compositions très différentes. Catier et Roux (2007), définissent les essences comme des substances aromatiques naturelles que sécrète la plante, directement extraite par expression et les huiles essentielles sont le résultat de la distillation à la vapeur d'eau des plantes aromatiques pour en extraire les essences. Les essences et les huiles essentielles sont différentes, notamment en raison de modifications chimiques que subissent les essences au cours de sa distillation. Une définition simple a été proposée par Cseke et Kaufman (1999) cités par Chaisson et Beloin (2007), les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyens de défense contre les ravageurs phytophages.

La composition chimique des huiles essentielles est assez complexe. Il se retrouve généralement de nombreux constituants, ceux-ci appartiennent principalement à deux grands types chimiques :

- Les composés terpéniques qui sont formés d'unités isométriques en C5 et comprennent les monoterpènes (C10), les sesquiterpènes (C15), les diterpènes (C20) et les triterpènes (C30).
- Les composés aromatiques du phénylpropane, qui sont moins répandus que les précédents. Ce sont des allyphénols quelquefois aussi des aldéhydes, tels l'anéthol, l'eugénol. La vanilline est assez fréquente parmi les composés aromatiques (Catier et Roux, 2007).

La méthode d'extraction des huiles essentielles la plus simple est l'hydrodistillation. Son principe consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau, ensuite l'ensemble est porté à ébullition sous pression atmosphérique (Sutour, 2010). La chaleur permet la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Durant la distillation, l'eau bouillante pénètre dans les cellules végétales et solubilise une partie de l'essence des glandes sécrétrices. La solution aqueuse chargée des composés terpéniques, diffuserait ensuite à travers une épaisseur de tissus, plus ou moins forte, selon l'organe, vers la surface extérieure (Hernandez Ochoa, 2005). Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotropique. Ce mélange hétérogène est ensuite refroidi et condensé dans un essencier ou vase florentin. Une fois condensée, eau et molécules aromatiques du fait de leur immiscibilité et des différences de densité, se séparent en une phase aqueuse et une phase organique: l'huile essentielle. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation (Li et *al.*, 2014).

L'extraction des huiles essentielles concerne seulement les plantes *P. harmala* et *C. arabica*. Le *D. gnidium* ne contient que des traces des huiles essentielles (Ben Ayed, 2008).

Les feuilles des plantes étudiées sont introduites séparément dans un ballon en verre de 2L, le ballon ensuite est rempli d'eau jusqu'à l'émergence total du matériel végétal. L'eau est chauffée à l'aide d'un chauffe ballon jusqu'à ébullition, ce qui entraîne la formation d'une vapeur qui va entraîner les constituants volatiles qui se condensent à l'aide d'un réfrigérant. Le mélange (Huiles essentielles et eau) est récupéré dans une ampoule à décanter afin de faciliter la séparation des deux phases. Pour éliminer toute trace d'eau, la phase organique est

séchée par addition de sulfate de sodium anhydre. Les huiles essentielles brutes extraites ont été transférées dans des flacons hermétiquement fermés par des bouchons et recouverts par du papier aluminium afin de la protéger contre l'effet de la lumière, ainsi sont conservées au réfrigérateur à 4 °C jusqu'à son usage pour les tests biologiques.

### **2.7.3.2.-Préparation des extraits bruts aqueux**

Les extraits à tester sont obtenus selon un procédé qui est resté le plus près possible des modes de préparation traditionnelle: la décoction, qui a besoin d'ébullition de l'herbe dans l'eau pendant une période spécifique (Sharangi et Datta, 2015). dans un ballon surmonté d'un réfrigérant et à l'aide d'une plaque chauffante sous agitateur on a mélangé 300g du matériel végétal avec 1000 ml d'eau distillée chauffée à une température d'ébullition stable, pendant 01 heure et 30 minutes, puis le mélange est filtré et récupéré (Habbachi et *al.*, 2014).

### **2.7.4.- Tests de toxicité**

La toxicité est la capacité inhérente à une substance de produire des effets délétères sur l'organisme (Lauwerys et *al.*, 2007), se traduisant par des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'une fonction (système hématopoïétique, fonctions de reproduction par exemple), ou d'un processus biochimique ou biologique (cancer et mutagénicité). Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de santé des populations exposées. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés (Bonvallot et Dor, 2005). En toxicologie, quatre voies d'absorption ou bien de contamination des insectes par les composés toxiques sont distinguées (Hoyoux, 2002) :

- **Voie respiratoire (inhalation):** La contamination s'effectue à travers les conduites respiratoires, les poumons (Bliefert et Perraud, 2001). La pénétration par inhalation est d'autant plus importante que les substances sont volatiles (Boumia, 1999). Si l'insecte est dépourvu de poumons, il présente par un système échangeur aérien multiple ramifié et profond constitué par les trachées qui apportent directement l'oxygène de l'air au stade cellulaire. Il est possible d'obstruer mécaniquement ses pores aériens cutanés, privant quantitativement ainsi l'animal de l'air nécessaire à ses échanges

vitaux soit introduire dans cette air un produit gazeux toxique (Gastagnou et Guyotjeannin, 1969).

- **Voie digestive:** il est aussi appelé la voie trophique alimentaire chez les animaux et transradiculaire chez les végétaux (Ramade, 2007). les insecticides d'ingestion détruisent les insectes broyeur qui s'alimentent sur les végétaux traités, après pénétration du produit dans leur tube digestif (Hoyoux, 2002).
  
- **Voie dermique:** les substances toxiques pénètrent à travers la cuticule pour atteindre les tissus internes de l'insecte (Regnault Roger, 2014). La toxicité et la pénétration sont maximisées si la peau est lésée (Milpied Homs, 2009). Selon Gastagnou et Guyotjeannin (1969), les téguments des insectes sont constitués, en proportions variables, par trois types de composantes :
  - La chitine est un élément résistant de cette charpente, constituée par l'association de chitobiose, combinaison de deux molécules de glucosamine à groupes aminés acétyles.
  - De lipides, fixes ou labiles (glycérides et cires),
  - Des éléments nobles qui sont les cénapses lipido-protidiques et les enzymes.

L'ensemble de ces substances se présente en zone stratifiée plus ou moins épaisse et complexe (épicuticule, pro-cuticule, hypoderme). Il en résulte trois faits; les deux premiers de nature physique, le dernier de nature pharmacologique :

- Il peut y avoir obturation mécanique des trachées, l'insecte meurt par asphyxie.
- La toxine peut agir sur la répartition locale superficielle des lipides cuticulaires, ce qui engendre l'affaiblissement de la cuticule. De ce fait, l'insecte devient plus vulnérable à l'action des substances toxiques hydrosolubles associées.
  - Dans le cas où la substance toxique présente une action neurotrope (action sur le système nerveux), les symptômes d'intoxication apparaissent rapidement, car chez les insectes à l'opposé de l'homme, le système nerveux est une entité formée par une succession de ganglions (un pour chaque segment), émettant d'une part, des nerfs sensitifs et moteurs à fonction réflexe vers la cuticule où ils se ramifient dans l'extrémité des canaux susmentionnés. D'autre part des filets nerveux qui les associent les uns aux autres par une

chaîne nerveuse ventrale et qui aboutit à son cerveau constitué par l'association des ganglions cervicaux péri-oesophagien (Gastagnou et Guyotjeannin, 1969).

- **la voie systémique** : les substances toxiques pénètrent dans la plante ou l'animal traité puis la toxine est véhiculée par la sève élaborée ou le sang dans les différents organes qui devient de ce fait toxiques pour les insectes piqueurs, suceurs et broyeurs et pour tous ceux qui vivent à l'intérieur des tissus comme par exemple les larves mineuses (Hoyoux, 2002).

Deux tests de toxicité sont utilisés afin de tester la toxicité des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C.arabica* ; un traitement par contact pour les œufs et les larves L<sub>4</sub> et un traitement par inhalation pour les adultes. Concernant les extraits aqueux des trois plantes étudiées, ils sont testés sur les larves L<sub>4</sub> par des tests de toxicité par ingestion et par contact. Les tests sont effectués selon le protocole établi par Mc Donald (et *al.*, 1970).

#### **2.7.4.1.- Etude de toxicité des huiles essentielles**

##### **2.7.4.1.1.- Test de toxicité par inhalation**

L'étude de la toxicité des huiles essentielles brutes sur les adultes de *E. ceratoniae* par inhalation, consiste à suspendre dans un bocal en verre de 500 ml de capacité (servi en tant que chambre de fumigeant) un morceau du coton imbibé des huiles essentielles de *P. harmala*, à l'aide d'un fil adhérent à la face interne du couvercle. En suite on introduit 20 individus âgés de 24 heures, le bocal est rapidement fermé et placées dans la chambre d'élevage. Trois répétitions ont été réalisées avec un témoin (coton imbibé d'eau distillée). Le test est suivi jusqu'à la mortalité totale des individus traités. Le même protocole a été suivi pour le traitement par les huiles essentielles de *C. arabica*.

##### **2.7.4.1.2.- Test de toxicité par contact**

L'étude de l'activité ovicide des huiles essentielles brutes est réalisée par une application topique. 195 œufs âgés de 24 heures ont été partagés sur trois boîtes de pétri à raison de 65 œufs par boîte et pulvérisés par les huiles essentielles de *P. harmala*. Les œufs témoin sont pulvérisés par l'eau distillée. Le dénombrement des œufs (éclos et non éclos) est

effectué à partir du troisième jour du début du test sous loupe binoculaire. Le même protocole a été suivi pour le traitement par les huiles essentielles de *C. arabica*.

Pour les larves L<sub>4</sub>, 60 larves, ont été réparties sur 3 boîtes de pétrie à raison de 20 larves par boîte, les larves sont ensuite pulvérisées par les huiles essentielles de *P. harmala*. Les larves témoins, sont pulvérisées par l'eau distillée. Le suivi de la mortalité larvaire se fait quotidiennement jusqu'à la mort de toutes les larves traitées, le cas échéant jusqu'au passage des larves au stade suivant. Le même protocole a été suivi pour le traitement par les huiles essentielles de *C. arabica*.

#### **2.7.4.2.- Etude de toxicité des extraits aqueux**

##### **2.7.4.2.1.- Test de toxicité par contact**

Pour chaque plante, 60 larves L<sub>4</sub> ont été réparties sur 3 boîtes de pétrie à raison de 20 larves par boîte, les larves sont ensuite pulvérisées par l'extrait aqueux. Ensuite les larves traitées de chaque boîte sont transférées dans des boîtes contenant chacune, 20g de milieu d'élevage. Les larves témoins, sont pulvérisées par l'eau distillée. Le suivi de la mortalité larvaire se fait quotidiennement jusqu'à la mort de toutes les larves traitées, le cas échéant jusqu'au passage des larves au stade suivant.

##### **2.7.4.2.2.-Test de toxicité par ingestion**

Pour l'étude de la toxicité par ingestion, le milieu d'élevage est traité par des extraits aqueux des plantes étudiées. Pour chaque plante, 60 larves L<sub>4</sub> ont été réparties sur 3 boîtes de pétrie à raison de 20 larves par boîte dont chacune contenant 20g de milieu d'élevage traité, les larves sont ensuite introduites dans les boîtes. Les larves témoins, sont introduites dans des boîtes contenant un milieu d'élevage traité par l'eau distillée. Le suivi de la mortalité larvaire se fait quotidiennement jusqu'à la mort de toutes les larves traitées, le cas échéant jusqu'au passage des larves au stade suivant.

#### **2.8.- Expression des résultats et analyses statistiques**

Les variables mesurés correspondent au taux d'éclosion des œufs et le taux de mortalité

chez les larves et les adultes. Le taux d'éclosion d'œufs est estimé en appliquant la formule suivante :

$$\text{Le taux d'éclosion (\%)} = [\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{Nombre total d'œufs}] \times 100$$

Les résultats de l'effet des huiles essentielles brutes sur les œufs sont comparés par le test Chi Square ( $X^2$ ), on utilisant le logiciel XLSTAT 2015.

Quant au taux de mortalité observée, il est estimé en appliquant la formule suivante :  
Le taux de mortalité observée (%) = [Nombre d'individus morts/Nombre total des individus] x 100.

Le taux de mortalité observée est corrigé par la formule Schneider-Orelli, 1947 (Xuenong, 2004), qui permet de connaître la toxicité réelle d'un insecticide.

$$\text{Formule de Schneider-Orelli: } MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$$

MC : % de mortalité corrigée

M2 : % de mortalité dans la population traitée

M1 : % de mortalité dans la population témoin

### **2.8.1.- Calcul de temps léthal 50 (TL<sub>50</sub>)**

Le temps léthal 50 qui correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus exposés à une dose ou à une concentration, est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages de mortalité corrigée en fonction des logarithmes des temps de traitement (Ramade, 2007). Pour cela, les différents taux de mortalité corrigée subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss (Fischer et Yates, 1975). L'équation de la droite et le coefficient de régression sont déterminés par le logiciel XLSTAT 2015

### ***3.-Résultats.***

### 3.1.- Dynamique des populations

#### 3.1.1.- Evolution de la population imaginale

Les sites d'étude ont fait l'objet d'un contrôle hebdomadaire des captures à travers le dénombrement des adultes de *Ectomyelois ceratoniae* retenus dans les pièges à phéromones durant les années 2011, 2012 et 2013 (Fig. 13, 14 et 15). Conscient de l'effet des conditions climatiques sur l'évolution du ravageur, nous avons représenté sur les mêmes graphes, les conditions climatiques (Température moyenne et Humidité relative moyenne) relatives aux années des captures envisagées.

En 2011(Fig.13), dans le site 01, dont le piégeage a été commencé en juillet, on remarque que le vol s'étale durant toute la période du suivi. Une seule période de vol a été enregistrée entre la fin d'août et la fin de novembre, marquant une durée de 3 mois environ, durant laquelle les températures moyennes mensuelles ayant oscillé entre 33,40 et 16,60°C et les taux d'humidité moyens mensuels ont été compris entre 38 et 57% semblaient être convenables à l'activité de la pyrale où le pic de vol a été observé en septembre avec 154 mâles pour une température moyenne de 31,30°C et une humidité relative de 38%.

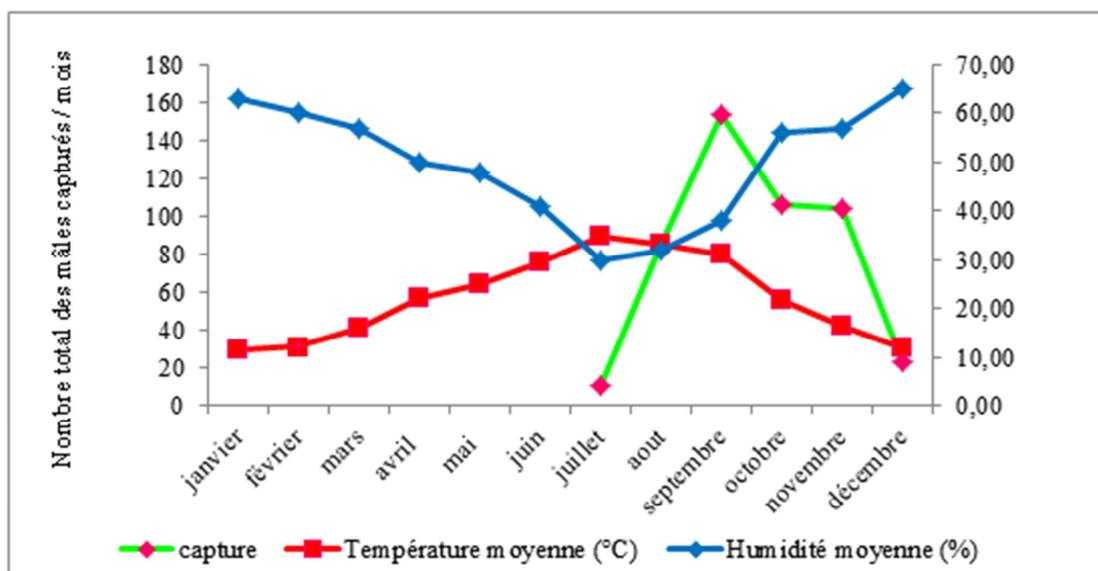
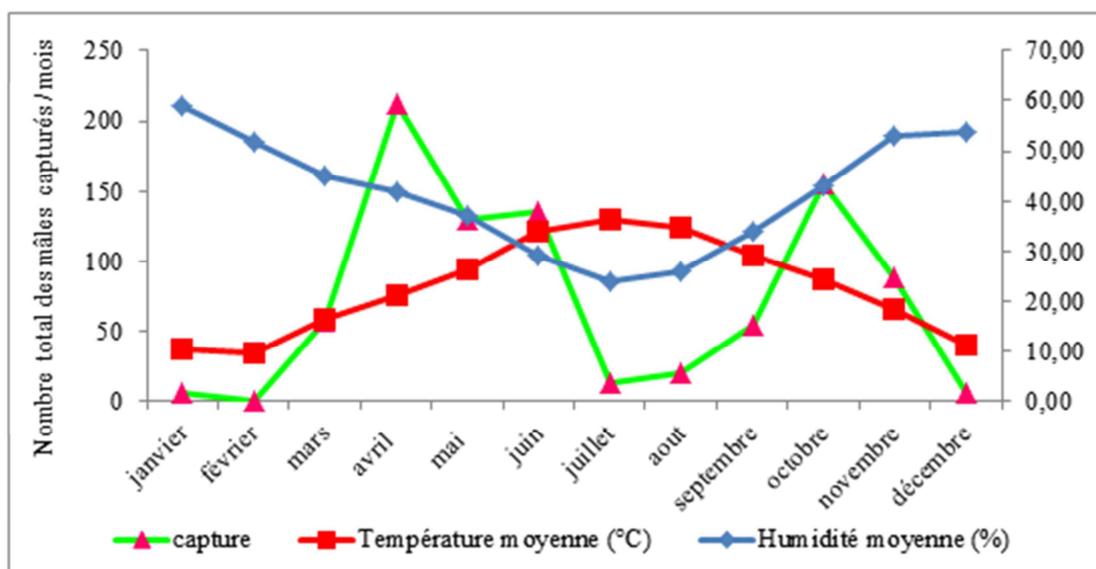


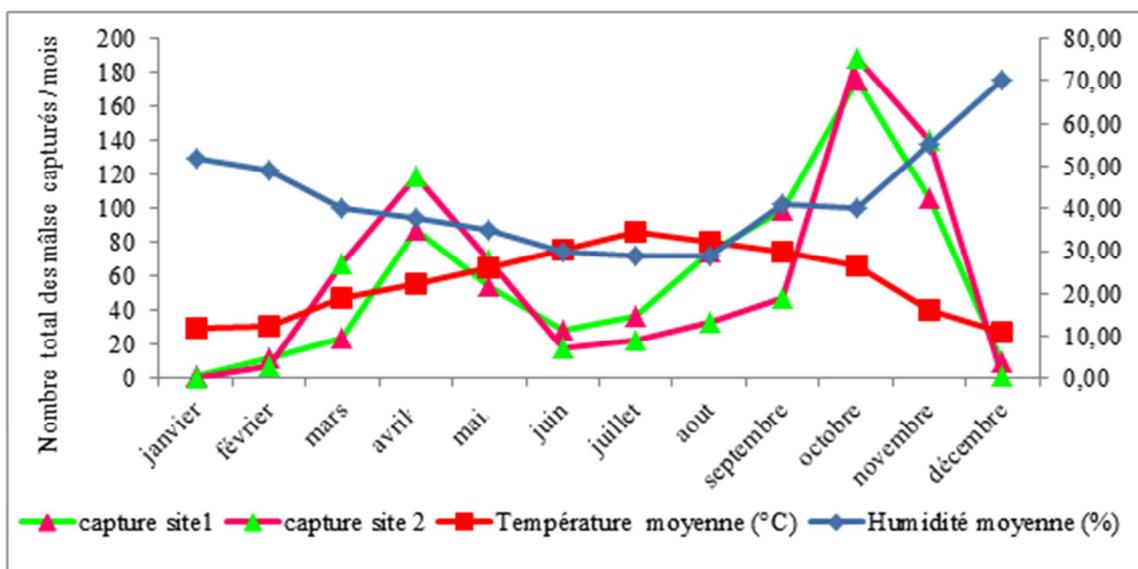
Fig. 13. - Fluctuations de la population mâle de *E. ceratoniae* en fonction des conditions climatiques en 2011 dans le site 01.

En 2012 (Fig.14), deux périodes de vol ont été enregistrées; la première période est observée entre le mois de mars et le début de mois de juin marquant une période de 13 semaines, durant laquelle les températures moyennes mensuelles ayant varié de 16,55 et 26,60°C et les taux d'humidité relative moyens mensuels ont oscillé entre 45 et 37% qui s'avéraient être aussi favorables à l'activité de l'insecte dont le pic de vol a été enregistré en avril avec 212 mâles sous une température moyenne de 21,30°C et un taux d'humidité relative de 42%. La deuxième période de vol est enregistrée entre début septembre et fin novembre, à cette époque, les températures moyennes mensuelles ayant varié entre 29,20 et 18,40°C et les taux d'humidité moyens mensuels ont été compris entre 34 et 53%, ces conditions semblent être propices à une activité intense de *E. ceratoniae* qui se traduit par un pic de vol de 156 mâles, capturés le mois d'octobre sous une température moyenne de 24,50°C et un taux d'humidité relative de 43%.



**Fig. 14** - Fluctuations de la population mâles de *E. ceratoniae* en fonction des conditions climatiques en 2012 dans le site 01.

En 2013 (Fig.15), sous des températures moyennes mensuelles qui varient entre 19,15 et 25,95°C et une humidité relative moyenne mensuelle oscillant entre 35 et 40%, on a enregistré la première période de vol allant de fin février jusqu'au mois de mai dans les deux sites. Les pics de vol sont de l'ordre de 87 et 119 mâles capturés le mois d'avril dans le premier et le deuxième site respectivement et qui coïncident avec une température moyenne de 22,35°C et un taux d'humidité relative de 38%.



**Fig. 15** - Fluctuations de la population mâle de *E. ceratoniae* en fonction des conditions climatiques en 2013 dans les deux sites.

La deuxième période de vol s'étale depuis la fin août jusqu'au mois de novembre, durant cette période, les températures moyennes mensuelles ayant varié entre 29,80 et 16,40°C et les taux d'humidité relative moyens mensuels ont oscillé entre 41 et 55% semblent être convenables à une activité intense où les pics de vol sont enregistrés le mois d'octobre avec 176 et 188 mâles capturés dans le premier et le deuxième site respectivement, durant ce mois la température moyenne est de 26,65°C et le taux d'humidité relative est de 40% (Fig.15).

Pendant la période estivale, le nombre de mâles capturés est réduit mais au cours de la période hivernale le nombre des mâles capturés est le plus restreint par rapport aux trois autres périodes de l'année (Fig.13, 14 et 15). C'est en juillet où on enregistre les températures moyennes les plus élevées (en 2011: 34,80°C, en 2012: 36,20°C et en 2013: 34,40°C) et les taux d'humidité relative moyens les plus bas (en 2011: 30%, en 2012 : 24% et en 2013: 29%). Sous ces conditions, les mâles capturés sont de l'ordre de (en 2011: 11 mâles, en 2012: 14 mâles et en 2013: 37 et 23 mâles capturés dans le premier et le deuxième site respectivement). En hiver, c'est l'inverse, les températures sont les plus basses et les taux d'humidité sont les plus élevés. En décembre 2011, le nombre des mâles capturés est de 23 mâles, durant ce mois la température moyenne est de 12,10°C et l'humidité relative moyenne est de 65%. Aucun individu n'est capturé pendant le mois de février 2012 où la température moyenne est de

9,70°C et l'humidité relative moyenne est de 52% alors qu'en janvier 2013, un seul individu est capturé dans les deux sites où la température moyenne et l'humidité relative moyenne enregistrée sont respectivement de 12,05°C et de 52%.

Le suivi des fluctuations de la population imaginaire en fonction des conditions climatiques représentées principalement par la température moyenne mensuelle et l'humidité relative moyenne mensuelle (Fig. 13, 14 et 15) nous a permis de ressortir le tableau 03 qui synthétise les conditions climatiques qui semblent propices à une activité intense du vol. Il ressort d'après ce tableau (03), que les populations automnale et printanière sont les plus importantes dont les pics de vol sont enregistrés entre des températures moyennes qui varient entre 21,30 à 31,30°C et une humidité relative moyenne de 38 à 43%.

### **3.1.2.- Evolution des stades imparfaits (œuf) de *E. ceratoniae***

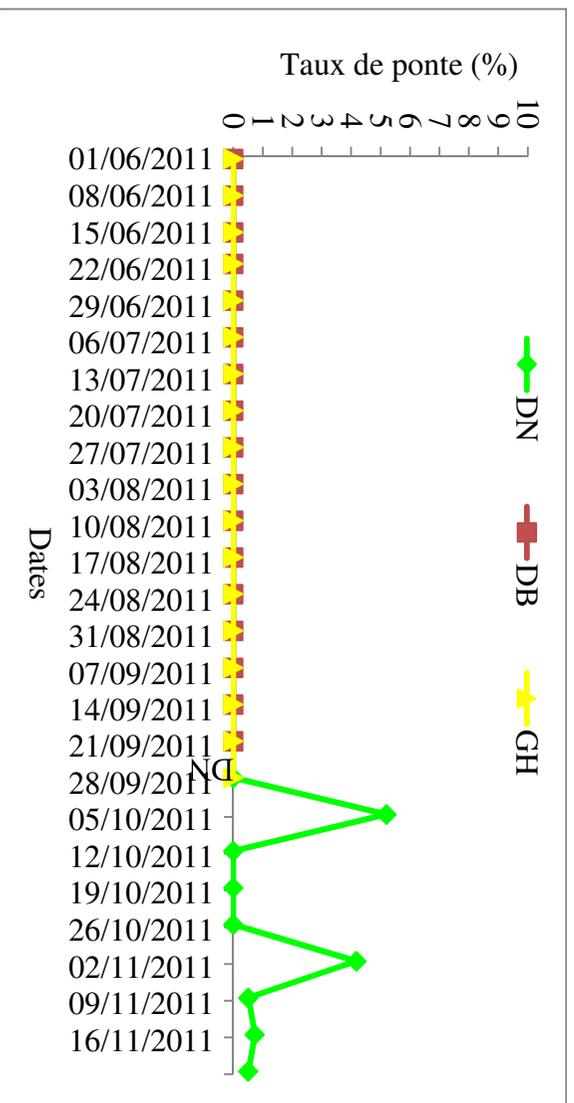
Conformément au protocole établi, les sites d'études ont fait aussi l'objet d'un suivi hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae*, en examinant les échantillons des dattes prélevés. Le suivi de la ponte sur les variétés étudiées, montre que les taux de ponte durant les années d'étude présentent des variations qui diffèrent d'une année à l'autre dans le même site et d'un site à un autre durant la même année.

Durant l'année 2011 (Fig. 16), il apparaît que dans le premier site, les proportions d'œufs déposés sur dattes sont nulles de juin jusqu'au août. La ponte est détectée sur la variété Deglet Nour dès le mois d'octobre dont on a signalé un pic de 5,20% le 04/10 et un deuxième pic de ponte au début du mois de novembre avec un taux de 4,18%. Vers la fin de ce mois, le taux de ponte décroît progressivement pour atteindre 0,51%. Chez les deux autres variétés aucune ponte n'a été détectée durant toute la période de suivie.

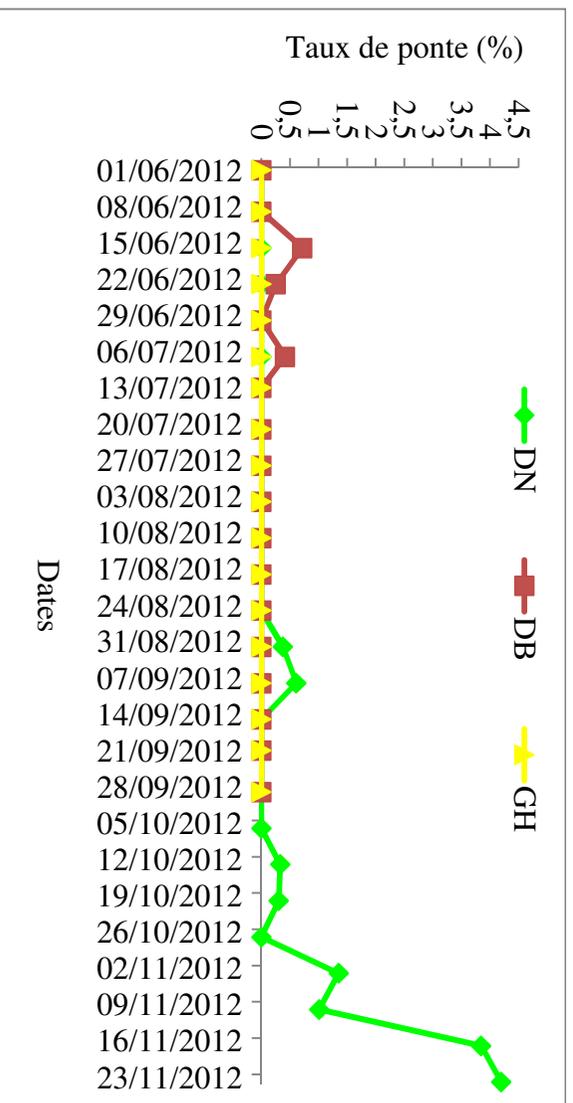
Les résultats de suivi de la ponte dans le premier site durant l'année 2012 sont illustrés sur la figure 16, il ressort que cette année la ponte des premiers œufs est détectée sur la variété Deglet Nour dès le 01/09 avec un taux de 0,37%, elle fluctue jusqu'au mois d'octobre pour atteindre un taux de l'ordre de 0,30%. A partir de novembre, on assiste à une croissance rapide du taux de ponte qui mène à un pic de 4,19% enregistré le 24/11/2012 c'est à dire à la récolte.

**Tableau 03.-**Fluctuation du vol de pyrale en fonction des conditions climatiques.

année	N° de vol	Période de vol	Pic de vol/mois	Variation de T°C moyenne durant la période de vol	Variation de H% moyenne durant la période de vol	T°C correspond au pic de vol	H% correspond au pic de vol
site01/ 2011	Vol	Fin août / novembre	154♂/septembre	33,40à 16,60	38 à 57	31,30	38
site01/ 2012	1 <sup>er</sup> vol	mars / début juin	212 ♂/avril	16,55 à26, 60	45 à 37	21,30	42
	2 <sup>ème</sup> vol	septembre /novembre	156 ♂/octobre	29,20 à18, 40	34 à 53	24,50	43
site 01 / 2013	1 <sup>er</sup> vol	Fin février / mai	87♂/avril	19,15 à25, 95	40 à 35	22,35	38
	2 <sup>ème</sup> vol	Fin août / novembre	176 ♂/ octobre	29,80 à16, 40	41 à 55	26,65	40
site 02 / 2013	1 <sup>er</sup> vol	Fin février / mai	119♂/ avril	19,15 à25, 95	40 à 35	22,35	38
	2 <sup>ème</sup> vol	Fin août / novembre	188 ♂ / octobre	29,80 à16, 40	41 à 55	26,65	40

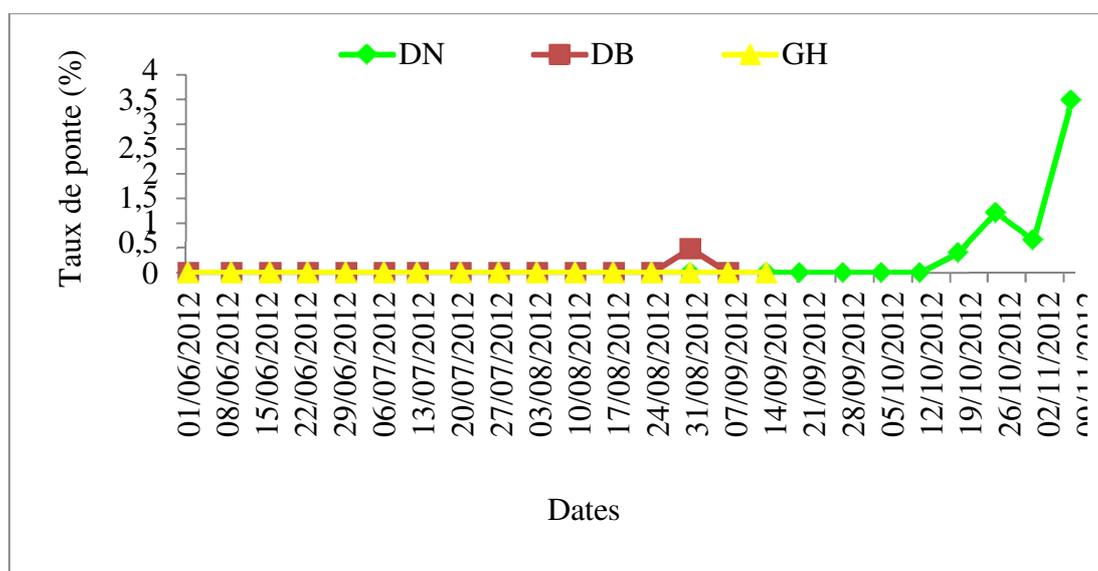


**Fig.15.-** Evolution hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2011 dans le premier site.



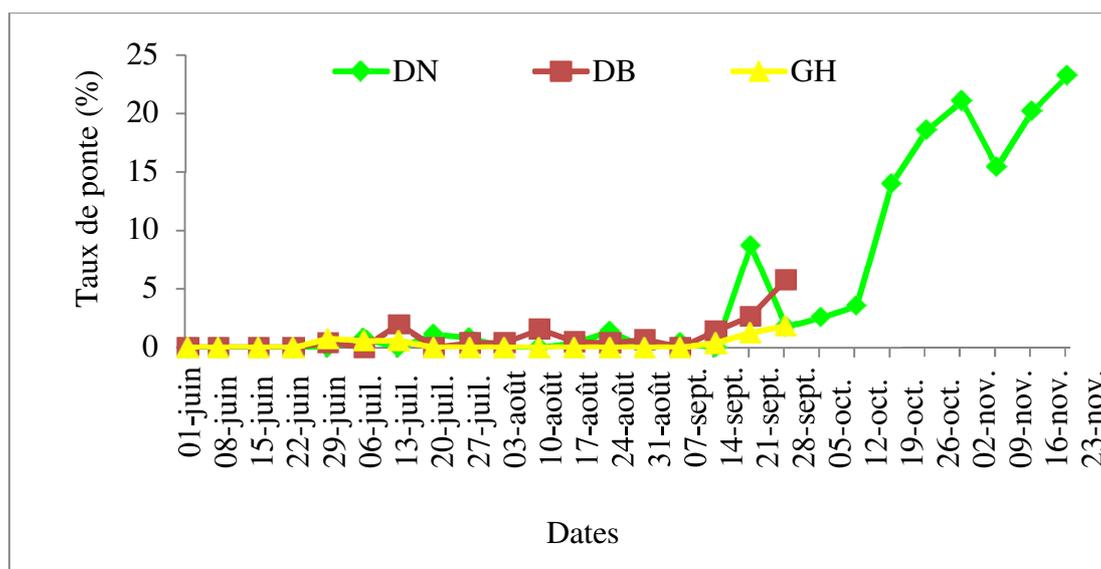
**Fig. 16.-** Evolution hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le premier site.

Dans le deuxième site (Fig.18), on remarque que la ponte de la pyrale sur la variété Deglet Nour est détectée qu'à partir le 20/10 avec un taux de 0,38%, ce taux a évolué pour atteindre un maximum de 3,48% le 10/11/2012 (à la récolte). Concernant la variété Degla Beida, la ponte dans le premier site est signalée le 16/06 avec un taux de 0,71%, ce taux subit des fluctuations pour s'annuler à la récolte alors que dans le deuxième site, le début de la ponte a été observée le 01/09/2012 avec 0,48% taux de ponte. Pour la variété Ghars aucune ponte n'a été détectée durant toute la période de suivie dans les deux sites.

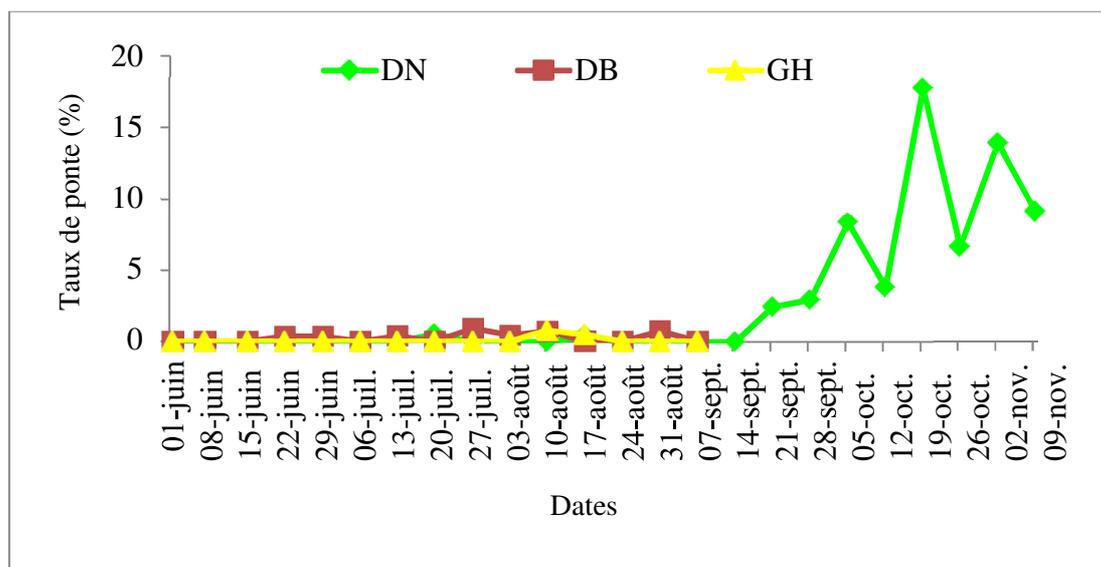


**Fig.18.-** Evolution hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le deuxième site.

En 2013 (Fig.19), les résultats de cette année révèlent des attaques des trois variétés dès le début de la période de suivie. Chez la variété Deglet Nour, la ponte fluctue entre 0,79% et 1,37% enregistrée entre le 06/07 et le 24/8. A partir du septembre, on assiste à une croissance rapide du taux de ponte qui atteint son pic avec une valeur de 23,22% enregistré le 23 /11 dans le premier site. Dans le deuxième site (figure 20), la ponte est enregistrée deux semaines plus tard par rapport au premier site. Le taux de ponte sur la Deglet Nour est de l'ordre de 0,55% à la date du 20/06/, ce taux a connu une faible évolution jusqu'à le mois de septembre. A partir du mois d'octobre on assiste à une évolution rapide du taux de ponte, avec un pic de de 17,72% signalé à la récolte (10/11/2013).



**Fig. 19.-** Evolution hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le premier site.



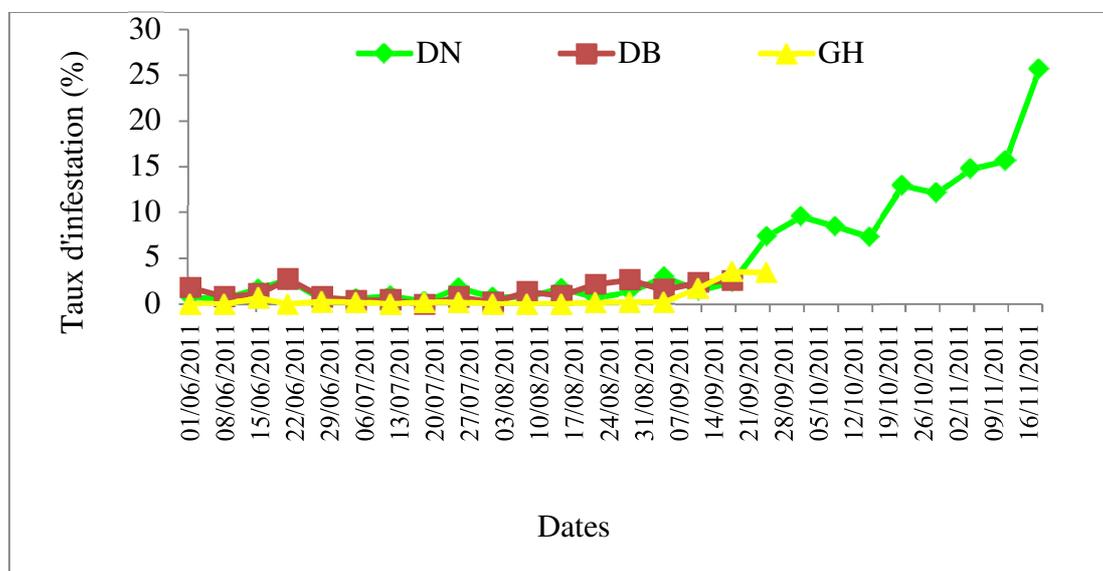
**Fig. 20.-** Evolution hebdomadaire de la ponte de *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le deuxième site.

Dans le premier site, la ponte de la pyrale sur les dattes des variétés Degla Beida et Ghars, est avancée par une semaine par rapport à la variété Deglet Noir. On a signalé aussi des variations des taux de ponte durant toute la période de suivie, pour atteindre leurs pics de ponte à la récolte (28/09/2013) avec des valeurs de 5,78% et 1,80% sur la variété Degla Beida

et la variété Ghars respectivement. Dans le deuxième site, on a enregistré des variations des taux de ponte chez la variété Degla Beida pour atteindre un pic de 0,70% le 31 août 2013, alors que chez la variété Ghars, la ponte est détectée seulement durant le mois d'août, elle varie entre 0,43 et 0,77%.

### 3.1.3.- Evolution des stades imparfaits (larves et chrysalides) de *E. ceratoniae*

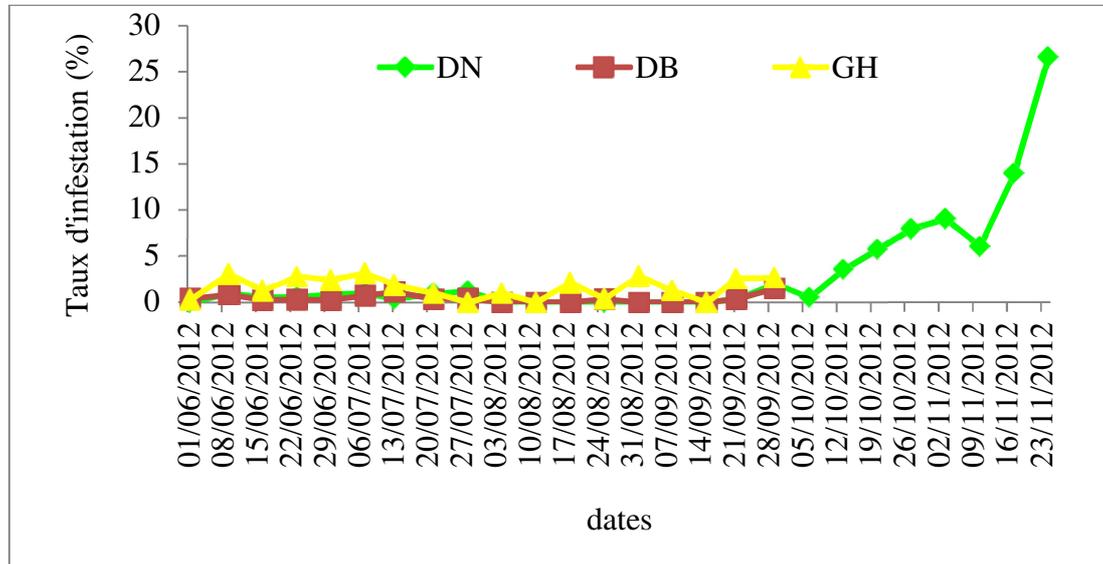
Les figures (21, 22, 23, 24 et 25), illustrent l'évolution des taux d'infestation entre les variétés des dattes dans la région d'étude durant les années 2011, 2012 et 2013.



**Fig.21.-** Evolution hebdomadaire de l'infestation par *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2011 dans le site 01.

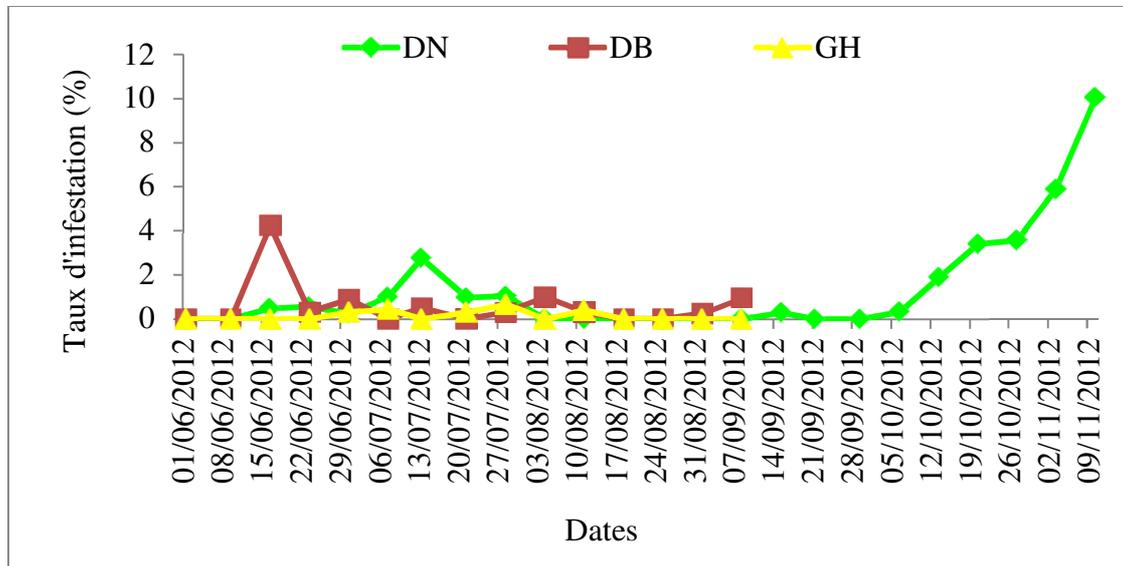
Dans le premier site, au début de la campagne 2011 (Fig. 21), l'infestation des fruits est faible sur les variétés Deglet Nour et Degla Beida, alors qu'elle est nulle sur la variété Ghars. Ensuite l'infestation augmente progressivement pour atteindre un pic de 2,55% de fruits infestés sur la Degla Beida le 20/9/2011, suivie par la variété Ghars et la variété Deglet Nour avec respectivement un pic d'infestation de 3,43% signalé le 27/09/2011 et de 25,68% enregistré le 22/11/2011. Il est à noter que les dates dont on a enregistré les pics d'infestation correspondent aux dates de la récolte de chaque variété.

Les résultats mentionnés sur les figures 22 et 23, retracent l'évolution hebdomadaire des taux d'infestation des dattes des trois variétés étudiées dans les deux sites durant la campagne 2012. Pour la variété Deglet Nour, l'infestation marque une faible évolution durant les mois de juin et juillet, puis elle s'annule en début août jusqu'à le mi septembre et à partir de la troisième semaine de ce mois, l'infestation apparaît à nouveau où on assiste à une évolution rapide qui atteint son pic à la récolte avec 26,57% des fruits infestés enregistré le 24/11/2012 dans le premier site. L'infestation de la variété Degla Beida a la même allure que l'infestation de la Deglet Nour avec un pic d'infestation de 1,49% enregistré le 29/9/2012. Chez la variété Ghars, l'infestation est importante au début de la saison, où le taux d'infestation est de 3,06% signalé le 09/6/2012, ce taux connaît des fluctuations avant d'atteindre, un taux d'infestation de 2,64% consigné le 29/9/2012. Dans le deuxième site, l'infestation chez la variété Deglet Nour, a la même évolution que celle enregistrée dans le premier site avec un pic d'infestation moins important de l'ordre de 10,03% enregistré le 10/11/2012 (à la récolte). Sur la variété Degla Beida, l'infestation est de 4,23% au début de la campagne, exactement à la date du 16/06/2012, ce taux subit des fluctuations pour atteindre 0,92% de fruits infestés à la récolte (08/09/2012).



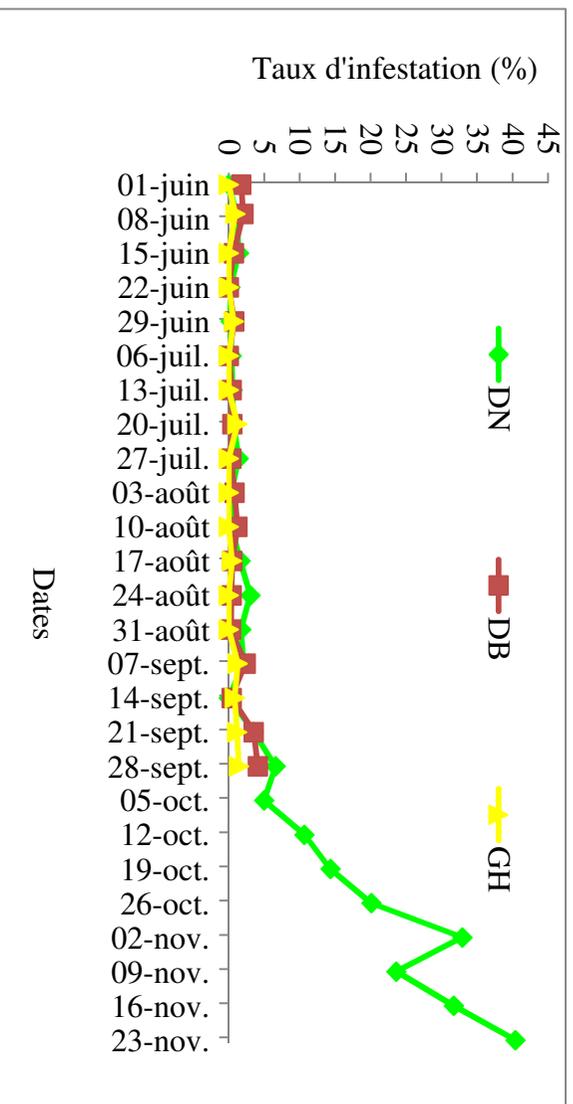
**Fig.22.-**Evolution hebdomadaire de l'infestation par *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le premier site.

Sur la variété Ghars, l'infestation n'est détectée que vers la fin du mois de juin jusqu'au le mi août, elle varie entre 0,28% et 0,36%, date à partir de laquelle l'infestation s'annule complètement.

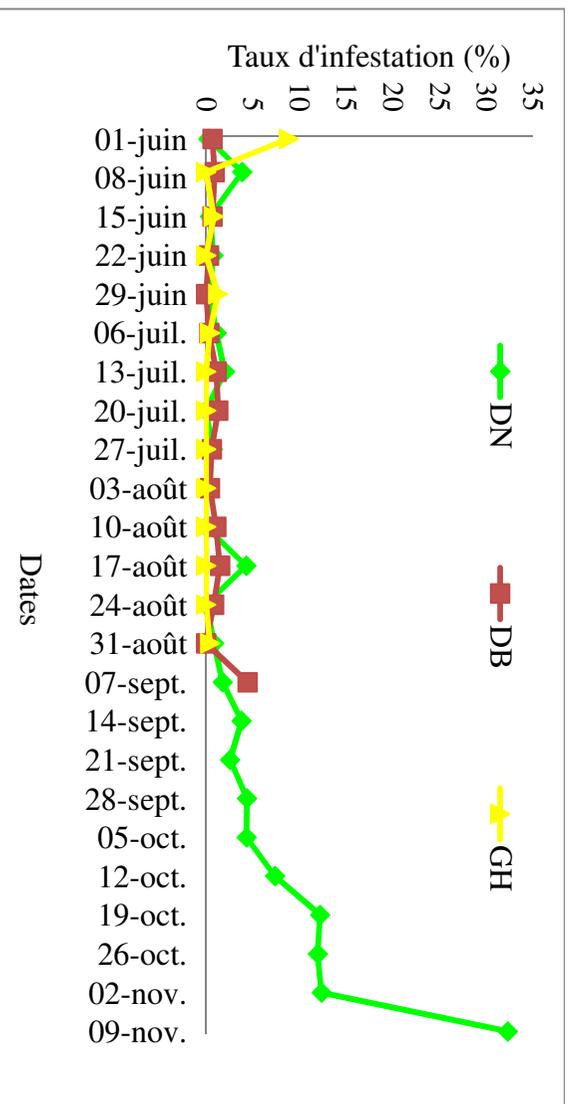


**Fig. 23-** Evolution hebdomadaire de l'infestation par *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2012 dans le deuxième site.

En 2013, l'infestation des variétés étudiées est plus importante dans les deux sites par rapport aux années précédentes (Fig. 24 et 25). L'infestation de la variété Deglet Nour est faible au début, elle augmente progressivement dans les deux sites pour atteindre son pic d'infestation à la récolte avec 40,39% enregistré le 23/11/2013 et 32,31% signalé le 09/11/2013 dans le premier et le deuxième site respectivement. Dans le premier site, l'infestation chez la variété Degla Beida augmente progressivement durant la campagne agricole pour atteindre à la récolte (28/09/2013) un pic de 4,10% des fruits infestés. De même pour le deuxième site, le pic d'infestation est de l'ordre de 4,42% enregistré à la récolte (07/09/2013). En ce qui concerne la variété Ghars, l'infestation dans le premier site subit des fluctuations durant la campagne pour atteindre un pic de 1,42% des fruits infestés à la récolte (28/09/2013) par contre dans le deuxième site, l'infestation est importante au début du suivie, avec 8,84% enregistrée le 01/06/2013, ce taux diminue progressivement pour s'annuler entre le mi et la fin d'août où l'infestation est détectée à nouveau avec un taux de 0,42% des fruits infestés enregistré à la récolte (07/09/2013).



**Fig.23.**-Evolution hebdomadaire de l'infestation par *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le premier site.



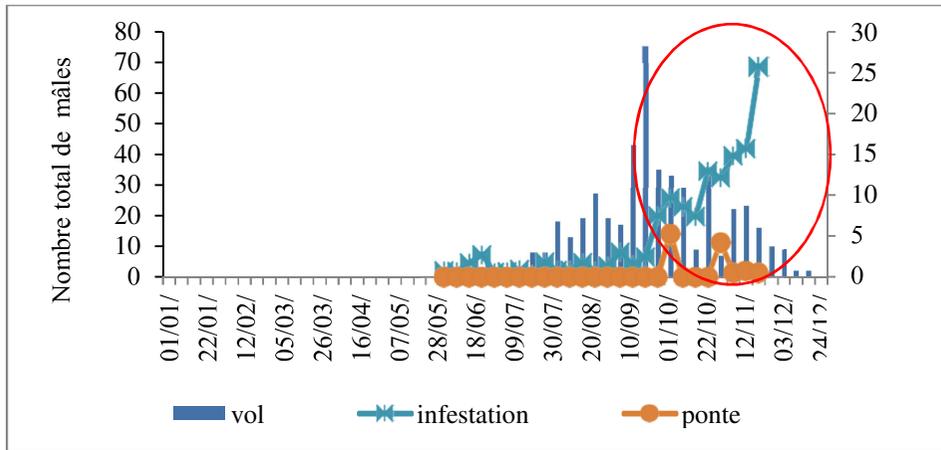
**Fig.24.**-Evolution hebdomadaire de l'infestation par *E. ceratoniae* sur les trois variétés étudiées en 2013 dans le deuxième site.

### 3.1.4.- Relation capture -activité du ravageur (ponte et infestation)

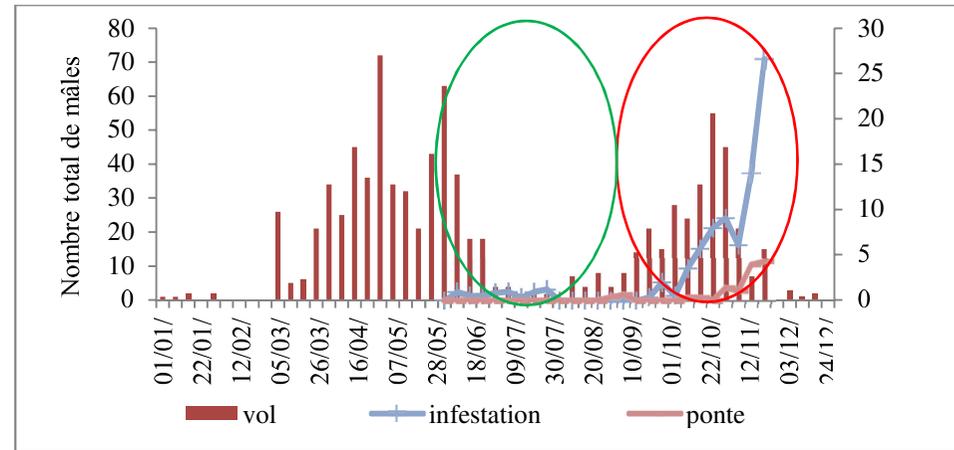
Le suivi de la dynamique de population de *E. ceratoniae* durant les 3 ans d'étude révèle que les adultes sont présents durant toute l'année dans la palmeraie et ils sont actifs pendant une période de 9 mois durant laquelle deux périodes d'activité intense ont été enregistrées; une printanière qui ne correspond pas à la présence des dattes sur palmier, l'autre automnale qui se synchronise avec les dattes en pleine maturation. Cette activité se traduit par l'infestation des dattes par les œufs et les larves de *E. ceratoniae* chez les trois variétés étudiées. Il est à noter que sur la variété Deglet Nour (Fig. 26), les pics de ponte et d'infestation sont discernés après l'enregistrement de pic de vol durant toute la période d'étude. En 2013 (deuxième site), le pic de ponte est synchronisé avec le pic de vol, alors que le pic d'infestation est enregistré 15 jours après (Fig. 26d). Il faut signaler aussi que durant la période estivale des années 2011 et 2012, on a enregistré des infestations malgré l'absence des pontes sur les dattes durant la même époque.

Pour la variété DB en 2011 (Fig. 27a), le pic d'infestation coïncide avec le pic de vol mais la ponte n'est pas détectée durant toute la période de suivi. En 2012, l'infestation débute la première semaine de juin qui correspond à la fin de la première période de vol. Elle atteint son maximum au début de la deuxième période de vol (Fig. 27b). Il est à noter que la ponte est nulle durant cette année. En 2013, on observe que les taux de ponte sont plus importants que les taux d'infestation dans le premier site (Fig. 27c). Bien qu'il y ait une synchronisation entre le pic de ponte et celle de l'infestation mais ils sont signalés avant le deuxième pic de vol. Dans le deuxième site et durant la même année; les premières infestations sont détectées vers la première semaine de juin. Alors que, les premières pontes sont enregistrées durant la dernière semaine de juin. Dans le deuxième site; le pic d'infestation et de ponte concorde avec le début de la deuxième période de vol, autrement dit le pic d'infestation et de ponte s'échappent du deuxième pic de vol (Fig. 27d).

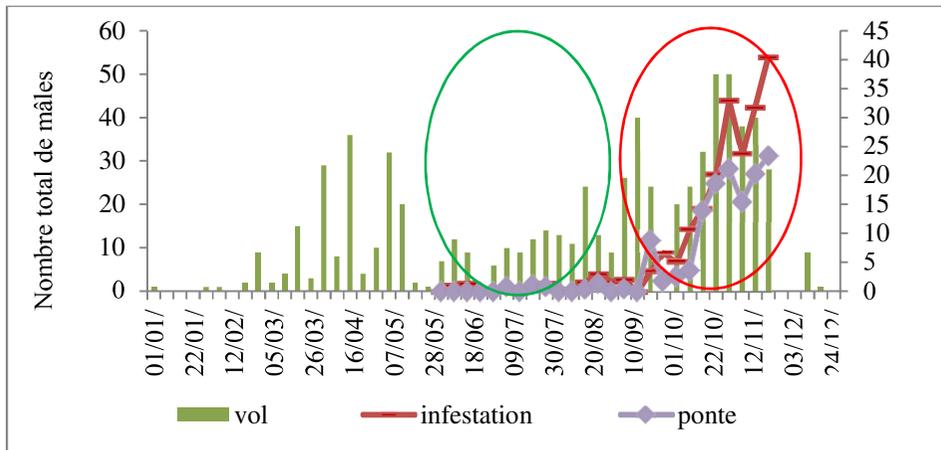
En 2011, sur la variété GH, le pic d'infestation se synchronise exactement avec le pic de la deuxième période de vol, la ponte n'est pas détectée cette année (Fig. 28a). En 2012 dont la première période de vol s'étale jusqu'à la première semaine de juin,



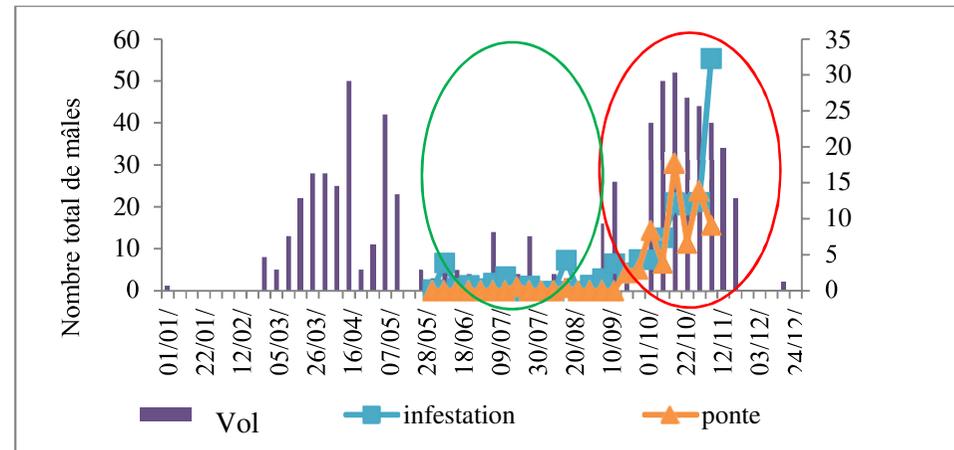
**a.-** Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DN dans le site 01 durant l'année 2011.



**b.-** Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DN dans le site 01 durant l'année 2012.

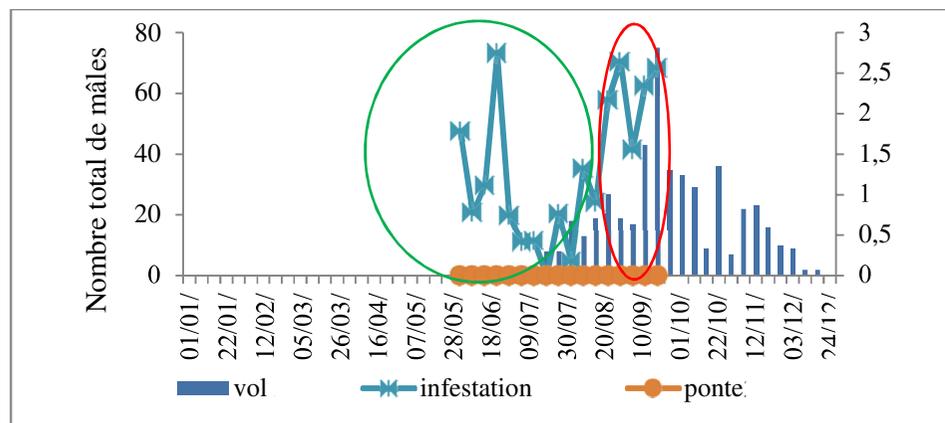


**c.-** Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DN dans le site 01 durant l'année 2013.

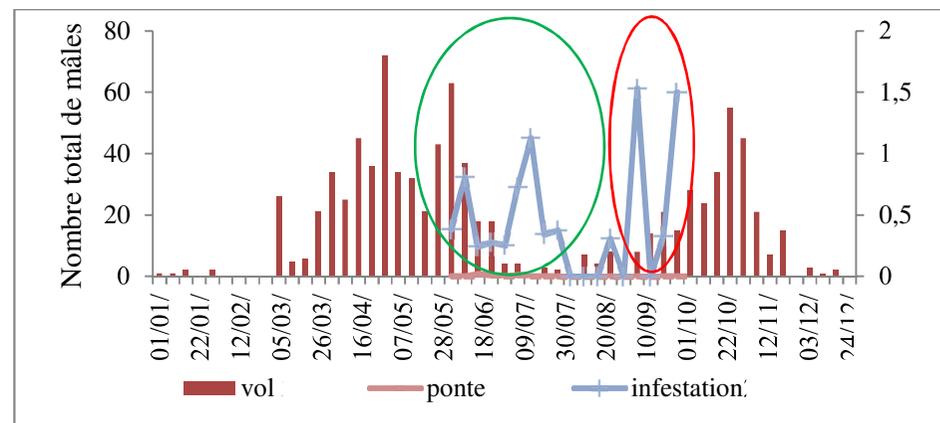


**d.-** Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DN dans le site 02 durant l'année 2013.

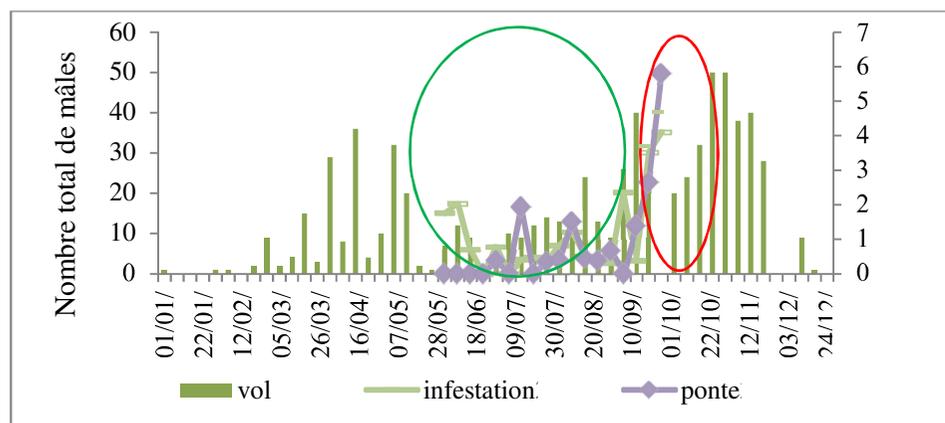
**Fig.26 (a, b, c et d).-** Relation capture de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Degelt Nour.



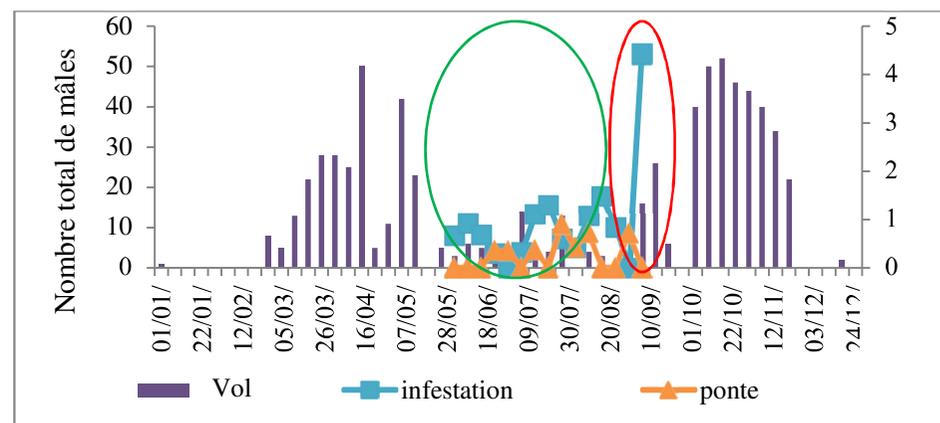
a.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DB dans le site 01 durant l'année 2011.



b.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DB dans le site 01 durant l'année 2012.

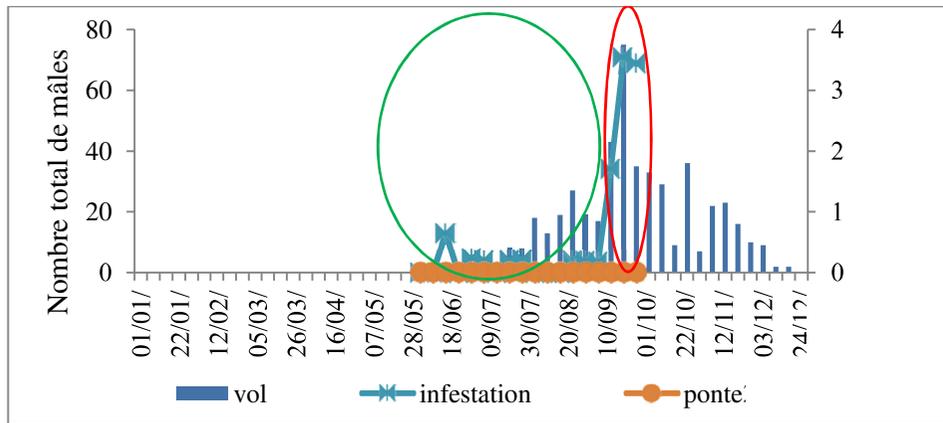


c.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DB dans le site 01 durant l'année 2013.

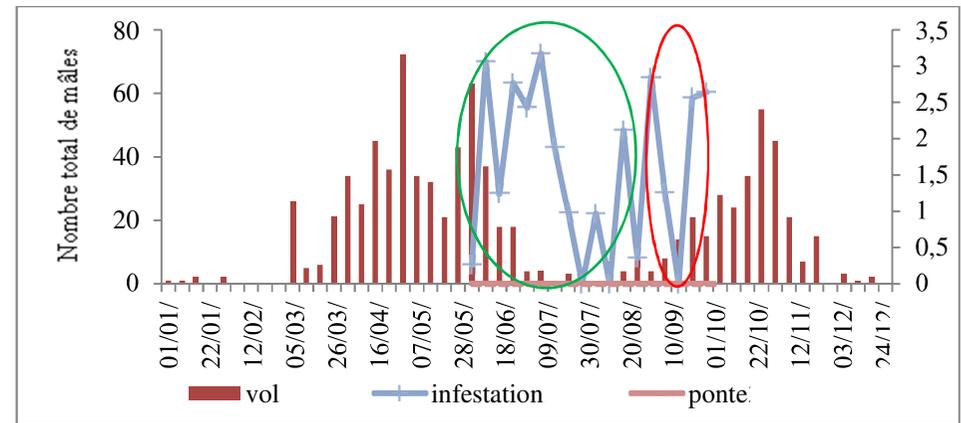


d.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété DB dans le site 02 durant l'année 2013.

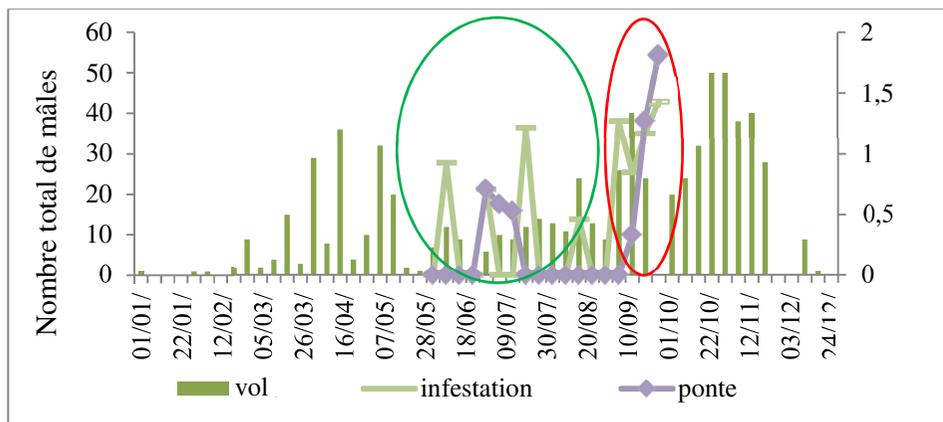
Fig.27 (a, b, c et d).- Relation capture de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Degla Beida.



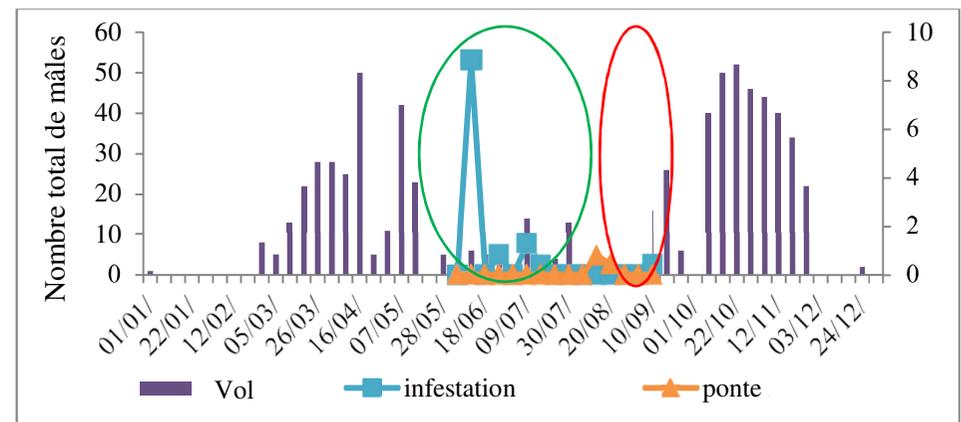
a.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété GH dans le site 01 durant l'année 2011.



b.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété GH dans le site 01 durant l'année 2012.



c.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété GH dans le site 01 durant l'année 2013.



d.- Relation captures de mâles et l'activité du ravageur sur la variété GH dans le site 02 durant l'année 2013.

**Fig.28 (a, b, c et d).**- Relation capture de mâles et l'activité du ravageur sur la variété Ghars.

les premières infestations sont enregistrées aussi durant cette semaine, avec un taux très important que ce enregistré au début de la deuxième période de vol. Il est a signalé que le nombre des mâles capturés durant la première période de vol est plus important que celle capturer durant la deuxième période de vol. Il faut signaler qu'aucune ponte n'est enregistrée aux cours de la campagne sur cette variété aussi (Fig. 28b).

En 2013 et dans le premier site, de même que la variété DB, on observe que le taux de ponte sur la variété GH est plus important que le taux d'infestation. Sachant que les premières pontes sont détectées en juillet, les premières infestations sont signalées dès le début juin qui correspond à la fin de la première période de vol. Sur la variété GH, on note une synchronisation entre le pic de ponte et celle de l'infestation. Les deux pics sont détectés avant le pic de vol de la deuxième période (Fig. 28c). Dans le deuxième site, durant l'année 2013, on n'a pas enregistré ni pic de ponte ni pic d'infestation au début de la deuxième période de vol (Fig. 28d).

L'analyse statistique (Tab. 04) montre qu'en 2011; il y a une corrélation significative entre le niveau de la population imaginale et l'infestation des trois variétés DN, DB et GH avec respectivement ( $R^2 = 0,92$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,98$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,86$ ,  $p < 0,0001$ ) de même, le niveau de la population imaginale et la ponte sur la variété DN sont corrélés significativement avec  $R^2 = 0,72$  et  $p < 0,0001$ .

En 2012, une corrélation significative et positive est enregistrée entre le vol et la ponte sur les variétés DN et DB avec respectivement ( $R^2 = 0,78$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,58$ ,  $p = 0,000$ ). Une corrélation significative et positive est enregistrée entre le niveau de la population imaginale et le taux d'infestation sur les variétés DN, DB et GH, avec respectivement ( $R^2 = 0,89$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,94$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,97$ ,  $p < 0,0001$ ). D'après le même tableau, on remarque que durant l'année 2013 dans le premier site, qu'il y a une corrélation significative et positive entre le vol et l'infestation des variétés DN, DB et GH avec respectivement ( $R^2 = 0,92$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,98$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,92$ ,  $p < 0,0001$ ). De même pour la ponte, on a enregistré une corrélation significative et positive avec le niveau de la population imaginale pour les trois variétés DN, DB et GH avec respectivement ( $R^2 = 0,86$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,95$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,78$ ,  $p < 0,0001$ ).

**Tableau 04.-**Régression entre les captures de mâles et l'activité du ravageur

paramètres		Infestation			Ponte		
Année	variété	Droite régression	R <sup>2</sup>	P	Droite régression	R <sup>2</sup>	P
2011	DN	Y=2,42X+17,85	0,92	<0,0001	Y=0,35X-6,86	0,72	<0,0001
	DB	Y=1,41X+33,86	0,98	<0,0001	Pas de ponte		
	GH	Y=0,64X+6,32	0,86	<0,0001	Pas de ponte		
2012	DN	Y=1,61X-148,09	0,89	<0,0001	Y=0,42X-45,58	0,78	<0,0001
	DB	Y=1,07X-88,44	0,94	<0,0001	Y=0,22X-15,2	0,58	0,000
	GH	Y=2,36X-201,33	0,97	<0,0001	Pas de ponte		
2013 site1	DN	Y=2,66X-173,27	0,92	<0,0001	Y=1,91X-137,7	0,86	<0,0001
	DB	Y=1,23X-58,56	0,98	<0,0001	Y=1,02X-63,53	0,95	<0,0001
	GH	Y=0,59X-31,50	0,92	<0,0001	Y=0,37X-19,64	0,78	<0,0001
2013 site2	DN	Y=2,87X-182,31	0,97	<0,0001	Y=1,79X-135,57	0,84	<0,0001
	DB	Y=2,25X-138,08	0,93	<0,0001	Y=1,11X-72,33	0,95	<0,0001
	GH	Y=0,86X-39,39	0,72	<0,0001	Y=0,33X-23,22	0,62	0,000

Dans le deuxième site; d'après le même tableau, on remarque qu'il y a une corrélation significative et positive entre le vol et l'infestation des variétés DN, DB et GH avec respectivement  $R^2 = 0,97$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,93$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,72$ ,  $p < 0,0001$ . De même, la corrélation est significative et positive entre le vol et la ponte sur les trois variétés DN, DB

et GH avec respectivement ( $R^2 = 0,84$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,95$ ,  $p < 0,0001$  et  $R^2 = 0,62$ ,  $p = 0,000$ ).

En somme, la détection de la ponte et de l'infestation sur les trois variétés durant la période estivale prouve que la population imaginaire de la pyrale est active même à des niveaux très faibles. Il est à noter aussi qu'au printemps dont les conditions climatiques sont favorables au développement de la pyrale, l'activité des adultes (ponte et infestation) de cette dernière est non estimée faute de non disponibilité des dattes sur palmier. En été, malgré la disponibilité des dattes sur les quelles on peut évaluer l'activité des adultes, les conditions climatiques ne sont pas propices à une activité intense de cet insecte. Alors qu'en hiver, les conditions météorologiques ne sont pas favorables au développement de la pyrale et le support alimentaire sur lequel on peut évaluer l'activité des adultes est non disponible. Il apparaît donc que l'automne est la saison la plus opportune au développement de la pyrale vue la disponibilité des dattes et un climat adéquat.

### 3.1.5.- Evolution de la ponte en fonction des stades phénologiques sur les trois variétés

Les résultats de taux de ponte moyens enregistrés sur les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T) dans les deux sites d'étude sont représentés sur le tableau (05).

**Tableau 05.-**Taux de ponte moyens (%) enregistrés dans les deux sites sur les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).

Variété Stade	site 01			site 02		
	DN	DB	GH	DN	DB	GH
GF	0,0008±0,001	0,0013±0,001	0,0006±0,001	0,0002±0,001	0,0010±0,001	0,0000±0,000
DM	0,0065±0,001	0,0020±0,003	0,0000±0,000	0,0020±0,002	0,0020±0,001	0,0012±0,001
T	0,0524±0,069	0,0633±0,109	0,0026±0,004	0,0485±0,057	0,0000±0,000	0,0000±0,000

Les résultats montrent que dans le premier site, le taux de ponte moyen sur la variété DN est de 0,0008 % au stade GF pour les trois années d'études. Ce taux a évolué progressivement pour atteindre 0,0065% au stade DM et 0,0524% au stade T. de même pour la variété DB dont on a noté 0,0013%, 0,002% et 0,0633% comme des moyennes de taux de ponte pour les trois stades phénologiques GF, DM, et T respectivement. Par contre chez la variété GH on a enregistré un taux moyen de ponte de 0,0006% au stade grossissement des fruits. Aucune ponte n'a été détectée au stade début maturité alors qu'au stade Tmar le taux moyen de ponte est de 0,0026%.

Dans le deuxième site, les résultats montrent aussi qu'il y a une évolution des taux moyens de ponte au cours des stades phénologiques (GF, DM, et T) pour la variété DN qui sont de 0,0002%, 0,002% et 0,0485% respectivement. Pour la variété DB on a noté des taux moyen de ponte 0,001%, 0,002% pour respectivement les stades phénologiques GF et DM. Ce taux est de 0% au stade Tmar. Pour la variété GH, la ponte a été détectée qu'au stade DM avec un taux moyen de 0,0012%.

Le tableau 06, montre une évolution des taux moyens de ponte chez les trois variétés pour les deux sites d'étude, en franchissant les différents stades phénologiques.

**Tableau 06.-**Taux de ponte moyens (%) des deux sites enregistrés sur les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).

Variété stade	DN	DB	GH
GF	0,0005±0,000	0,0011±0,000	0,0003±0,000
DM	0,0042±0,003	0,0020±0,000	0,0006±0,000
T	0,0504±0,002	0,0316±0,044	0,0013±0,001

Pour la variété DN on a enregistré des taux de ponte de 0,0005%, 0,0042% et 0,0504% respectivement aux stades phénologiques GF, DM et T. Chez la variété DB on a noté 0,0011%, 0,002% et 0,0316% comme moyennes de taux de ponte des trois stades phénologiques (GF, DM et T respectivement). De même, chez la variété GH, les taux de

pontes enregistrés au cours des trois stades phénologiques sont de 0,0003% GF, 0,0006% DM et 0,0013% T.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs (Tab.07), pour l'évaluation de l'effet de la variété ainsi que le stade phénologique sur l'évolution du taux de ponte dans les sites, montrent une différence significative entre les variétés ( $F= 43,562$ ,  $p<0,0001$ ) et les stades phénologiques ( $F= 45,183$ ,  $p<0,0001$ ). L'interaction entre les facteurs étant également significative avec  $F = 31,900$  et  $p<0,0001$ .

**Tableau 07.-**Effet des variables variété et stade phénologique sur le taux de ponte (variété\*stade: interaction).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
variété	2	1476,964	738,482	43,562	< 0,0001
stade	2	1531,946	765,973	45,183	< 0,0001
variété*stade	4	2163,122	540,780	31,900	< 0,0001

Pour ce qui est de l'influence des variétés, le test PLSD de Fisher suggère l'existence de 2 groupes homogènes (Tab. 08). Le groupe A représenté par la variété Deglet Nour, avec une moyenne de 0,0551% et le groupe B représenté par la variété Degla Beida et Ghars avec des moyennes de 0,0347 et 0,0022 % respectivement.

**Tableau 08.-** Effet de la variété de dattes sur le taux de ponte par *E. ceratoniae*.

Modalité	Moyennes estimées (%)	Groupes
DN	0,0551 ± 0,0278	A
DB	0,0347 ± 0,0182	B
GH	0,0022 ± 0,0008	B

Pour ce qui est de l'influence du stade phénologique, le test PLSD de Fisher suggère l'existence de 2 groupes homogènes aussi (Tab. 09).

**Tableau 09.**-Effet de stade phénologique de dattes sur le taux de ponte par *E. ceratoniae*

Modalité	Moyennes estimées (%)	Groupes
<b>T</b>	0,0833 ± 0,0247	A
<b>DM</b>	0,0068 ± 0,0018	B
<b>GF</b>	0,0019 ± 0,0004	B

Le groupe A représenté par le stade Tmar avec une moyenne de 0,0833% et le groupe B qui est représenté par les stades grossissement des fruits et début maturité avec des moyennes de 0,0019 % et 0,0068 respectivement.

Au vu des résultats obtenus, il ressort que la ponte sur la variété Deglet Nour est plus importante par rapport à la variété Degla Beida et la variété Ghars et le stade Tmar est le stade le plus attaqué quelque soit la variété.

### 3.1.6.- Evolution de l'infestation en fonction des stades phénologiques chez les trois variétés

Les résultats de taux d'infestation enregistrés sur les variétés Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques; Grossissement des Fruits (GF), Début Maturité (DM) et Tmar (T) dans les deux sites d'étude sont représentés sur le tableau 10.

Dans le premier site, les résultats montrent que, le taux moyen d'infestation chez la variété DN est de 0,7500% au stade GF pour les trois années d'étude. Ce taux a évolué au stade DM, (1,2833%) pour atteindre un maximum de 13,86 % au stade T.

**Tableau 10.-**Taux d'infestation moyens (%) enregistrés dans les deux sites chez les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).

Variété stade	Site 01			Site 02		
	DN	DB	GH	DN	DB	GH
GF	0,7500±0,260	0,4300±0,235	0,7400±0,877	0,7500±0,155	0,6700±0,028	0,7200±0,763
DM	1,2833±1,064	0,7100±0,687	0,4700±0,675	1,1250±1,534	0,6300±0,452	0,0350±0,049
T	13,8600±6,207	1,8533±0,911	1,6566±0,517	7,8150±6,102	2,6700±2,474	0,2100±0,296

De même pour la variété DB où on a noté des taux moyens d'infestation de 0,4300%, 0,7100% et 1,8533% pour respectivement les trois stades phénologiques GF, DM, et T. Par contre chez la variété GH le taux moyen d'infestation est de l'ordre de 0,7400% au stade grossissement des fruits, ce taux d'infestation a subi une diminution au stade début maturité (0,4700%) pour atteindre ensuite un taux moyen de 1,6566% au stade Tmar. Dans le deuxième site, les résultats montrent aussi qu'il y a une évolution du taux d'infestation au cours des stades phénologiques GF, DM, et T pour la variété DN qui sont de 0,7500%, 1,1250% et 7,8150% respectivement. Pour la variété DB on a noté aussi des taux moyens d'infestation de 0,6700%, 0,6300% et 2,6700% pour les trois stades phénologiques GF, DM, et T respectivement. La variété GH, a enregistré un taux moyen d'infestation de l'ordre de 0,7200% au stade grossissement, ce taux a fortement diminué au stade début maturité (0,0350%), suivie par une augmentation au stade Tmar (0,2100%).

Le tableau 11, montre une évolution des taux moyens d'infestation chez les trois variétés pour les deux sites d'étude, en franchissant les différents stades phénologiques de la variété DN qui sont de l'ordre de 0,7500%, 1,2041% et 10,8375% respectivement. De même pour la variété DB, on a noté des taux d'infestation de 0,5500%, 0,6700% et 2,2616% pour les trois stades phénologiques. Par contre chez la variété GH, on a enregistré un taux moyen

d'infestation de l'ordre de 0,7300% au stade grossissement des fruits, un taux de l'ordre de 0,2525% au stade début maturité et un taux moyen de 0,9333% au stade Tmar.

**Tableau 11.-**Taux d'infestation moyens (%) enregistrés dans les deux sites chez les variétés ; Deglet Nour (DN), Degla Beida (DB) et Ghars (GH) au cours des stades phénologiques ; Grossissement des Fruits (GF), début maturité (DM) et Tmar (T).

variété	DN	DB	GH
stade			
GF	0,7500±0,000	0,5500±0,169	0,7300±0,014
DM	1,2041±0,111	0,6700±0,056	0,2525±0,307
T	10,8375± 4,274	2,2616±0,577	0,9333±1,022

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs (Tab.12) pour l'évaluation de l'effet de la variété ainsi que le stade phénologique sur l'évolution du taux d'infestation dans les sites, montrent une différence significative entre les variétés (F= 101,092, p<0,0001) et les stades phénologiques (F=119,628, p<0,0001). L'interaction entre les facteurs étant également significative avec F = 49,954 et p<0,0001.

**Tableau 12.-**Effet des variables variété et stade phénologique sur le taux d'infestation (variété\*stade: interaction).

variable	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
variété	2	5987,277	2993,639	101,092	< 0,0001
stade	2	7085,088	3542,544	119,628	< 0,0001
variété*stade	4	5917,176	1479,294	49,954	< 0,0001

Pour ce qui est de l'influence des variétés, le test PLSD de Fisher suggère l'existence de 3 groupes homogènes (Tab. 13). Le groupe A représenté par la variété Deglet Nour, avec

une moyenne de 12,7916%, le groupe B représenté par la variété Degla Beida avec une moyenne de 3,4816 % et le groupe C représenté par la variété Ghars avec une moyenne de 1,9158 %.

**Tableau 13.-**Effet de la variété de dattes sur le taux d'infestation par *E. ceratoniae*.

Modalité	Moyennes estimées (%)	Groupes
DN	12,7916 ± 5,6974	A
DB	3,4816 ± 0,9554	B
GH	1,9158 ± 0,3449	C

Pour ce qui est de l'influence du stade phénologique, le test PLSD de Fisher suggère l'existence de 2 groupes homogènes (Tab. 14). Le groupe A représenté par le stade Tmar avec une moyenne de 14,0324% et le groupe B qui est représenté par les stades grossissement des fruits et début maturité avec des moyennes de 2,03 et 2,1266% respectivement. Au vu des résultats obtenus, il ressort que la variété Deglet Nour est la variété la plus infestée par rapport à la variété Degla Beida et la variété Ghars et le stade Tmar est le stade le plus infesté quelque soit la variété.

**Tableau 14.-**Effet de stade phénologique de dattes sur le taux d'infestation par *E. ceratoniae*.

Modalité	Moyennes estimées (%)	Groupes
T	14,0324 ± 5,3759	A
DM	02,1266 ± 0,4769	B
GF	02,0300 ± 0,1101	B

### 3.1.7.- Etude de cycle de développement

Les résultats de suivi du cycle de développement de *E. ceratoniae* de la ponte jusqu'à la mort de nouvelles adultes émergées sur des milieux d'élevage préparés à base des variétés DN et DB, sont représentés sur le tableau 15.

**Tableau 15.-**Durée moyenne (en jours) des stades de développement de *E. ceratoniae*.

Stade de développement	Durée moyenne $\pm$ Ecart type (jours)		Valeur de F	Valeur de P
	DN	DB		
Incubation des œufs	3,00 $\pm$ 0,00	3,00 $\pm$ 0,00	/	/
1 <sup>er</sup> stade larvaire	2,55 $\pm$ 0,60	3,55 $\pm$ 0,75	21,22	<0,0001
2 <sup>ème</sup> stade larvaire	5,60 $\pm$ 1,33	5,30 $\pm$ 0,97	03,56	0,067
3 <sup>ème</sup> stade larvaire	7,40 $\pm$ 0,94	4,45 $\pm$ 0,68	128,42	<0,0001
4 <sup>ème</sup> stade larvaire	5,60 $\pm$ 1,53	5,10 $\pm$ 0,78	01,67	0,203
5 <sup>ème</sup> stade larvaire	4,75 $\pm$ 1,25	7,70 $\pm$ 1,68	39,39	<0,0001
Chrysalide	10,45 $\pm$ 2,5	7,40 $\pm$ 1,42	39,38	<0,0001
Longévité des adultes	6,20 $\pm$ 0,32	5,30 $\pm$ 1,25	02,13	0,182
Cycle de vie	45,55 $\pm$ 3,54	41,80 $\pm$ 2,93	16,90	0,000

Il ressort que la durée moyenne du cycle de développement est plus longue sur le milieu d'élevage préparé à base de DN (45,55 jours) que la durée de développement sur le milieu d'élevage préparé à base de DB (41,8 jours). Il apparait que la durée moyenne de chaque stade de développement est plus longue sur le milieu d'élevage préparé à base de DN que ce préparé à base de DB, exception faite pour la durée moyenne d'incubation des œufs qui est la même pour les deux milieux d'élevage (3,00 jours) et la durée moyenne de premier et cinquième stades larvaires qui est plus longue sur le milieu d'élevage préparé à base de DB que le milieu d'élevage préparé à base de DN. Elle est de 3,55 jours et 7,70 jours pour le premier et le cinquième stade larvaire respectivement élevés sur le milieu d'élevage préparé à base de DB contre 2,55 jours et 4,75 jours pour le premier et le cinquième stade larvaire respectivement élevés sur le milieu d'élevage préparé à base de DN.

D'après le même tableau, les résultats montrent que le facteur variété affecte significativement la durée moyenne du cycle de développement (F= 16,90, P= 0,000), la durée moyenne de 1<sup>er</sup> stade larvaire (F= 21,22, P< 0,0001), le 3<sup>ème</sup> stade larvaire (F= 182,42, P< 0,0001), le 5<sup>ème</sup> stade larvaire (F= 39,39, P< 0,0001) et le stade chrysalide (F= 39,38, P<

0,0001) par contre la variété n'affecte pas significativement l'incubation des œufs, le 2<sup>ème</sup> stadelarvaire (F= 03,56, P= 0,067), le 4<sup>ème</sup> stade larvaire (F=1,67, P= 0,203) et la longivité des adultes (F= 2,13, P= 0,182).

### 3.2.- Essais de lutte

#### 3.2.1.- Effet des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* sur *E.ceratoniae*

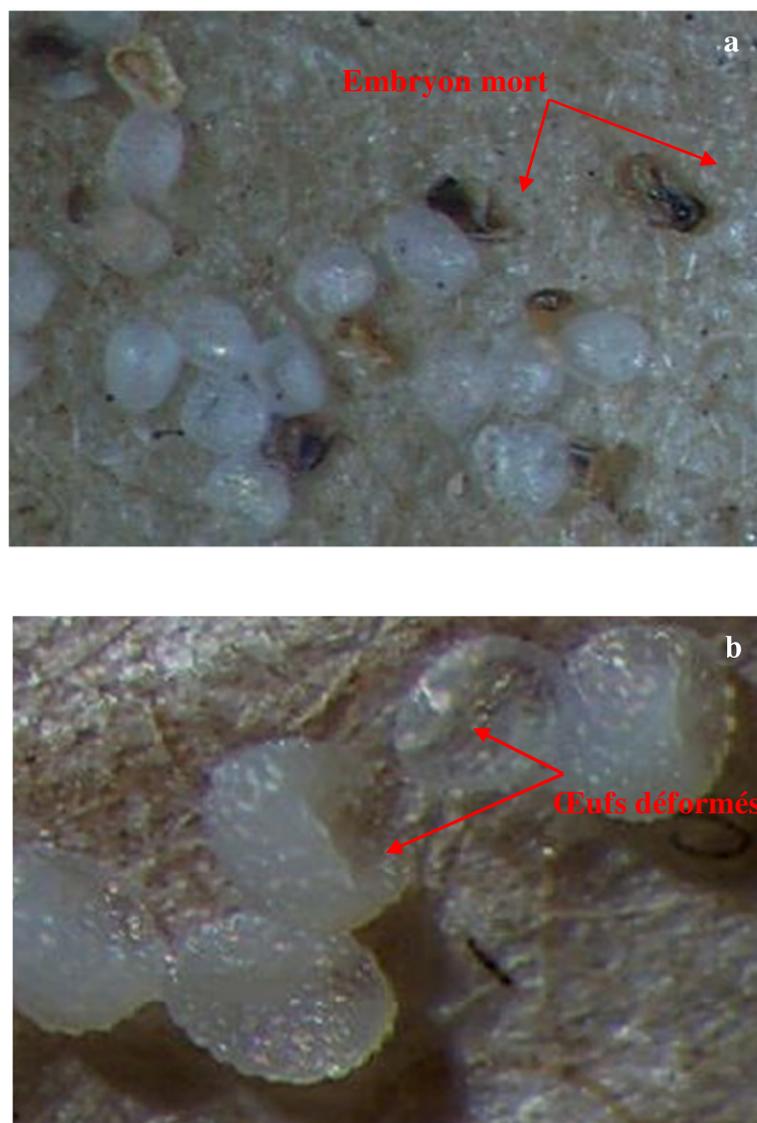
##### 3.2.1.1.- Effet des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* sur les œufs

Les résultats de l'action par contact des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* sur le taux d'éclosion des œufs de *E. ceratoniae* sont présentés sur le tableau (16). Il ressort d'après ce tableau qu'un taux d'éclosion de 05,65% est noté chez les œufs traités par les huiles essentielles de *P. harmala*. Ces huiles affectent l'éclosion de 81,7% des œufs traités dont 13,33% présentent un embryon mort (Fig.29a) et 81,02% présentent l'aspect des œufs non fertiles (pas de développement embryonnaire) avec des déformations (Fig.29b). Chez le témoin, le taux d'éclosion est de 87,35%.

**Tableau 16.-** Taux d'éclosion (%) enregistré chez les œufs témoins et traitées par Les huiles essentielles brutes de *P. harmala* et *C. arabica*.

HE de	Œufs témoins		Œufs traités		$\chi^2$	Valeur de P
	Taux d'éclosion (%)	Taux d'éclosion (%)	Pas de développement embryonnaire	Embryon mort		
<i>P.harmala</i>	87,35±06,56	05,65±01,77	81,02±03,20	13,33±02,35	263,73	<0,0001
<i>C.arabica</i>	85,20±03,52	04,21±02,35	48,43±02,24	47,36±03,21	259,04	<0,0001

Sur le même tableau, il apparait que les œufs de *E. ceratoniae* sont affectés aussi par les huiles essentielles brutes de *C. arabica*, ceci se traduit par un taux d'éclosion de l'ordre de



**Fig.29.-** Action des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et *C. arabica* sur les œufs de *E. ceratoniae* : **a.** Embryon mort, **b.** Œufs déformés

04,21%. Les huiles essentielles de *C. arabica* inhibent l'éclosion de 80,99% des œufs traités dont 47,36% présentent un embryon mort et 48,43% présentent l'aspect des œufs non fertiles. La sensibilité des œufs traités par les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* est confirmée par le test de comparaison de pourcentages  $\chi^2$  (Tab. 16), qui montre que la différence du taux d'éclosion enregistré chez les œufs traités par les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* est significative par rapport aux témoins avec respectivement  $\chi^2 = 263,73$  et  $p < 0,0001$  et  $\chi^2 = 259,04$  et  $p < 0,0001$ .

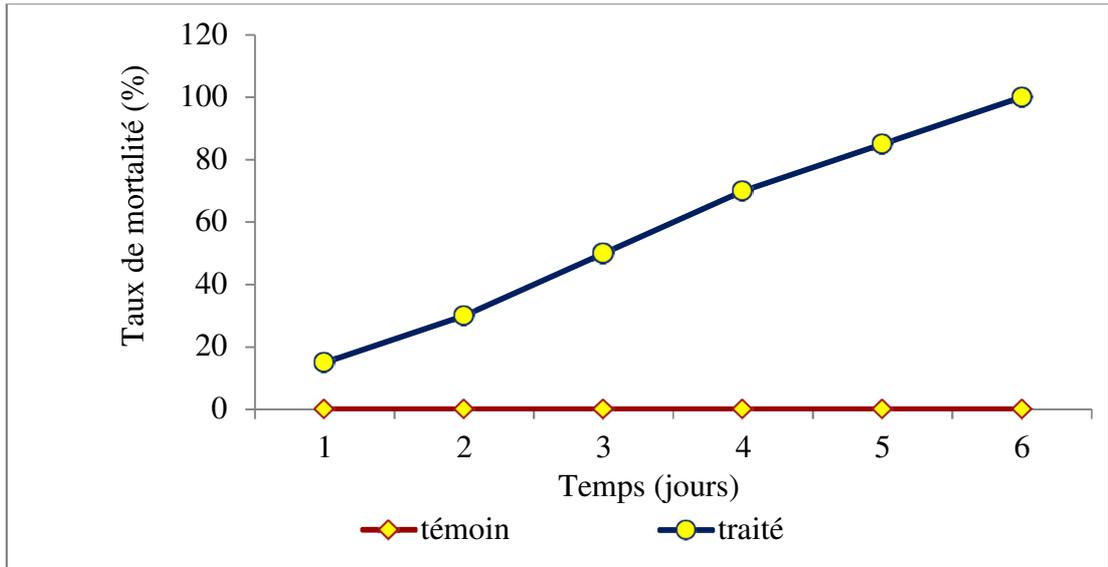
### 3.2.1.2.- Effet des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et *C. arabica* sur les larves L<sub>4</sub>

D'après les résultats obtenus (Tab. 17), on remarque que les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* sont plus sensibles aux huiles de *C. arabica* que les huiles essentielles de *P.harmala*.

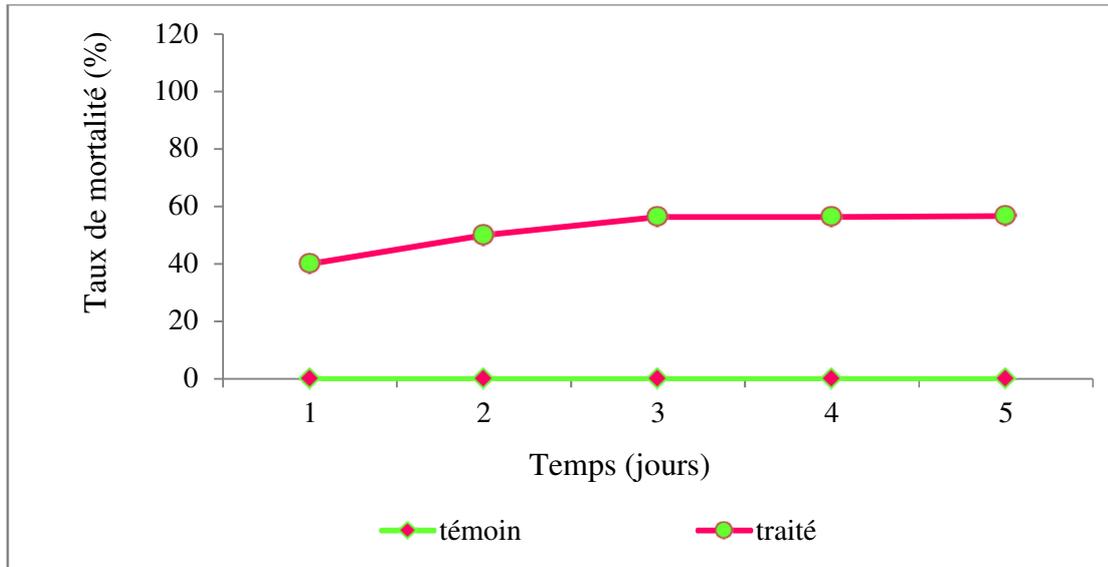
**Tableau 17.-**Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L<sub>4</sub> témoins et traitées par les huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica*.

Temps (jours)	HE de <i>P. harmala</i>		HE de <i>C. arabica</i>	
	traité	témoin	traité	témoin
1	40,00± 08,66	00	15,00 ± 07,07	00
2	50,00± 05,00	00	30,00 ± 00,00	00
3	53,33± 02,88	00	50,00 ± 14,14	00
4	53,33± 02,88	00	70,00 ± 00,00	00
5	56,66± 02,88	00	85,00 ± 07,07	00
6	/	/	100,0 ± 00,00	00

Cette sensibilité s'exprime par un taux de mortalité moyen de 85% enregistré au bout de 5 jours chez les larves traitées par contact par les huiles essentielles de *C. arabica* (Fig. 30). Alors que chez celles traitées par les huiles essentielles de *P. harmala*, on note un taux de mortalité de 56,66% enregistrés durant la même période (Fig. 31). Chez les témoins aucune mortalité n'a été enregistrée.



**Fig. 30.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par les huiles essentielles de *C. arabica*.



**Fig. 31.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par les huiles essentielles de *P. harmala*.

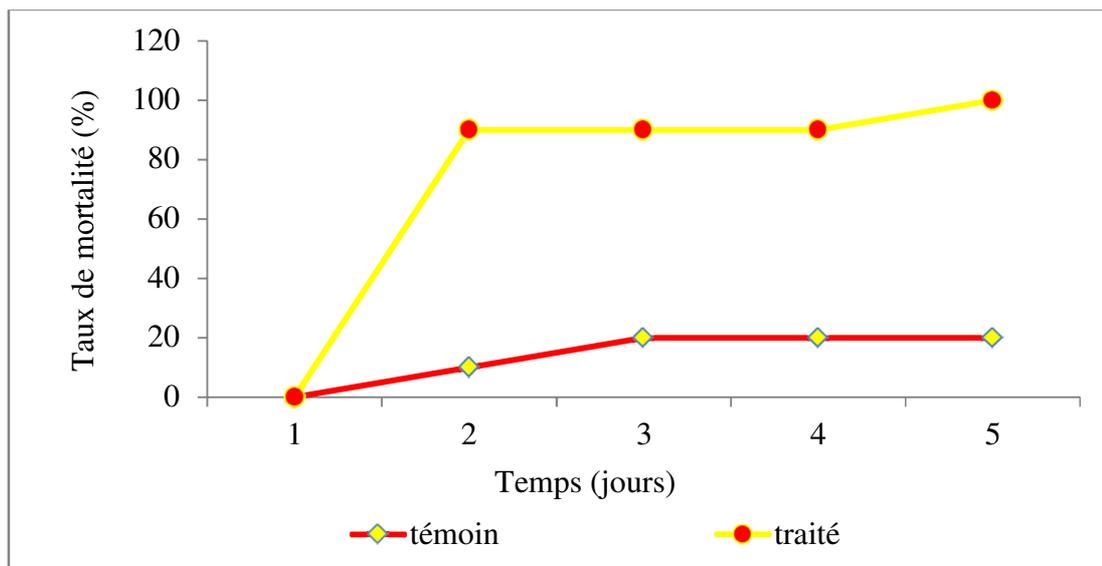
### 3.2.1.3.- Effet des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* sur les adultes

Au vu des résultats obtenus, il apparaît que les adultes de *E. ceratoniae* sont sensibles aux huiles essentielles de *P. harmala*, mais elles sont très sensibles aux huiles essentielles de *C. arabica* (Tab. 18).

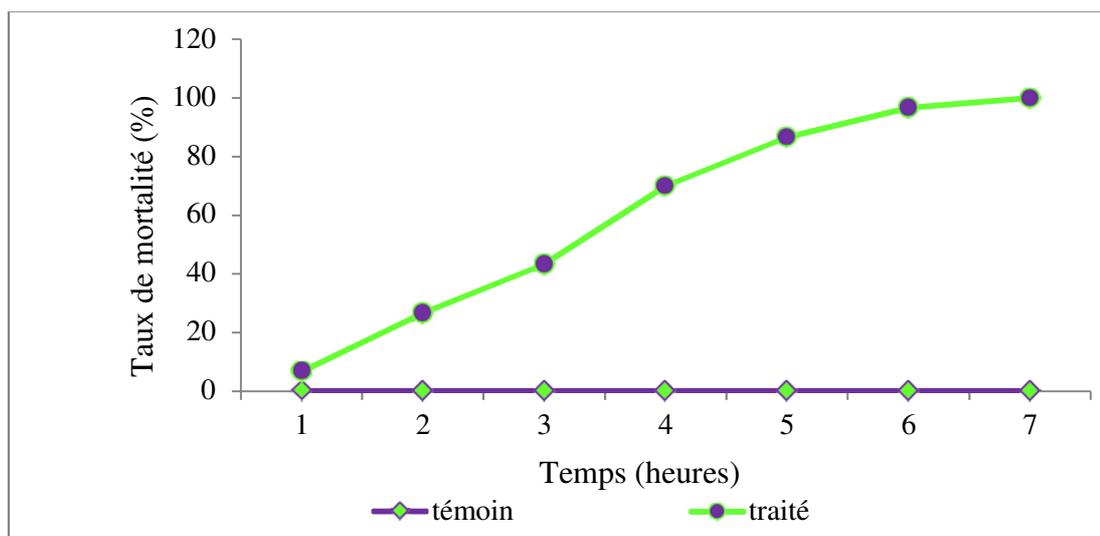
**Tableau 18.-**Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les adultes témoins et traitées par les huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica*.

Temps (jours)	HE de <i>P. harmala</i>		Temps (heurs)	HE de <i>C. arabica</i>	
	traité	témoin		traité	témoin
1	00,00 ± 00,00	00	1	06,66± 05,77	00
2	88,88 ± 05,00	10	2	26,66± 05,77	00
3	87,50 ± 05,00	20	3	43,33 ± 15,27	00
4	87,50 ± 05,00	20	4	70,00 ± 20,00	00
5	100,0 ± 00,00	20	5	86,66 ± 23,09	00
6	/	/	6	96,66± 05,77	00
7	/	/	7	100,0 ± 00,00	00

On a enregistré un taux de mortalité de 100% au bout de cinq jours après traitement par inhalation par les huiles de *P. harmala*, chez le témoin, le taux de mortalité enregistrée est de 20% au bout de la même période (Fig. 32). Concernent les huiles essentielles de *C. arabica*, un taux de mortalité de 100% est enregistré au bout de 7 heures après traitement, chez le témoin, aucune mortalité n'est enregistrée durant la même période (Fig. 33).



**Fig. 32.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les adultes de *E. ceratoniae* témoin et traitées par les huiles essentielles de *P. harmala*.



**Fig. 33.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les adultes de *E. ceratoniae* témoin et traitées par les huiles essentielles de *C. arabica*.

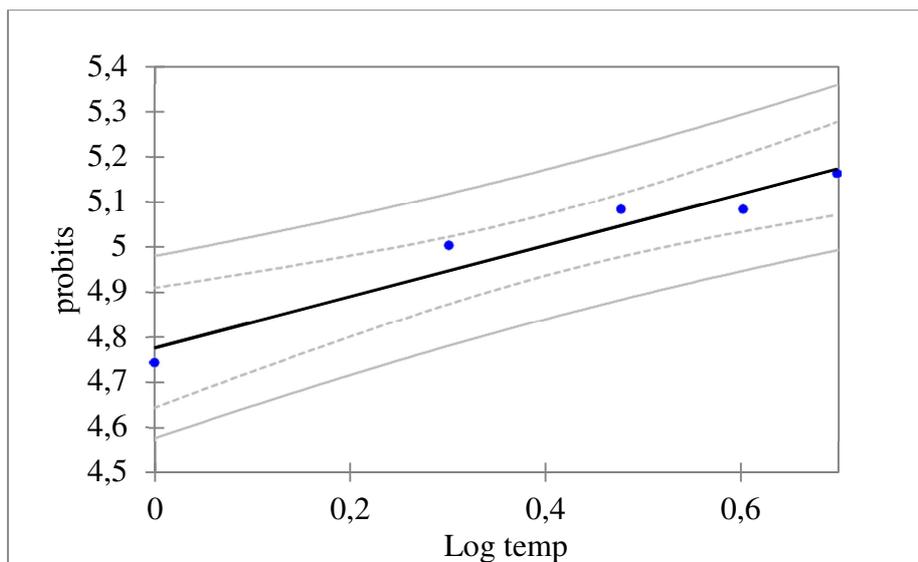
### 3.2.1.4.- Paramètres toxicologiques des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* sur les larves L<sub>4</sub> et les adultes de *E. ceratoniae*

L'analyse probit (Tab. 19) montre qu'il y a une corrélation significative ( $R^2 = 0,96$ ,  $P = 0,007$ ) entre le taux de mortalité enregistré chez les larves L<sub>4</sub> et le temps d'exposition aux huiles essentielles de *P. harmala*. Le TL<sub>50</sub> est de 2,57 jours. Alors que chez les adultes, la corrélation est non significative ( $R^2 = 0,46$ ,  $P = 0,319$ ) avec un TL<sub>50</sub> de 1,45 jours.

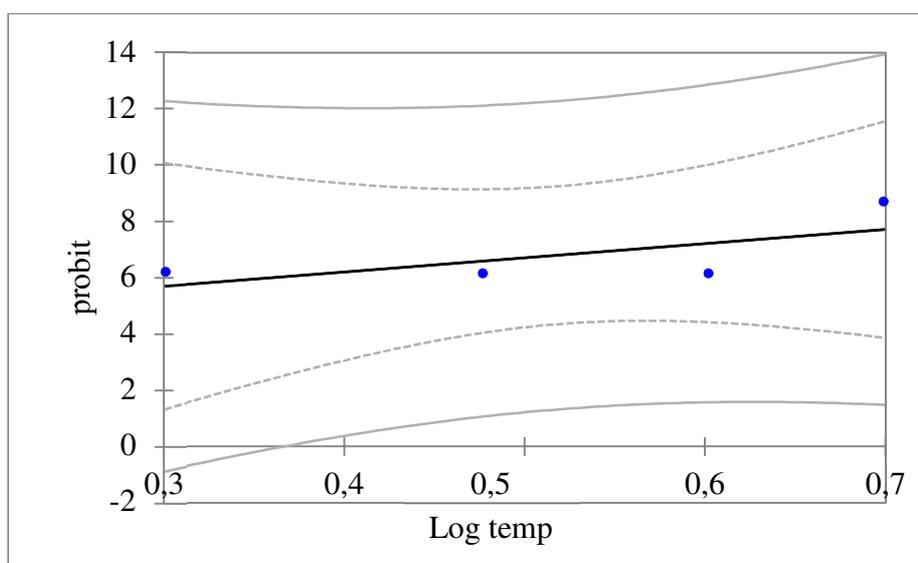
**Tableau 19.**-paramètres toxicologiques des huiles essentielles brutes de *P. harmala* et de *C. arabica* en fonction du temps de traitement.

HE de	Stade	Equation de régression	R <sup>2</sup>	TL <sub>50</sub>	F	P
<i>P. harmala</i>	L <sub>4</sub>	Y= 0,56X + 4,77	0,96	2,57 jours	43,47	0,007
	Adultes	Y= 5,03X + 4,19	0,46	1,45 jour	01,72	0,319
<i>C. arabica</i>	L <sub>4</sub>	Y= 4,84X + 3,26	0,66	2,28 jours	07,95	00,04
	Adultes	Y = 5,28X + 2,89	0,82	2,49 heures	23,80	0,005

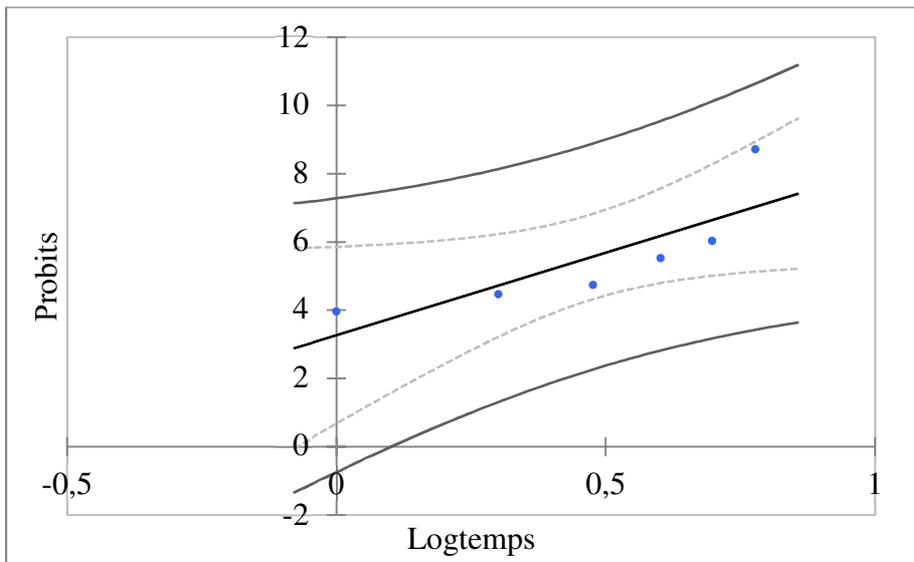
Chez les larves L<sub>4</sub> traitées par les huiles essentielles de *C. arabica*, l'analyse probit (Tab. 19) montre qu'il y a une corrélation significative ( $R^2 = 0,66$ ,  $P = 0,04$ ) entre le taux de mortalité enregistré et le temps d'exposition aux huiles essentielles avec un TL<sub>50</sub> de 2,28 jours. Pour les adultes, une corrélation significative ( $R^2 = 0,82$ ,  $P = 0,005$ ) est enregistrée entre le taux de mortalité et le temps d'exposition, le TL<sub>50</sub> est de 2,49 heures.



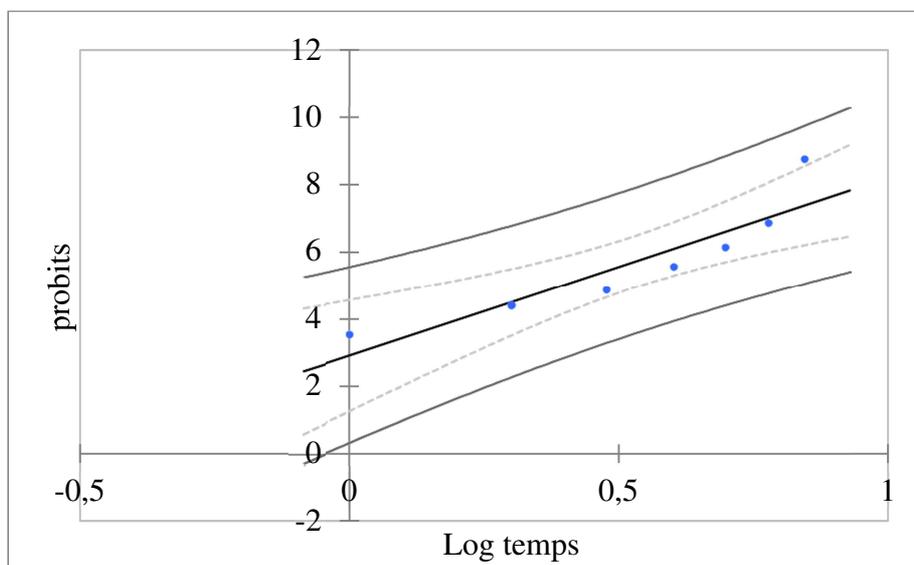
**Fig. 34.-** Effet des huiles essentielles de *P. harmala* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> en fonction du temps.



**Fig. 35.-** Effet des huiles essentielles de *P. harmala* sur la mortalité des adultes en fonction du temps.



**Fig. 36.-** Effet des huiles essentielles de *C. arabica* sur la mortalité des larves  $L_4$  en fonction du temps.



**Fig. 37.-** Effet des huiles essentielles de *C. arabica* sur la mortalité des adultes en fonction du temps.

### 3.2.2.- Effet des extraits aqueux bruts des plantes étudiées sur les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae*

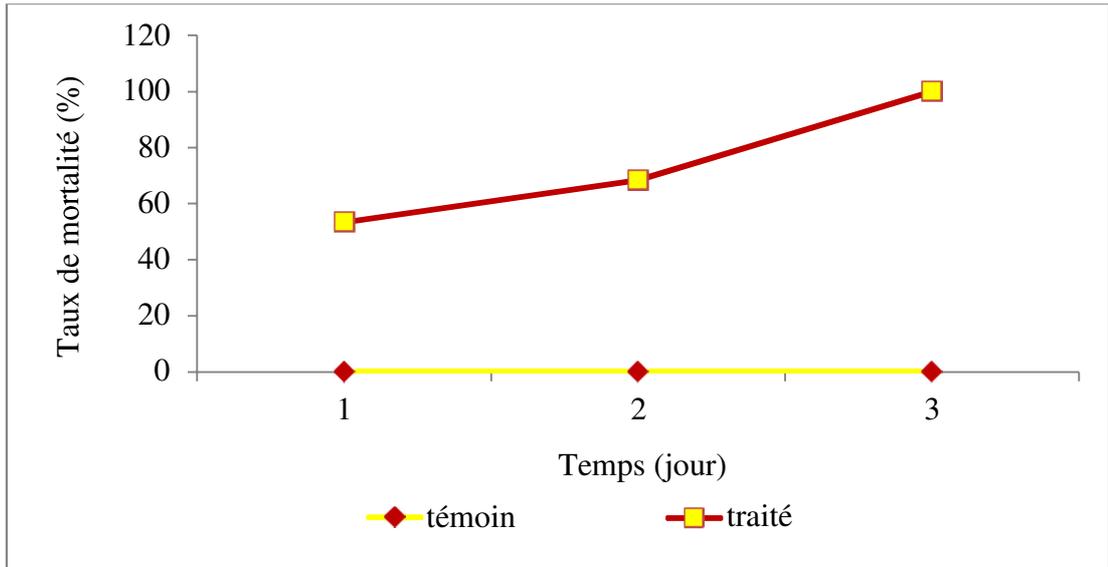
#### 3.2.2.1.- Effet de l'extrait aqueux brut de *P. harmala* sur les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae*

Les résultats de traitement des larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* par l'extrait aqueux brut de *P. harmala* prouvent que le taux de mortalité est plus important chez les larves L<sub>4</sub> traitées par contact par rapport à celles traitées par ingestion (Tab. 20).

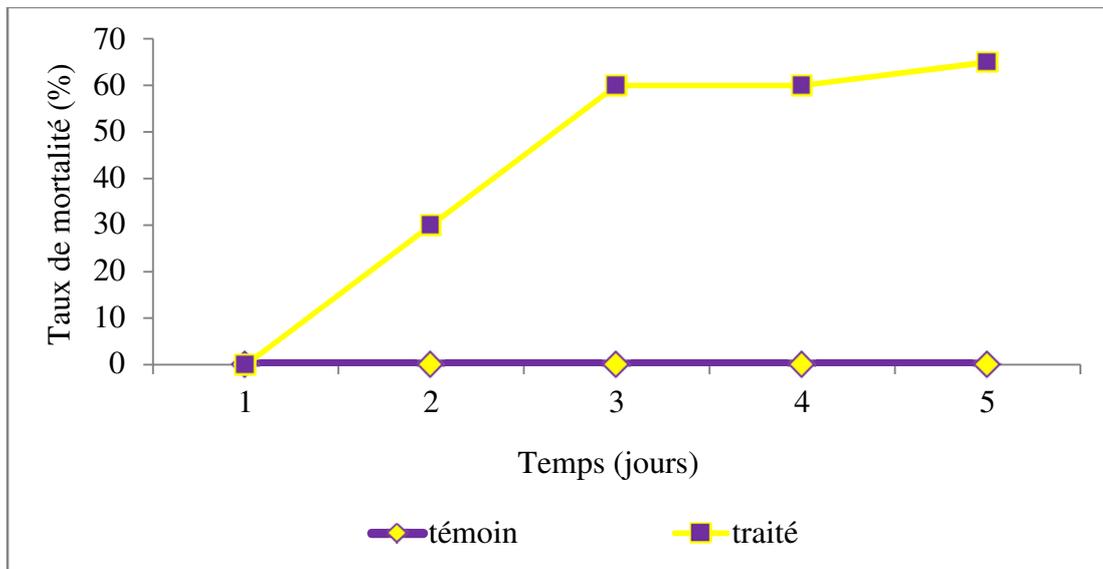
**Tableau 20.-** Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L<sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de *P. harmala*.

Temps (jours)	Extrait aqueux de <i>P. harmala</i>			
	Test par contact		Test par ingestion	
	traité	témoin	traité	témoin
1	53,33± 07,63	00	00,00 ± 00,00	00
2	68,33 ± 05,77	00	30,00 ± 05,00	00
3	100,00 ± 00,00	00	60,00 ± 08,66	00
4	/	/	60,00 ± 08,66	00
5	/	/	65,00 ± 00,00	00

Trois jours après traitement, on note un taux de mortalité de 100% chez les larves traitées par contact. Tandis que chez les larves traitées par ingestion, le taux de mortalité est de 65% signalé le 5<sup>ème</sup> jour après traitement. Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les témoins (Fig.38 et 39).



**Fig. 38.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de *P. harmala*.



**Fig. 39.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de *P. harmala*.

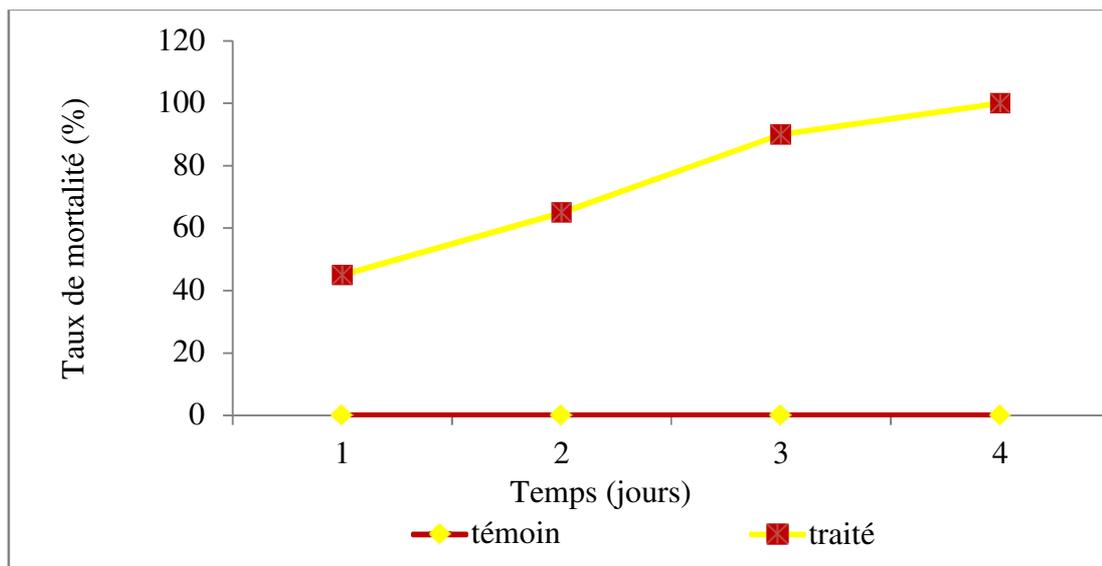
### 3.2.2.2.- Effet de l'extrait aqueux brut de *C. arabica* sur les larves L<sub>4</sub> de *E.ceratoniae*

Les taux de mortalité chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* traitées par l'extrait aqueux brut de *C. arabica* par contact sont plus important que celles enregistrés chez les traitées par ingestion (Tab. 21).

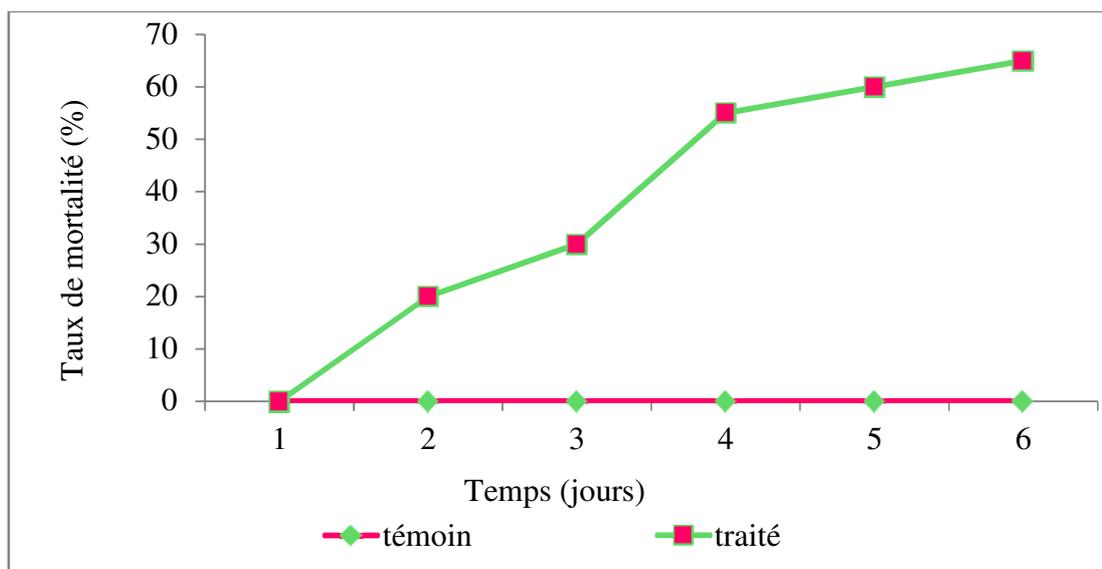
**Tableau 21.-** Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L<sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de *C. arabica*.

Temps (jours)	Extrait aqueux de <i>C. arabica</i>			
	Test par contact		Test par ingestion	
	traité	témoin	traité	témoin
1	45,00 ± 07,07	00	00,00 ± 00,00	00
2	65,00 ± 07,07	00	20,00 ± 00,00	00
3	90,00 ± 00,00	00	30,00 ± 00,00	00
4	100,0 ± 00,00	00	55,00 ± 07,07	00
5	/	/	60,00 ± 00,00	00
6	/	/	65,00 ± 07,07	00

Chez les larves traitées par contact, le taux de mortalité est de 100% enregistré après quatre jours de traitement. Tandis que les larves traitées par ingestion, un taux de mortalité de 65% est signalé le 6<sup>ème</sup> jour après traitement. Chez les témoins, aucune mortalité n'a été enregistrée (Fig. 40 et 41).



**Fig. 40.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de *C. arabica*.



**Fig. 41.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de *C. arabica*.

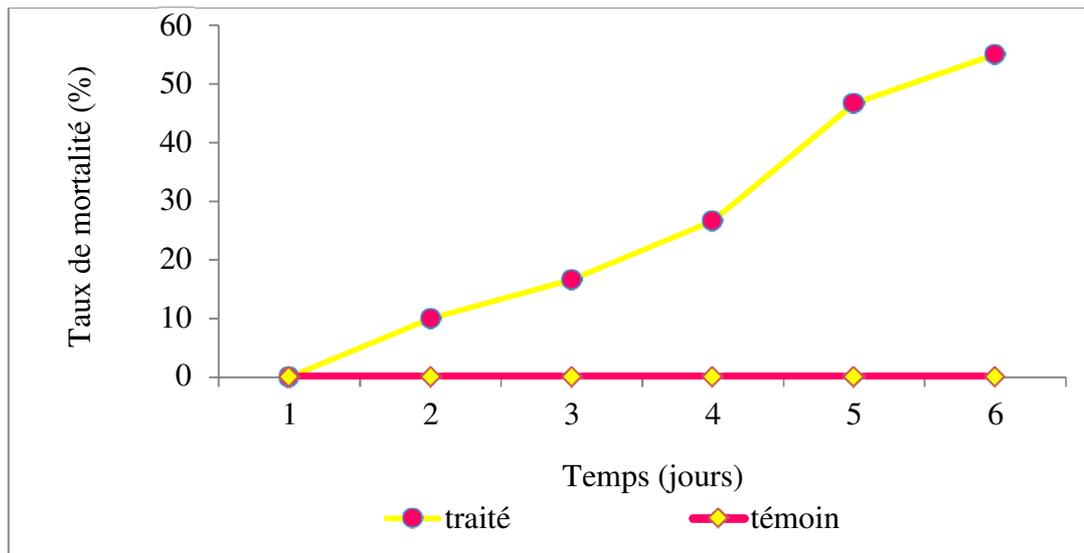
### 3.2.2.3.- Effet de l'extrait aqueux brut de *D.gnidium* sur les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae*

Les résultats de traitement des larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* par contact et par ingestion par l'extrait aqueux brut de *D. gnidium* sont représentés sur le tableau 22.

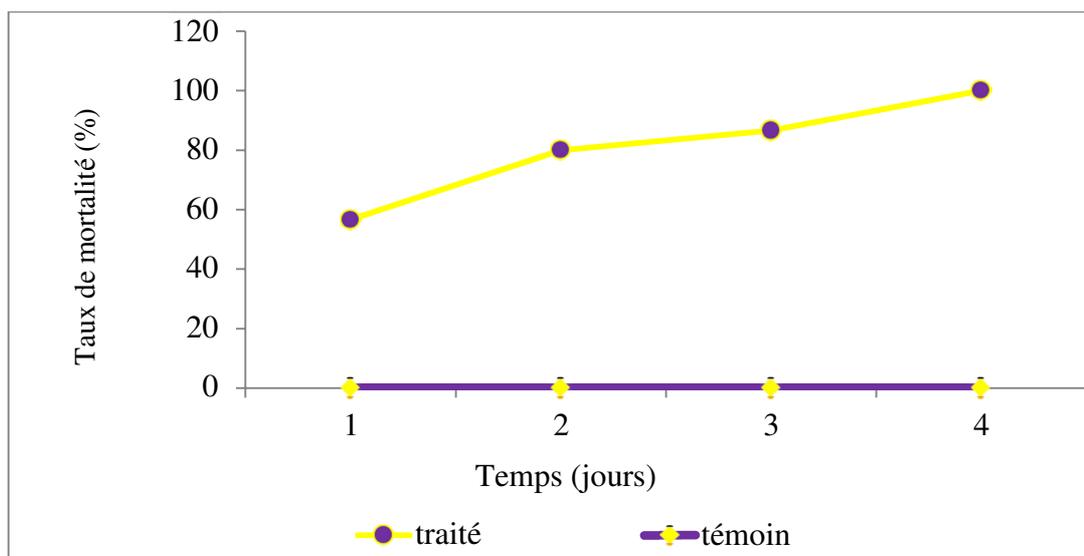
**Tableau 22.-**Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves L<sub>4</sub> témoins et traitées par l'extrait aqueux brut de *D. gnidium*.

Temps (jours)	Extrait aqueux de <i>D. gnidium</i>			
	Test par contact		Test par ingestion	
	traité	témoin	traité	témoin
1	56,66 ± 05,77	00	00,00 ± 00,00	00
2	80,00 ± 10,00	00	10,00 ± 10,00	00
3	86,66 ± 05,77	00	16,66 ± 05,77	00
4	100,0 ± 00,00	00	26,66 ± 05,77	00
5	/	/	46,66 ± 11,54	00
6	/	/	55,00 ± 07,07	00

Les résultats de test de traitement par l'extrait aqueux brut de *D. gnidium* sur les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* révèlent que les individus traitées par contact sont très sensibles à l'extrait aqueux. Cette sensibilité s'exprime par un taux de mortalité de 100% signalé le 4<sup>ème</sup> jour après traitement (Fig. 42). Durant la même période on a enregistré un taux de mortalité faible de l'ordre de 26,66 % chez celles traitées par ingestion par le même extrait, ce taux atteint un maximum de 55%, le sixième jour après traitement. Chez les témoins, aucune mortalité n'a été enregistrée (Fig. 43).



**Fig. 42.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par ingestion par l'extrait aqueux de *D. gnidium*.



**Fig.43.-** Cinétique de mortalité cumulée enregistrée chez les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* témoin et traitées par contact par l'extrait aqueux de *D. gnidium*.

#### 3.2.2.4.- Paramètres toxicologiques des extraits aqueux bruts des plantes étudiées sur les larves L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae*

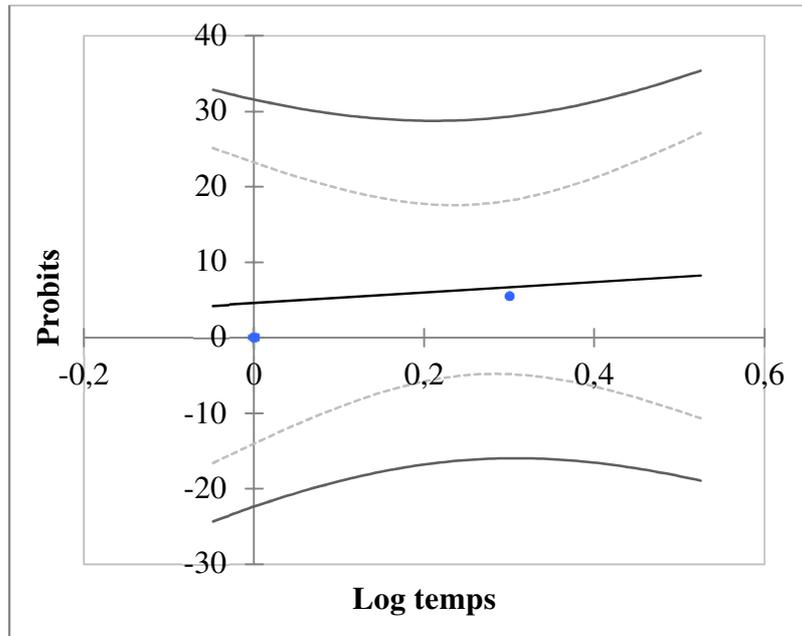
Pour les larves L<sub>4</sub> traitées par l'extrait aqueux de *P.harmala*, l'analyse probit (Tab. 23), prouve qu'il n'y a pas une corrélation significative entre le taux de mortalité et le temps

d'exposition à l'extrait aqueux de cette plante que ce soit traitées par contact ( $R^2= 0,70$ ,  $P= 0,367$ ) ou traitées par ingestion ( $R^2= 0,81$ ,  $p= 0,096$ ). Les  $TL_{50}$  sont de l'ordre de 1,13 jour et 3,04 jours pour les  $L_4$  traitées par contact et par ingestion respectivement.

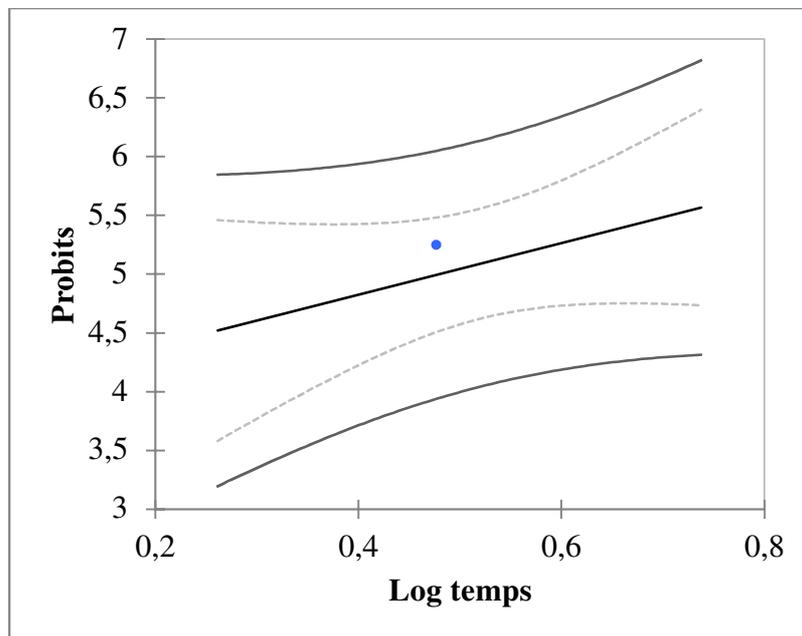
**Tableau 23.-**Paramètres toxicologiques des extraits aqueux bruts des plantes étudiées en fonction du temps de traitement.

Extrait aqueux de	Test par	Equation de régression	$R^2$	$TL_{50}$ (jour)	F	P
<i>P. harmala</i>	Contact	$Y= 6,92X + 4,62$	0,70	1,13	2,37	0,367
	Ingestion	$Y= 2,19X + 3,94$	0,81	3,04	8,98	0,096
<i>C. arabica</i>	Contact	$Y = 5,62X + 4,36$	0,74	1,29	5,82	0,137
	Ingestion	$Y = 2,77X + 3,28$	0,95	4,17	63,13	0,004
<i>D.gnidium</i>	Contact	$Y = 4,92X + 4,75$	0,68	1,11	4,28	0,147
	Ingestion	$Y = 3,06X + 2,68$	0,95	5,71	65,01	0,004

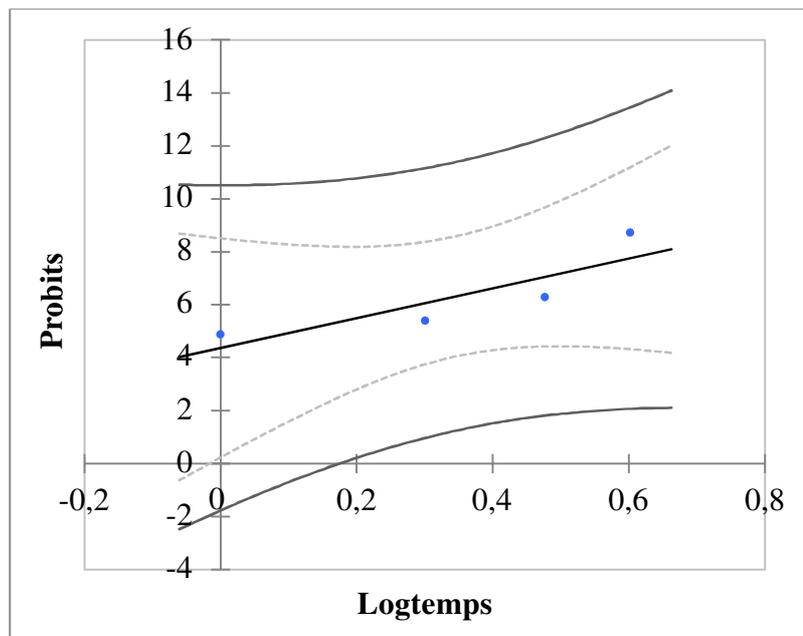
Chez les larves  $L_4$  traitées par contact par l'extrait aqueux de *C. arabica* et *D.gnidium*, montre qu'il n'y a pas une corrélation significative ( $R^2= 0,74$ ,  $P= 0,137$ ) et ( $R^2= 0,68$ ,  $P= 0,147$ ) respectivement entre le taux de mortalité enregistré et le temps d'exposition aux extraits aqueux. Les  $TL_{50}$  sont de 1,29 jours et 1,11 jour pour *C.arabica* et *D.gnidium* respectivement, par contre chez les larves traitées par ingestion par les mêmes extraits, il y a une corrélation significative ( $R^2 = 0,95$ ,  $P = 0,004$ ) entre le taux de mortalité enregistré et le temps d'exposition aux extraits aqueux de *C.arabica* et *D.gnidium* avec des  $TL_{50}$  de 4,17 jours et 5,71 jours respectivement.



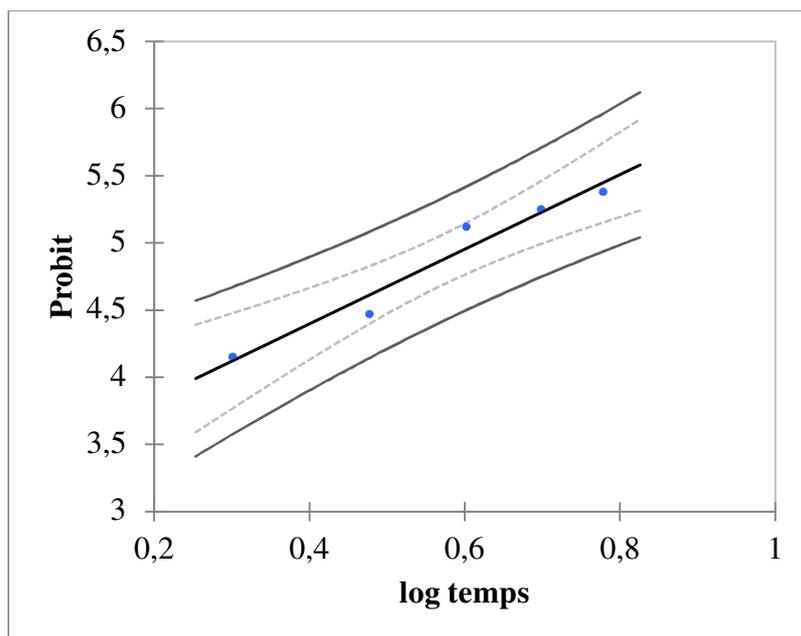
**Fig. 44.-** Effet de l'extrait aqueux de *P. harmala* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps.



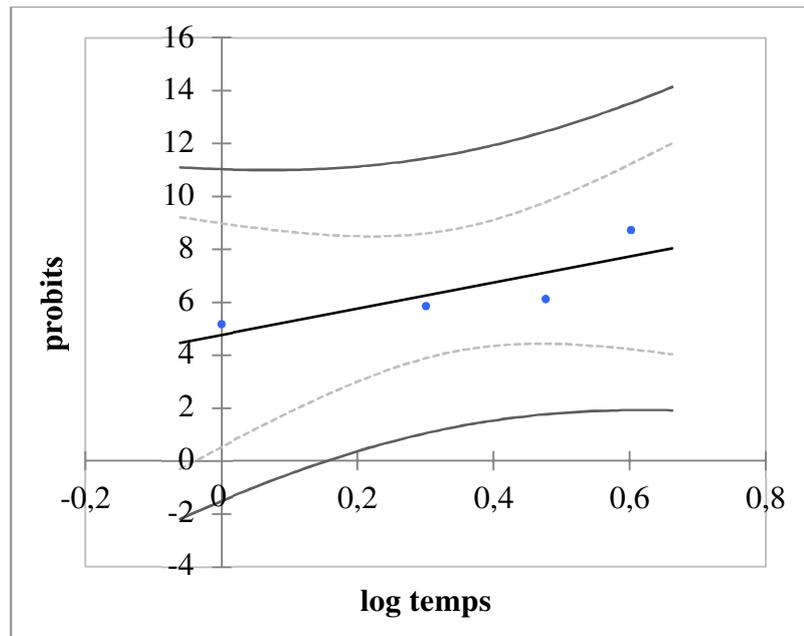
**Fig. 45.-** Effet de l'extrait aqueux de *P. harmala* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps.



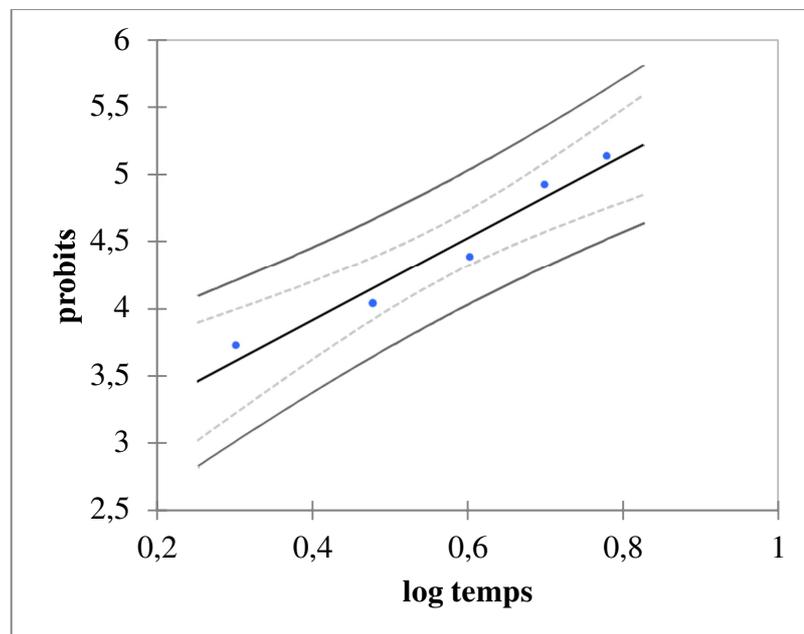
**Fig. 46.-** Effet de l'extrait aqueux de *C. arabica* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps.



**Fig. 47.-** Effet de l'extrait aqueux de *C. arabica* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps.



**Fig. 48.-** Effet de l'extrait aqueux de *D. gnidium* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par contact en fonction du temps.



**Fig. 49.-** Effet de l'extrait aqueux de *D. gnidium* sur la mortalité des larves L<sub>4</sub> traitées par ingestion en fonction du temps.

## ***4.- Discussion.***

Le piégeage sexuel des papillons mâles de phycitinae nuisibles dans les denrées alimentaires paraît être une méthode de surveillance de l'activité de cet insecte peu onéreuse et capable de fournir de précieux renseignements d'ordre biologique pour décider de l'opportunité d'application insecticide (Fleurat-Lessard, 1986). Les paramètres les plus importants à étudier par cette technique sont le début de vol et le pic de vol (Brigitte et *al.*, 2013). Selon Pralavorio et *al.* (1980); lorsque les pièges restent en place en permanence, on constate que les captures ne cessent jamais totalement mais demeurent à un niveau très bas et n'augmentent qu'après le début des émergences. Ceci peut être expliqué par la détection de la pyrale des dattes durant toute l'année dans nos sites d'étude. Nos résultats obtenus sont similaires aux résultats de Mehaoua et *al.* (2015), qui montrent que la pyrale de dattes présente un vol permanent durant toute l'année avec deux périodes de vol dans la région de Tolga (Biskra), le premier vol débute le mois de mars jusqu'à la fin du mois de juin avec un maximum d'abondance (1018 mâles) au mois d'avril et de mai. La deuxième débute le mois d'août jusqu'au mois de novembre avec un pic (639 mâles) enregistré le mois de septembre et octobre. A partir du mois de décembre et jusqu'à la fin février, le nombre des mâles capturés est très réduit. Cependant Bensalah (2015), et dans la même région d'étude, signale la présence de trois périodes de vol, le premier vol débute le mois de mars jusqu'à le mois de juin. Le deuxième débute le mois de juillet jusqu'au mois de septembre avec des pics enregistrés le mois d'août et septembre. La troisième période de vol est observée entre octobre et le mois de novembre avec un important vol durant le mois d'octobre. Selon le même auteur, l'effectif des mâles capturés diffère d'une année à une autre. Dans le même contexte, Wertheimer (1958), prouve la présence dans les oasis Algériennes, de trois périodes de vol et chaque décennie de vol correspond à une génération. De ce fait, le cycle annuel de *E. ceratoniae* comprend trois grandes générations. Les adultes de la première génération apparaissent entre les derniers jours de mars et le 15 mai, le nombre des papillons atteint son maximum entre le 20 avril et le 15 mai selon les années. La deuxième génération commence vers le 15 juin et se poursuit jusque vers le 20 août (dates moyennes observées sur plusieurs années). Ce sont les adultes de la fin de ce vol qui assurent le début de la contamination de la récolte à venir. Le vol tête de la troisième génération, est le principal agent contaminateur des dattes par *E. ceratoniae*. Il s'étend des derniers jours d'août jusqu'à fin octobre début novembre. Selon Doumaïndji (1981), et sur la base d'une définition exacte d'une génération: (une génération débute avec le développement embryonnaire dans l'œuf, se poursuit après l'éclosion à travers les différents stades larvaires et se termine à la fin de la nymphose par l'émergence du papillon), il faut compter cinq vols et quatre générations chevauchantes sur *Eriobotry*

*Japonica* (nèflier du Japon), dans le verger de Rouïba (Nord algérien): le premier vol va du début d'avril à la fin de juillet (correspond à la suite de quatrième génération de l'année précédente), le second va du début juillet au début de septembre correspondant à la première génération G1. Le troisième vol s'étant du début août jusqu'à la fin de novembre représentant G2. Le quatrième va de septembre à lami-décembre, illustrant la troisième génération G3, et le cinquième de la seconde quinzaine d'octobre à la mi-décembre, dû aux sorties imaginales de G4. Dans les oasis de Tozeur (Tunisie), Dhoubi (1982), note la succession de quatre générations chevauchantes sur grenadier, et deux seulement sur dattier. L'insecte est présent depuis février jusqu'à la fin décembre, avec un envol massif en avril d'adultes issus des chenilles hivernantes (qui sans doute s'attaquent aux grenadiers existant dans les palmeraies) et ce n'est qu'en fin d'août début septembre qu'on observe les attaques sur dattes à peine mûres. Depuis le début de maturité des dattes jusqu'à la récolte, deux générations peuvent se succéder. D'après Lebdi-Grissa et Ben Ayed (2005), le suivi des populations adultes de *E. ceratoniae*, à l'aide du piégeage sexuel, montrent la succession de quatre générations à Tastour (Tunisie) qui s'étalent d'avril à novembre. La première s'étale d'avril à juin, la deuxième de fin juin à fin juillet, la troisième de fin juillet à fin août et la quatrième qui est la plus importante s'observe de fin août jusqu'à la fin novembre. Yildirim et Baspinar (2015), prouvent que les adultes de *E. ceratoniae* sont présents, dans les vergers de grenadiers de la région d' Aegean (Ouest de la Turquie), entre mai et novembre avec un seul pic enregistré le mois d'août. Alors que Ozturk et Ulusoy (2011), notent dans les vergers de grenadiers des plaines d'Adana, Mersin et Osmaniye (Turquie), que la pyrale était active dans près de 6-7 mois, d'avril à novembre durant les deux années expérimentales (2008 et 2009). Cependant, il a été déterminé que les niveaux de population de *E. ceratoniae* dans les zones mentionnées ci-dessus, n'a jamais atteint la densité étant en mesure de donner des dommages dans cette étude. Selon Doumaindji (1981), le nombre de générations varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et des plantes hôtes. Dhoubi (1982), ajoute qu'il est difficile de comparer les populations adultes observées chaque année, les effectifs de captures sont fonction lors de chaque séance de piégeage des conditions climatiques du moment.

Selon Obame Minko, (2009), la température favorise l'éclosion des œufs, réduit la durée de développement embryonnaire, larvaire et du cycle tandis que l'hygrométrie a une action négligeable, en effet il y a une ambiguïté qui règne autour du rôle exact de l'hygrométrie sur la biologie des insectes.

La température semble être le principal facteur responsable des fluctuations des effectifs de *E. ceratoniae* (Mehaoua, 2014). Selon le même auteur, l'abondance saisonnière de la pyrale de dattes semble fortement influencée par les températures moyennes. La première période de vol résulte de l'émergence des chrysalides issues des larves hivernantes dans les fruits tombés sur le sol dans la palmeraie et coïncide avec l'arrivée du printemps où les températures sont améliorées. Ces températures moyennes sont optimales pour le développement de la pyrale des dattes et les températures extrêmes n'ont aucun effet sur la population durant cette saison. Wertheimer (1958), rapporte que l'apparition des premiers adultes se produit à des températures moyennes de 15°C. Bien qu'à 15.5°C, les sorties imaginaires puissent avoir encore lieu, la température optimum se situe à 24°C (Doumandji, 1981). Selon le même auteur, à 20 ou 30% d'humidité relative de l'air, par temps de sirocco, vent chaud et sec, les apparitions de papillons sont rares, l'optimum se situe au environ de 60% d'humidité relative. Le Berre (1975), prouve que la pyrale des dattes ne survit pas à des températures supérieures à 35°C, ce qui explique peut-être le nombre restreint des mâles capturés durant l'été. Au cours de la deuxième période de vol en automne, les conditions climatiques s'améliorent à nouveau, selon Lebdi-grissa et Ben Ayed (2005), les conditions climatiques sont favorables au développement de *E. ceratoniae* (la température moyenne étant de 24°C) durant cette période. Mehaoua (2014), montre que les températures moyennes pendant le mois d'octobre paraissent optimales pour l'accroissement de la population de *E. ceratoniae*, tandis que les températures durant le mois de novembre et décembre, semblent jouer un rôle important sur la réduction de l'effectif de la pyrale en hiver. Wertheimer (1958), indique l'hétérogénéité de destination des individus de troisième génération suite aux forts changements des conditions climatiques au cours de cette période. Les chenilles qui sont nées dans la première quinzaine de septembre, effectueront dans les dattes sur l'arbre leur transformation complète jusqu'au stade papillons mais le plus grand nombre des chenilles issues de ce vol surprises par le rafraichissement automnal ralentissent leurs activités biologiques et restent dans les fruits sans tenter de sortir, il n'y a désormais d'autres vols jusqu'au printemps suivant. En outre quelques individus seulement terminent cependant leur transformation en papillon dans le hangar de producteur et ont la possibilité de retourner en palmeraie. Ce petit groupe de papillons ainsi que ceux restés en palmeraie avec les dattes précocement tombées à terre forme une quatrième génération d'importance primordiale car elle constitue en palmeraie, le foyer de contamination de la récolte de l'année suivante. Le développement de la descendance de la quatrième génération est entravé par l'hiver, les chenilles du dernier stade entrent en diapause vraisemblablement à partir de décembre

(Dhouibi, 1982). Mehaoua (2014), montre qu'il existe une forte corrélation entre les températures basses et la diminution de l'effectif de la pyrale des dattes.

La présence de la pyrale des dattes est non seulement liée aux conditions climatiques mais aussi, favorisée par la présence de plantes hôtes. Doumandji-Metich (1983), montre que sur le littoral Algérien, le caroubier et le néflier du japon sont les principales plantes hôtes, les fruits de ces espèces demeurés accrochés aux arbres sont attractifs tout au long de l'année ou bien deux fructifications successives accueillent sans discontinuité, les pontes de la pyrale des caroubes. D'autres plantes hôtes tels que *Sterculia diversifolia*, *Acacia farnesiana* et *Retama bovei* peuvent se relayer. En effet, les papillons à leur émergence de *Sterculia diversifolia* peuvent déposer leurs œufs de mai à juillet sur les gousses de *R. bovei* et en juillet sur les fruits d'*A. farnesiana*. Les cabosses de *S. diversifolia* recevront les pontes des femelles des générations suivantes issues des gousses de *R. bovei*. Dhouibi (2000), montre que le ver des dattes est une espèce très polyphage, peut se développer sur plusieurs plantes hôtes. Durant la belle saison, il commence par attaquer les grenades puis les fruits d'été ; amande, pistaches, abricot, pomme, poires.....ect. En automne il s'installe sur dattes, sur lesquelles il peut continuer son développement dans les magasins d'entreposage.

Le suivi de l'évolution de la ponte et l'infestation en fonction de l'abondance des adultes révèle l'existence d'une forte corrélation entre les captures et l'activité du ravageur en verger phoenicole. Cependant, Besson et Joly (1978 cité par Stockel, 1984), indiquent une absence totale de correspondance entre les captures de mâles de *Lobesia botrana* et le nombre moyen de chenilles par grappe, pire encore, ces auteurs notent même que ce nombre peut varier du simple au double pour des captures identiques au piège sexuel dans des parcelles voisines. De même Rochefort et al. (2003), notent que la présence des papillons de la pyrale de près dans les pièges lumineux ne semble pas être un bon indicateur d'une infestation sévère des pelouses par les larves de cette espèce.

Malgré l'abondance de la population imaginaire de la pyrale au printemps; le niveau de ponte et d'infestation sont inestimables en raison de la précocité du premier vol par rapport aux stades d'évolution des dattes. A cette période, dans les oasis tunisiennes, les papillons ne trouvent que le grenadier comme plante relais ce qui leur permet de développer leurs premières générations jusqu'à ce que les dattes parviennent à maturité (Dhouibi, 1982). Alors que Wertheimer (1958), prouve que dans les oasis algériennes, les premières contaminations

sur les dattes de la récolte pendante sont découvertes à partir de la fin du mois d'août et seulement sur les premiers fruits parvenant au début du stade de maturation, celles qui sont nées avant cette date, pondent leurs œufs en des lieux quelconques de la palmeraie ou des bâtiments. En été, suite à un vol relativement discret, le taux de ponte et d'infestation sont relativement faibles. Maille et Carraretto, (2011), notent que le faible taux de dégâts de *Lobbesia botrana* qui n'a pas dépassé 5%, est probablement lié aux conditions météorologiques du mois de juin (températures élevées et faible hygrométrie) qui ont pu être favorables à la mortalité des œufs. En automne, suite à un pic de vol en octobre, on note un pic de ponte suivie d'un pic d'infestation en novembre. Bensalah (2015), indique l'apparition de la troisième génération entre octobre et novembre synchronisée avec la maturité de dattes et c'est cette génération qui est responsable des dommages de la qualité de dattes.

En somme, la pyrale des dattes reprend son activité au printemps (mars au début juin en 2012) et (Fin février à fin mai en 2013), en automne (fin août à novembre en 2011 et 2013), (septembre à novembre en 2012). En été et en hiver, le nombre des mâles capturés est très réduit durant toute la période d'étude. La reprise d'activité des imagos de *E. ceratoniae* en printemps, coïncide avec l'atténuation des températures de l'hiver, la pollinisation du palmier dattier (mars à avril), la nouaison du grenadier et du figuier (plante hôte de la pyrale). En été, le vol est continu et se poursuit mais avec des captures plus discrètes (fin mai - mi août), durant cette période, les températures de l'été semblent être le facteur principal de diminution du nombre de captures par rapport au printemps. Vers la fin d'août la pyrale reprend son activité de vol, ce vol est continu jusqu'à fin novembre, durant cette époque, plusieurs facteurs peuvent expliquer la reprise de vol des adultes de ce ravageur. Il est à remarquer que la variété DN est en pleine maturation et les températures de l'été sont rafraîchies entre septembre et octobre jusqu'à la mi-novembre. Après la récolte de la variété DN vers la fin de novembre et l'abaissement de la température en décembre, l'activité de vol est réduite.

On conclue que dans la région d'étude, on note deux périodes principales de vol, une printanière et une automnale responsable de l'attaque des dattes et les autres fruits hôtes par *E. ceratoniae*. Les individus capturés en été semblent être l'ébauche de la génération automnale et celle de l'hiver semblent être l'ébauche d'une génération partielle qui complète son cycle l'année suivante veut dire la génération printanière. L'activité de la pyrale de dattes est non seulement influencée par les conditions climatiques et la plante hôte mais aussi par le facteur variété et les stades phénologiques qui seront discutés dans ce qui suit.

En réalité peu de travaux ont étudiés l'évolution de la ponte au cours des stades

phénologiques des dattes principalement les variétés qui font l'objet de notre étude, ces variétés; Deglet Nour, Degla Beida et Ghars ont une grande valeur marchande au niveau international. Zouiouche (2012), signale qu'il ya une différence des taux de ponte de la pyrale de dattes en fonction des variétés étudiées et des stades phénologiques où nous notons que la pyrale commence à pondre ses œufs au stade grossissement des fruits sur les variétés Deglet Nour, Mech Degla et Ghars; les taux de ponte les plus élevés sont enregistrés chez les variétés Deglet Nour et Mech Degla avec respectivement 3.33% et 3.05% et le taux le plus faible est révélé chez la variété Ghars avec 1.66%. Au stade début de maturité, c'est l'inverse, la variété Ghars révèle le taux de ponte le plus élevé avec 3.33% suivie par la variété Deglet Nour avec un taux de ponte de 0.41%. Au stade fin maturité; il a enregistré chez la variété Ghars un taux de ponte de 8.33% suivie par les variétés Mech Degla et Deglet Nour avec des taux de ponte de 0.83% et 0.41% respectivement. Malgré l'examen minutieux d'un grand nombre d'échantillons, les œufs et le premier stade larvaire se trouvent en partie sous estimés en raison sans doute de leur petite taille (Dhouibi 1982). L'œuf de la pyrale est déposé sur dattes et par conséquent, il n'est pas protégé, il peut être enlevé par les vents, les insectes oophages, sont des raisons qui peuvent expliquer la sous évaluation du taux de ponte.

Par contre nombreux sont les travaux qui ont étudié l'évolution de taux d'infestation des variétés à grande valeur marchande; Deglet Nour, Degla Beida, Mech Degla et Ghars. Idder (et *al.* 2009a) ont montré que les variétés Deglet Nour et Degla Beida présentent des taux d'infestation pouvant atteindre respectivement 13.2% et 9.7% alors que le taux d'infestation de la variété Ghars ne dépasse pas 3.3%. Selon Yaakoub et *al.* (2014), le taux d'infestation le plus élevé est signalé chez la variété Deglet Nour (7.75%) alors qu'il est plus faible chez la Degla Beida (1.5%), la variété Ghars présente un taux de 4.5%. Lepigre (1963), a montré que les dattes molles comme Ghars ne contiennent jamais de chenilles de la pyrale alors que Deglet Nour est infestée à 10% par contre Le Berre (1975) et Bouka et *al.* (2001), ont montré que les dattes molles sont plus attaquées que les dattes demies molles, elles-mêmes plus infestées que les sèches. Zouiouche (2012), a signalé que la variété Mech Degla (datte sèche) est plus infestée (5.41%) que les variétés Deglet Nour et Ghars qui présentent un taux d'infestation similaire de fruits matures de l'ordre de 2.92%. Doumandji-Mitiche(1983), affirme que le taux d'infestation de la même variété se diffère d'une palmeraie à une autre dans la même région. En effet il a enregistré un taux d'attaque de 11.3% pour la variété Deglet Nour, 2% et 1.4% respectivement pour la variété Ghars et Mech Degla dans le site

d'Ain Benoui dans la région de Biskra alors que dans le site de Bani Brahim dans la même région, il a signalé un taux de 3% pour la variété Deglet Nour, 8% pour la variété Ghars et un taux de 2.1% pour la variété Mech Degla.

Les études citées précédemment montrent que le facteur variété intervient soit par le biais de la consistance, à ce moment-là on parle de stade fin maturité (Tmar), soit par le biais des compositions biochimiques. Le Berre (1975), explique la forte proportion de la pyrale des dattes dans les dattes molles par la présence des substances chimiques particulières ou encore par leur forte teneur en eau. La richesse en eau peut faciliter le maintien et le développement des différents stades larvaires de *E. ceratoniae* (Doumandji-Mitiche, 1983). Par contre Idder Ighil (2008), prouve que la pyrale de la datte est attirée par les dattes molles non par rapport à la teneur en eau mais surtout par rapport à leur rapport sucre totaux/eau. Alors que Zouiouche (2012), rapporte que *E. ceratoniae* préfère des dattes sèches à faible teneur en eau et riche en sucres totaux et saccharose par rapport au sucre réducteur et protéine. Bouka et al. (2001), expliquent la variation du taux d'infestation en fonction de la consistance de la variété par l'affinité de celle-ci, plus l'épicarpe est fin, plus la pénétration des larves néonates à l'intérieur de la datte est facile.

Le taux d'infestation élevé enregistré chez la variété Deglet Nour par rapport aux autres variétés peut être expliqué par les raisons suivantes:

La consistance de la variété Ghars présente un épicarpe plus fin que la variété Deglet Nour mais aussi présente un aspect collant qui empêche l'inspection soignée des femelles pondueuses et préfèrent des dattes à consistance sèche ce qui explique le taux d'infestation élevé de la variété Degla Beida par rapport à la variété Ghars.

La deuxième raison est la maturité tardive de la variété Deglet Nour qui synchronise avec le deuxième pic de vol, et qui fait que les attaques des femelles pondueuses se concentrent sur cette variété. Entre octobre et novembre aucune plante hôte n'est en stade fructification dans les sites d'étude. La maturation précoce de DB et GH leur permet de s'échapper du deuxième pic de vol. Mraïcha et Ksantini (2011), montrent que dans les zones oléicoles, la présence de cultivar d'olive précoce et tardive peut influencer de manière notable la dynamique des populations de *Bactrocera oleae* avec des répercussions inévitables sur l'évolution de l'infestation du diptère. Afellah et al. (1999), notent que les fruits précoces

seront les premiers attaqués en dégageant des substances biochimiques qui stimulent la ponte des femelles de *B. oleae*. Les variétés précoces sont les moins attaquées malgré la présence d'adultes en début d'été, ce phénomène est expliqué par le comportement de *B. oleae* qui revient sur les vergers précoces mais dont l'activité ovarienne est complètement bloquée par les chaleurs (Afellah et *al.*, 1995 cité par Afellah et *al.*, 1999).

Le taux élevé d'infestation enregistré au stade Tmar par rapport aux autres stades pourrait être dû à une variabilité de la composition chimique (métabolites primaires) et des substances volatiles (métabolites secondaires) émises à chaque stade. Ce sont ces composés volatiles qui guident les femelles pour sélectionner leur site de ponte et les larves pour sélectionner leur site d'alimentation (Mechaber et *al.*, 2002). Les composés volatiles subissent des variations continues au cours du développement de la plante et sont tellement spécifiques, permettent à l'insecte de distinguer entre plante hôte et non hôte et de choisir les stades phénologique et physiologique appropriés à leur développement (Knudsen, 2011). La composition chimique des organes fructifères d'une plante évolue au cours de leur maturation, depuis la fécondation de l'ovaire jusqu'à la maturité. Ces variations suggèrent que le comportement de ponte de la pyrale des dattes pourrait être affecté par des changements chimiques et biochimiques entre différents stades phénologiques des dattes (Le Berre, 1978).

Contrairement à nos résultats dont on a enregistré des attaques par la pyrale de la datte des trois variétés au cours des différents stades phénologiques, Werertheimer (1958), prouve qu'aucune chenille n'a pu être découverte sur datte verte ou sur datte jaune et dure. Les premières larves apparaissent au stade du ramollissement et du brunissement de la datte, qui correspond à la diminution de son acidité et au début de la transformation de son amidon en sucre. De même Dhouibi (1982), montre que les attaques de *E. ceratoniae* sur la datte ne commencent qu'à partir du mois de septembre avec une certaine fréquence. La chenille néonate doit forer un trou d'entrée à la base du fruit et la plus forte pénétration des chenilles dans les dattes n'a lieu qu'en octobre peu de temps avant la récolte. Nos résultats sont confirmés par Djazoli et *al.*, (2006) qui montrent que le suivi hebdomadaire de la ponte de la pyrale des dattes, a conduit à déduire que le stade mature (Tmar) des variétés Deglet Nour et Ghars est convoité par les femelles pondeuses mais la variété n'a pas un effet discriminatoire sur la ponte, donc les fruits de deux variétés ont la même chance de recevoir les mêmes dommages. Mozaffarian (et *al.* 2008), prouvent que *E. ceratoniae* ne présente pas une fidélité à une plante hôte déterminée, ce qui rend difficile d'approprier une méthode de contrôle

efficace contre ce ravageur. Warnner et al. (1990), notent qu'en Californie, l'infestation de la variété DN au stade GF ne se produit sauf s'il y a des pluies étiennes accompagnées des taux d'humidité relative élevés, en été sec, *E. ceratoniae* pond ses œufs sur les dattes de la saison précédente qui reste accrochées au stipe de palmier. La mortalité larvaire chez les fruits tombés sur sol est due à leur prédation par *Solenopsis aurea* et *Pogonomyrmex californicus*, en plus les températures extrêmes de sol en été fait que la pyrale de dattes préfère utiliser les branchettes ciselées (qui sont en stade GF) comme un hôte de reproduction par rapport aux dattes qui tombent sur sol (Nay et Perring, 2005).

La détection des œufs et des chenilles de la pyrale des dattes au cours des stades phénologiques dans notre étude peut être expliquée par la prolongation de la période d'échantillonnage. Ainsi l'examen systématique, hebdomadaire et le nombre important des dattes examinées nous a permis d'enregistrer des attaques de la pyrale des dattes à partir des premiers stades phénologiques. Malgré que le taux de ponte est sous estimé dans certain cas mais le taux d'infestation augmente en franchissant les stades phénologiques exception faite pour la variété Ghars où on a enregistré une diminution du taux d'infestation au stade début de maturité. Ceci peut être expliqué par la consommation de cette variété à ce stade par la population de la région, à ce stade la variété Ghars s'appelle M'naghar.

L'étude du cycle de développement de *E. ceratoniae* de la ponte jusqu'à la mort des nouvelles adultes émergées sur deux milieux d'élevage préparés à base des variétés de dattes différentes (Deglet Nour et Degla Beida) prouve que la durée moyenne du cycle de développement est plus longue sur le milieu préparé à base de Deglet Nour (45.55 jours) que le milieu préparé à base de Degla Beida (41.8 jours). Nos résultats sont similaires aux résultats de Mehaoua (2014), qui a enregistré une durée moyenne de cycle de développement de 42.60 jours chez les individus élevés sur la variété Deglet Nour alors que celles élevées sur la variété Mech Degla, la durée moyenne de cycle de développement est de 42.20 jours, notons que l'élevage a été conduit sous les mêmes conditions que notre élevage. Ben Salah (2015), montre que la durée moyenne du cycle de développement sur la même variété (Deglet Nour) varie selon le sexe de *E. ceratoniae*, elle est de 49.72 jours chez les mâles et 51.31 jours chez les femelles. Dans le même contexte, Navaro et al. (1986) indiquent que la durée moyenne de développement de *E. ceratoniae* est de 45.2 jours sur les amandes hachées, 55.3 jours sur les amandes décortiquées et 61.6 jours sur les amandes ayants des coquilles fissurées, cela suggère qu'il ya une corrélation entre le temps de développement et le degré

des dommages mécaniques entraînés aux amandes. Sous des conditions de  $T^{\circ} = 30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $H\% = 75 \pm 5\%$  et une photopériode de 16/8, Norouzi et *al.*, (2008), notent que la durée moyenne du cycle de développement est affectée d'une manière significative par le régime alimentaire sur lequel est élevé la pyrale; la durée la plus courte est enregistrée sur le grenadier (variété Malas) (42.38 jours) et la durée la plus longue est enregistrée sur les dattes (variété Zahedi) (89.55 jours), sur le pistache (variété Akbari), la durée moyenne du cycle de vie est de 45.24 jours et sur le figue (variété Zard), la durée du cycle est de 57.83 jours. Les mêmes auteurs, notent que la durée d'incubation des œufs et la longévité des adultes n'est pas influencées par le régime alimentaire. Mortazavi et *al.*, (2016), prouvent que la durée de cycle de développement de *E. ceratoniae* la plus longue et qui est de 45.61 jours est enregistrée sur un milieu artificiel et la durée la plus courte qui est de 34.66 jours est signalée sur un milieu naturel (grenade). Selon les mêmes auteurs, étant donné que la courte durée du cycle de vie indique l'aptitude de la ressource alimentaire. Ils ont aussi conclu que le grenade est l'aliment le plus adapté pour *E. ceratoniae*. Les ressources alimentaires n'affectent pas seulement la durée de vie de *E. ceratoniae* mais aussi, la production des phéromones sexuelles, les femelles élevées sur grenade durant le développement larvaire attractant plus des mâles que les femelles élevées sur figuier durant le développement larvaire (Zare Mehrjardi et *al.*, 2016).

La courte durée enregistrée sur la variété DB par rapport à la variété Deglet Nour indique selon Mortzavi et *al.*, (2016) une préférence de la variété DB par la pyrale. Mais cela nous met en contradiction avec Mozaffarian et *al.* (2008) qui prouvent que *E. ceratoniae* ne présente pas une fidélité à une plante hôte déterminée comme déjà cité précédemment. La courte durée enregistrée sur la variété Degla Beida par rapport à la variété DN peut être liée à la précocité de la variété Degla Beida par rapport à Deglet Nour à maturité tardive.

Les résultats des essais de lutte obtenus, montrent que les huiles essentielles brutes de *P. harmala* et *C. arabica* ont des effets toxiques contre les œufs, les larves L<sub>4</sub> et les adultes de *E. ceratoniae* avec un effet plus puissant des huiles essentielle de *C. arabica* par rapport aux huiles de *P. harmala*. Nos résultats sont similaires aux résultats enregistrés par Bachrouch et *al.* (2010), qui montrent que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* entraînent la mortalité de 57.1% des œufs de *E. ceratoniae*. Amri et *al.* (2014), indiquent qu'il n'y pas de différence significative entre l'effet des huiles essentielles de *Thymus capitatus* et l'effet des huiles essentielles *Rosmarinus officinalis* sur les œufs de *E. ceratoniae* traités par contact, elles entraînent un taux d'inhibition de l'éclosion de 100% à la dose 20µl/ml après 24 heures de

traitement. L'effet ovicides des huiles essentielles a été prouvé par plusieurs travaux qui montrent que les huiles essentielles d'*Aegle marmelos*, réduisent l'éclosion des œufs de *Spilosoma obliqua* (Lépidoptera, Acrtiidae) avec une proportion de 99.5% (Tripathi et al., 2003). Itaoua Apoyolo et al. (2002), montrent que les huiles essentielles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus citrodora* ont un effet ovicide contre les larves de *Caryedon serratus*, le taux de mortalité embryonnaire dépasse 70%. De même Ketoh et al.,(1998) et Nyamador et al.(2010), ont enregistré un taux d'éclosion de 6.25% des œufs de *Callosobruchus maculatus* traités par fumigation par les huiles essentielles de *Cymbopogon nardus*, ce taux est cependant de 90% chez le témoin; les œufs affectés par les huiles ont leur contenu ovilaire dissous mais le chorion reste intacte. Selon Schmidt et al. (1991), les huiles essentielles d'*Acorus calamus* avaient une action stérilisante sur les œufs de *Callosobruchus chinensis*. Rice et Coasts (1994), ont testé l'activité ovicide de 22 monoterpénoides entre autre ; citronellal, carvacrol, carveol, geraniol, linalool, menthol, terpineol, thymol, verbenol, carvones, fenchone, pulegone, thujone, verbenone et le menthone, ces monoterpénoides inhibent l'éclosion des œufs de *Musca domestica* avec des proportions qui varient entre 33% avec le citronellal et 100% avec le menthone. Donpédro (1989), révèle deux mécanismes d'action possible des huiles sur les œufs ; les huiles exercent une action létale, en réduisant de manière drastique l'activité respiratoire ou une action toxique directe de leurs composants.

Les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* entraînent des taux de mortalité chez L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae* de 56.66% et 85% respectivement au bout de 5 jours, donc ces huiles sont des larvicides. Bastien (2008), montre qu'un larvicide agit sur les larves grâce à une molécule (un complexe de molécule) qui induit à un mauvais développement larvaire (malformation, mort larvaire, augmentation de la durée de stade larvaire). Les larves de ce ravageur qui se développent à l'intérieur des dattes constituent en fait, le stade le plus nuisible car il détruit la qualité des dattes et en même temps; elles sont protégées par l'épicarpe de la datte. Cette dernière raison explique la rareté des études toxicologiques vis-à-vis les stades larvaires. Les huiles essentielles de *Thymus capitatus* testées par contact contre les larves L<sub>5</sub> de *E. ceratoniae* provoquent un taux de mortalité de l'ordre de 100% après 12 heures de traitement à la dose 20µl/ml alors que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* entraînent un taux de mortalité de 95% au bout de la même période et traitées à la même dose (Amri et al., 2014). Les huiles essentielles de *P. harmala* entraînent un taux de mortalité de 100% chez les larve L<sub>5</sub> de *Schistocerca gregaria* au bout de 8minutes et 30 secondes avec un TL<sub>50</sub> de l'ordre de 6 minutes et 12 secondes alors que les huiles essentielles de *C. arabica*

provoquent un taux de mortalité de 100% au bout de 12 minutes et 7 secondes avec un TL<sub>50</sub> de 9 minutes et 17 secondes (Kemassi et al., 2014). Cette toxicité sur les larves adultes induite par les huiles essentielles a été déterminée sur les larves L<sub>4</sub> de *Culex pipiens* traitées par les huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, entraînant un taux de mortalité de 100% après 24 heures (El Khal et al., 2015). Cheng et al. (2009), ont prouvé aussi que les huiles essentielles de *Eucalyptus camaldulensis* et *E. urophylla*, provoquent la mortalité de 100% des larves L<sub>4</sub> d'*Aedes aegypti* après 24 heures de traitement.

Chez les adultes, nos résultats obtenus sont comparables à ceux de Haouel et al. (2010), qui ont montrés que le traitement par fumigation par les huiles essentielles de *Eucalyptus rudis* entraînent après 12 heures de traitement un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *E. ceratoniae*, avec un TL<sub>50</sub> de 36,10 heures. De même Mediouni Benjemaa et al. (2009), ont rapportés que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* révèlent une mortalité de 100% chez les adultes de *E. ceratoniae* après 2 jours de traitement. Amri et al. (2014), indiquent que le traitement des adultes de *E. ceratoniae* par les huiles essentielles de *Thymus capitatus* provoquent un taux de mortalité de 100% après 6 heures de traitement alors que les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* entraînent un taux de mortalité de 81,6% au bout de la même période. Kemassi et al. (2014), prouvent que les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* entraînent un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *Schistocerca gregaria* après 30 minutes et 18 secondes et 128 minutes et 8 secondes respectivement. Selon les mêmes auteurs, l'évaluation des temps létaux 50 (TL<sub>50</sub>) pour ces extraits laisse remarquer la rapidité d'action des huiles essentielles de *P. harmala* comparativement aux huiles essentielles de *C. arabica*, il est de l'ordre de 19 minutes et 21 secondes pour les adultes traités par les huiles essentielles de *P. harmala*, et de 41 minutes et 50 secondes pour les adultes de *S. gregaria* traités par les huiles essentielles de *C. arabica*. Par contre sur *E. ceratoniae*, nos résultats laissent remarquer la rapidité d'action des huiles essentielles de *C. arabica* par rapport aux huiles essentielles de *P. harmala*. Cette rapidité se traduit par un TL<sub>50</sub> de l'ordre de 2.49 heures enregistré chez les adultes traitées par les huiles de *C. arabica* alors que les adultes traités par les huiles de *P. harmala* on a enregistré un TL<sub>50</sub> de 1.45 jours. Dans le même contexte Pyrovi et al.(2011), montrent que les huiles essentielles de *Ferula assafoetida* réduit le taux d'infestation des fruits de grenade par *E. ceratoniae*. Cette réduction du taux d'infestation peut être expliquée par l'effet répulsif de ces huiles essentielles ou par la perturbation du comportement reproductif des adultes qui ne peuvent

pas détecter leurs sites de ponte ou bien encore par la combinaison de ces deux effets (Goldansaz et *al.*, 2012).

Les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* sont révélées toxiques vis-à-vis des différents stades de développement de *E. ceratoniae*. La toxicité des huiles essentielles est liée à leurs compositions en mono terpènes oxygénés qui sont des composés majeurs et qui prouvent une activité insecticide contre différentes espèces d'insectes (Papachristos et Stamopoulos, 2002). La richesse des huiles essentielles de *P. harmala* en mono terpènes oxygénés prouvée par Dastagir et *al.* (2014), peut expliquer l'effet insecticide de ces huiles sur *E. ceratoniae*. Concernent *C. arabica*, une mise au point bibliographique réalisée au cours de ce travail montre qu'aucune étude n'a été intéressée aux compositions chimiques des huiles essentielles de cette espèce comparativement à d'autres espèces de même genre dont *C. coluteoides* (Mazloomifar et *al.*, 2003), *C. iberica* (Mirza et *al.*, 2005). Selon Ndungu et *al.* (1999), les huiles essentielles de *C. hirta* prouvent une activité insectifuge. Les huiles essentielles de *C. viscosa* sont composées des mono terpènes et certains dérivés oxygénés (Oltunji et *al.*, 2005). Updhyay (2015), montre que ces huiles sont riches en tri terpènes et ont une activité insecticide.

Les résultats de Deleter et *al.* (2014), ont montré que l'effet biologique d'une huile essentielle n'est pas toujours dû uniquement à l'activité du composé majeur. En effet, des effets synergiques peuvent se produire entre les composés majeurs et/ou mineurs, cela suggère que les mécanismes d'action sont différents. La littérature est bien documentée sur l'effet des huiles essentielles sur le comportement des insectes, mais très peu sur l'effet de leurs composés majeurs pris un à un ou en mélange, illustrant le manque de connaissances sur le ou les mécanismes d'action des huiles essentielles.

Les huiles essentielles exercent des effets physiologiques et autres physiques ; Les effets physiologiques peuvent affecter les neurotransmetteurs des invertébrés dont l'octopamine qui a un effet régulateur sur les battements des cœurs, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés (Chiasson et Beloin, 2007). L'eugénol par exemple, produit par les boutons floraux du giroflier *Syzygium aromaticum*, se fixe sur les récepteurs de l'octopamine et l'empêche d'agir. Le disulfure de diméthyle est un composé soufré volatil produit par les Crucifères et les Alliées. Il agit au niveau des mitochondries et diminue l'activité respiratoire des neurones du cerveau de la blatte, ce qui réduit la production

d'énergie et entraîne une disparition de l'activité électrique de ces cellules. Les neurones ne sont plus excitables et les informations ne sont plus transmises du cerveau vers les organes ce qui provoque la mort par paralysie de l'insecte. Les composés terpéniques présents dans l'huile essentielle des feuilles de thé (terpinène et cinéole) inhibent l'activité d'une enzyme, l'acétylcholinestérase, qui détruit l'acétylcholine après la transmission de l'influx nerveux (Huignard, 2013). Les huiles essentielles ont des effets anti-appétent, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondation et le développement des insectes ou des acariens (Bessah et Benyoussef, 2015). L'effet physique des huiles essentielles se produit après application directe sur les insectes, elles agissent directement sur la cuticule des insectes et des acariens à corps mou (Chiasson et Beloin, 2007). Le rôle de la cuticule est de prévenir les pertes hydriques. Elle est sécrétée par l'épiderme, comporte plusieurs couches dont la couche externe, composée de cire donnant les propriétés hydrofuges à la cuticule. Les molécules de cette couche cireuse présentent une rangée de groupes aliphatiques vers l'extérieur, créant ainsi une couche hydrofuge et imperméable. La nature lipophile des huiles essentielles peut dégrader la couche cireuse et causée des pertes en eau. Les trachées et les sacs d'air des insectes sont enduits de cette couche cireuse et sont affectées par les huiles essentielles qui peuvent entraîner l'asphyxie de l'insecte. Il reste à déterminer précisément le (s) site (s) de dégradation de l'enveloppe externe de l'insecte ou de l'acarien et le type de dommage causé par l'application topique ou par fumigation (Chiasson et Beloin, 2007).

L'examen des cadavres des œufs, des larves et des adultes de *E. ceratoniae* sous loupe binoculaire montre que la cuticule reste intacte chez tous les stades traités, ce qui prouve que les huiles essentielle de *P. harmala* et de *C. arabica* agit par fumigation. Ketoh et al. (1998), montrent que le fait que les huiles essentielles d'une plante soient efficaces à la fois sur les adultes, les œufs et les larves fait penser qu'elles agissent par voie respiratoire. Le mécanisme d'action des huiles essentielles via le système respiratoire reste inconnu (Tripathi et al., 2009).

D'une manière générale, les huiles essentielles diminuent les populations d'insectes phytophages par une double action : une toxicité inhalatrice exercée sur les adultes ainsi qu'une inhibition de la reproduction. A coté de l'activité des composés allélochimiques volatiles, un effet antinutritionnel à caractère larvicide est produit par les huiles essentielles (Regnault- Roger et Hamraoui, 1997).

Concernant l'action des extraits aqueux des plantes étudiées sur les larves L<sub>4</sub>, on remarque une rapidité d'action de l'extrait de *P. harmala* par rapport aux autres plantes. Nos résultats sont similaires aux résultats d'El Allagui et al.(2007), qui prouvent que l'extrait aqueux de grains de *P. harmala* riche en alcaloïdes a un effet nématicide chez *Meloidogyne ssp* de la tomate se traduit par un taux de mortalité de 95% alors que l'extrait aqueux foliaire d'*Acacia gummifera* et *Ceratoniae seliqua* riches en flavonoïdes et anthocyanes, entraînent des taux de mortalité de 84% et 66.33% respectivement. Habbachi et al.(2013), notent que l'extrait foliaire de *P. harmala* induit à un taux de mortalité de 70% chez les larves L<sub>3</sub> de *Drosophila melanogaster*, enregistré le 15<sup>ème</sup> jour après traitement par ingestion à la dose de 300g/L. Les mêmes auteurs, montrent que les extraits aqueux de *P. harmala* agissent sur le cycle de développement de la mouche car la plupart des pupes n'atteignent pas le stade adulte. Idrissi Hassani et Hermas (2008), notent que l'effet de l'alimentation de *P. harmala* sur le tube digestif des larves L<sub>4</sub> de *S. gregaria* révèle que la toxicité est surtout intestinale. Il semble que les substances actives de la plante mises en solution lors de processus digestifs, attaquent les cellules absorbantes intestinales qui ne peuvent pas remplir leur rôle d'où une carence protéique et lipidique et par conséquence la mort de l'insecte. L'extrait aqueux de *P. harmala* induit à un taux de mortalité de 73,33% à la dose de 300g/L après 10 jours de traitement des larves L<sub>4</sub> de *Culex pipiens* par ingestion, le TL<sub>50</sub> est de 4,47 jours et l'extrait aqueux de *D. gnidium* provoque un taux de mortalité de 65% après 10 jours de traitement à la même dose avec un TL<sub>50</sub> de 6.17 jours. Cependant l'effet combiné de ces deux extraits est plus fort, il entraîne un taux de mortalité de 97,5%, le TL<sub>50</sub> est de 3,39 jours (Habbachi et al., 2014).

De même Benhissen et al. (2015), montrent que le *D. gnidium* peut être considérée parmi les plantes qui ont une activité insecticide très importante contre les moustiques. Selon le même auteurs, l'extrait aqueux de cette plante entraîne un taux de mortalité de 84.26% après 360 heures de traitement à la dose 300g/L, le TL<sub>50</sub> est de 3.54 jours. Dahchar et al. (2016), notent que l'extrait aqueux de *D. gnidium* est plus efficace sur les larves L<sub>4</sub> de *C. pipiens* que les L<sub>4</sub> de *Culiseta longiareolata*, les CL<sub>50</sub> obtenues après 72 heures de traitement sont de 0.06g/L pour *C. pipiens* et 0.13g/L pour *Cs.longiareolata*.

L'extrait aqueux de *C. arabica* entraîne un taux de mortalité de 10% chez les larves L<sub>3</sub> de *Spodoptera littoralis* après 7 jours de traitement (Ladhari et al., 2013). Lebbouz (2010), montre que l'extrait acétonique de *C. arabica* provoque un taux de mortalité de 10% chez les larves L<sub>5</sub> de *S. gregaria* avec un TL<sub>50</sub> de 50.12 jours, l'extrait foliaire de *C. arabica* affecte la

mue des L<sub>5</sub> et les adultes émergées présentent des malformations se manifestent par des ailes males étalées et des difficultés à défaire définitivement de leur exuvie. Dans le même contexte Tracanna et *al.* (2010), enregistrent que l'extrait foliaire acétonique de *Tibouchina paratropica* entraîne un taux de mortalité de 100% chez les larves L<sub>3</sub> de *E. ceratoniae* après 5 jours de traitement à la dose 1000mg/L. Les travaux de Mehaoua (2014), montrent que l'azadirachtine entraîne un taux de mortalité de 75.29% chez les larves L<sub>1</sub> de *E. ceratoniae* dans un temps létal de 5 jours. Hadjeb et *al.* (2014), prouvent que le spinosad induit à un taux de mortalité de 83.33% à la dose 120ppm pendant 120 heures chez les larves L<sub>1</sub> de *E. ceratoniae*.

La richesse de *P. harmala* en alcaloïdes et *C. arabica* et *D. gnidium* en flavonoïdes comme la littérature a cité peut expliquer l'activité larvicide des extraits aqueux de ces plantes.

Depuis une trentaine d'années ; les chimistes, physiologistes, biochimistes, toxicologues et spécialistes de la protection des végétaux unissent leurs efforts dans la recherche de nouvelles molécules d'origine végétale susceptibles de permettre à l'humanité de lutter efficacement contre les déprédateurs, avec un minimum de problèmes avec l'environnement (Regnault Roger et *al.*, 2008). En plus, les extraits des plantes contiennent plusieurs composés complexes en comparaison aux pesticides de synthèse ce qui retarde le développement des mécanismes de résistance chez les insectes (Rattan, 2010). D'une manière générale les pesticides botaniques peuvent être divisés en deux générations; la première inclus la nicotine, la vératrine, la ryanodine, le pyrèthre, tandis que la deuxième génération; inclue les pyrèthronoides de synthèse et l'azadirachtine. La nicotine, alcaloïde très stable, présente une grande toxicité sur les insectes, agit à la fois comme poison cardiaque et neurotrope. Mimétique de l'acétylcholine, elle se lie aux récepteurs postes synaptiques et provoque une stimulation suivie des dépressions des ganglions du système végétatif, des muscles et le système nerveux central. La vératrine est un mélange d'alcaloïdes comprenant la cervadine, la veratridine, la sabadilline, la sabadine et la cervine, cet alcaloïde agit sur les insectes en ralentissant la fermeture des canaux de Na<sup>+</sup> dépendants, en conséquence, la vératrine perturbant la dépolarisation membranaire, provoque une paralysie avant la mort de l'insecte. La ryanodine est un alcaloïde insecticide, qui à un mécanisme d'action différent puisque sa toxicité affecte la conduction de l'influx nerveux dans le muscle au niveau des canaux Ca<sup>++</sup>, ce qui induit à une contraction soutenue du muscle pouvant s'accompagner de paralysie. La

roténone est un flavonoïde qui agit sur les mécanismes de la respiration cellulaire, elle inhibe les oxydations cellulaires en interrompant le transfert d'électrons dans la chaîne respiratoire, pourtant atteinte au métabolisme énergétique mitochondrial et aussi la production de l'ATP. L'azadirachtine est un inhibiteur de croissance, cette activité est le résultat d'une intervention sur la synthèse des écdystéroïdes par inhibition de la libération de l'hormone protothoracicotrope (PTTH) produite par les cellules neurosécrétrices. Les mues ne peuvent plus se produire normalement, interrompant le cycle reproductif de l'insecte (Dugravot, 2004 ; Regnault Roger et Phyllogène, 2008 ; Rattan, 2010 et El Wakeil, 2013).

Nos résultats prouvent que le traitement par contact a une action plus rapide sur les larves L<sub>4</sub> que le traitement par ingestion quelque soit l'extrait aqueux. Tahiri *et al.* (2011), notent que le contact et l'inhalation sont les deux voies essentielles à l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem contre les termites, les substances toxiques peuvent donc pénétrer à travers la cuticule et les stigmates de l'insecte. L'extrait aqueux n'agit pas par ingestion car il est inhibiteur de la prise alimentaire. L'azadirachtine, le composé le plus actif du neem, est un antiappétant et paralyse les mouvements péristaltique de l'intestin de l'insecte (Fortin *et al.*, 2000 cités par Tahiri *et al.*, 2011). L'effet antiappétant de l'extrait acétonique de *P. harmal* contre les L<sub>5</sub> et les adultes de *Schistocerca gregaria* prouvé par Kemassi (2008), l'effet antiappétant de l'extrait acétonique de *C. arabica* contre les L<sub>5</sub> et les adultes de *Schistocerca gregaria* prouvé par Lebbouz (2010) et l'effet antiappétant de *D. gnidium* chez *Lymantria dispar* L. montré par Ouakid *et al.*(2001), peuvent expliquer l'efficacité de traitement par contact par rapport le traitement par ingestion.

# *Conclusion*

Le suivi de la dynamique de population de *E. ceratoniae* durant les 3 ans d'étude à l'aide des pièges à phéromone, révèle que les adultes de cette dernière sont présentes durant toute l'année dans la palmeraie et sont actives pendant une période de 9 mois durant laquelle deux périodes de vol d'activité intense ont été enregistrés. La première période est printanière signalée entre fin février - fin mai soit entre début de mars - début juin selon l'année d'étude. La deuxième période est automnale marquée entre la fin d'août et la fin novembre soit début septembre - fin novembre selon les années.

Il est à noter que durant la période printanière le pic de vol est enregistré le mois d'avril alors que pendant la période automnale, le pic de vol est enregistré entre septembre - octobre. En été, le nombre des mâles capturés est très réduit par rapport au nombre des mâles capturés au printemps et en automne alors que le nombre des mâles capturés en hiver est le plus restreint par rapport aux trois autres périodes de l'année. Il est à remarquer que le nombre des mâles capturés se différencie d'une année à une autre dans le même site et d'un site à un autre durant la même année. Les variations de niveau de la population imaginaire d'une année à une autre, est en fonction des conditions climatiques. L'étude de l'effet des conditions climatiques, principalement les températures moyennes annuelles et les taux d'humidité relative moyennes annuelles dans notre travail, nous a permis de détecter les deux périodes de vol printanière et automnale sous des températures moyennes annuelles variant entre 16.40 et 33.40°C et des taux d'humidité moyenne variant entre 35 et 57%, ces conditions climatiques semblent propices à une activité intense des populations mâles de *E. ceratoniae*. Les pics de vol sont enregistrés entre des températures moyennes variant de 21.30 à 31.30°C et une humidité relative moyenne varie de 38 à 43%. Sous une température moyenne de 9.70°C et un taux d'humidité relative de 52%, aucun mâle n'est capturé.

L'abondance des adultes de la pyrale des dattes est non seulement liée aux conditions climatiques mais aussi, favorisée par la présence de plantes hôtes. La reprise de vol des imagos de *E. ceratoniae* en printemps, coïncide avec l'atténuation des températures de l'hiver, la pollinisation du palmier dattier (mars à avril), la nouaison du grenadier et du figuier (plante hôte de la pyrale). En été, le vol est continu et se poursuit mais avec des captures plus discrètes (fin mai - mi août), durant cette période, les températures de l'été semblent être le facteur principal de diminution du nombre de captures par rapport au printemps. Vers la fin d'août, la pyrale reprend son activité de vol, qui synchronise avec la maturation des variétés Degla Beida et Ghars. Ce vol est continu jusqu'à fin novembre, durant cette époque, plusieurs

facteurs peuvent expliqués la reprise de vol des adultes de ce ravageur. Il est à remarquer que la variété Deglet Nour est en pleine maturation et les températures de l'été sont rafraîchies entre septembre et octobre jusqu'à la mi-novembre. Après la récolte de la variété Deglet Nour vers la fin de novembre et l'abaissement de la température en décembre, l'activité de vol est réduite.

L'activité de ce ravageur se traduit par l'infestation des dattes par les œufs et les larves de *E. ceratoniae*. Les résultats de suivi de la ponte et de l'infestation présentent des variations chez les trois variétés étudiées, qui diffèrent d'une année à une autre dans le même site et d'un site à un autre durant la même année. L'étude de la relation entre le niveau de la population imaginaire et le niveau de la ponte et de l'infestation révèle que ; chez la variété Deglet Nour, les pics d'infestation et de ponte sont enregistrés avec ou après le pic du vol alors que chez les deux autres variétés, les pics d'infestation et de ponte sont signalés avant ou avec le pic du vol. La détection de la ponte et de l'infestation sur les trois variétés durant la période estivale prouve que la pyrale est active même à des niveaux faibles de la population imaginaire. Malgré la disponibilité des dattes sur lesquelles on peut évaluer l'activité des adultes, les conditions climatiques ne sont pas propices à une activité intense de cet insecte. Il est à noter aussi qu'au printemps dont les conditions climatiques sont favorables au développement de la pyrale, l'activité de ce dernier est non estimée faute de non disponibilité des dattes. Ce n'est que les dernières adultes qui peuvent déposer les œufs sur les dattes. En hiver ni les conditions météorologiques sont convenables au développement de la pyrale ni le support alimentaire sur lequel on peut évaluer l'activité des adultes est disponible. Il apparaît que l'automne c'est la saison opportune au développement de la pyrale vue la disponibilité des dattes et l'amélioration des conditions climatiques.

Les variations des niveaux de ponte et d'infestation entre les trois variétés étudiées sont non seulement influencées par les conditions climatiques et la disponibilité des plants hôtes mais aussi sont influencées par le facteur variété et les stades phénologiques de chaque variété.

Au vu des résultats obtenus, il ressort que la variété Deglet Nour est la variété la plus attaquée (ponte et infestation) par rapport à la variété Degla Beida et la variété Ghars et le stade Tmar est le stade le plus attaqué (ponte et infestation) quel que soit la variété. Deux facteurs principaux peuvent expliquer les attaques de la variété Deglet Nour par rapport les

deux autres, le premier facteur est la consistance des dattes, plus elle est fine plus la pénétration des larves néonates est facile, malgré que la consistance de la variété Ghars est plus fine que la variété Deglet Nour mais la variété Ghars présente un aspect collant qui gêne la reproduction des femelles pondueuses. Ce qui explique les attaques importantes sur la variété Degla Beida par rapport la variété Ghars. Le deuxième facteur, la maturité tardive de la variété Deglet Nour qui coïncide avec le deuxième pic de vol, ce qui fait que les attaques des femelles pondueuses se concentrent sur cette variété par contre la maturité précoce des deux autres variétés leur permettent de s'échapper du deuxième pic de vol. Les attaques importantes de la pyrale des dattes sur le stade Tmar par rapport les stades grossissement des fruits et début de maturité sont affectées par l'évolution des compositions chimiques des organes fructifères au cours de leur maturation. Malgré que le taux de ponte est sous-estimé dans certains cas mais le taux d'infestation augmente en franchissant les stades phénologiques exception faite pour la variété Ghars où on a enregistré une diminution du taux d'infestation au stade début de maturité. Ceci peut être expliqué par la consommation de cette variété à ce stade (début de maturité) par la population de la région.

Les résultats de suivi du cycle de développement de *E. ceratoniae* de la ponte jusqu'à la mort de nouvelles adultes émergées sur des milieux d'élevage préparés à base des variétés Deglet Nour et Degla Beida, révèlent que la durée moyenne du cycle de développement est plus longue sur le milieu d'élevage préparé à base de Deglet Nour que la durée de développement sur le milieu d'élevage préparé à base de Degla Beida. Les résultats montrent que le facteur variété affecte significativement la durée moyenne du cycle de développement.

Concernant les essais de lutte par l'utilisation des huiles essentielles brutes des plantes étudiées (*P. harmala* et *C. arabica*), les résultats montrent que ces huiles ont un effet ovicide, larvicide et adulticide avec une rapidité d'action des huiles de *C. arabica* par rapport les huiles de *P. harmala* se traduit par des  $TL_{50}$  enregistrés par *C. arabica* plus courts que les  $TL_{50}$  enregistrés par *P. harmala*.

Les résultats de traitement des larves  $L_4$  par les extraits aqueux des plantes étudiées révèlent que ces extraits ont un effet larvicide contre *E. ceratoniae*. Il est noté aussi que le test par contact à une action plus rapide que le test par ingestion. Ceci est expliqué par l'effet antiappétant des plantes testées qui fait que l'insecte n'ingère pas l'aliment traité. L'extrait aqueux de *P. harmala* entraîne les  $TL_{50}$  les plus courts et ceci est expliqué par la richesse de

l'extrait aqueux de cette plante par les alcaloïdes qui sont plus toxiques que les flavonoïdes contenues dans les extraits aqueux de *C. arabica* et *D. gnidium*.

Ces résultats indiquent que les extraits des plantes étudiées possèdent un effet insecticide sur *Ectomyelois ceratoniae* et ils pourraient être une alternative aux pesticides chimiques utilisés dans la lutte contre ce ravageur, tout en préservant la santé humaine et l'environnement. Ces nouvelles molécules sont biodégradables et moins susceptibles de provoquer la résistance des espèces cibles.

Les principales perspectives de recherche qui apparaissent à l'issue de cette thèse, concernent la réutilisabilité de notre travail à fin d'étudier; l'évolution de niveau de ponte et d'infestation sur d'autres plantes hôtes en parallèle avec le palmier dattier, ainsi d'approfondir les études sur la relation entre le cycle de développement de l'insecte et le cycle végétatif de la variété. Pour poursuivre les travaux de recherche portant sur l'effet des molécules actives à action insecticide vis-à-vis les différents stades de développement de la pyrale des dattes, il est important de réaliser des tests à différentes concentrations, pour déterminer les doses létales et sublétales, une étude phytochimique des extraits pour identifier le principe actif responsable est nécessaire ainsi que des études toxicologiques pour comprendre le mode d'action de ces principes actifs, et enfin tester leur efficacité en plein champs.

## *Références bibliographiques*



**ACIA., 2012.-** Agence canadienne d'inspection des aliments : Guide des plantes envahissantes. Catalogue N° A104-97/2012, 02p.

**Acourene. S., 2007.-** Inventaire des différents cultivars de palmier dattier des régions d'Oued-Righ et d'Oued-Souf (Algérie). Sécheresse, 18(2): 135-142.

**Afella M., Ben Hamadi I. et Smaili M.C., 1999.-** Réparation de l'infestation et nuisibilité de *Bactrocera oleae* GMEL. (Dipt, Teph) en verger oleicole dans le Sais au Maroc. Journée nationale sur la protection de l'olivier, Marrakech le 27 Mai, 26-31.

**Al izzi M.A.J., Al Maliky S.K. and Jabbo N.F., 1987.-** Culturing the Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), on an artificial diet. Journal of economic entomology, 80: 277-280.

**Al Jamali N.A., 2006.-** Factors affecting the efficiency of pheromone traps in attracting the male adults of pomegranate fruit worm *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). Arab journal of plant protection, 24: 32-36.

**Amri I., Hamrouni L., Mohsen H., Jamoussi B. and Lebdi K., 2014.-** Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). Chilean journal of agricultural research, 74(3): 273- 279.

**Azqandi R. S., Kazazi M. and Abdul Ahadi F., 2015.-***Ectomyelois ceratoniae* zeller (Lepidoptera, pyralidae) and its control procedures in Iran. Journal of applied environmental and biological sciences, 5(12S): 743-747.

**Bachrouch O., Mediouni Ben Jemaa J., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B. and Abderraba M., 2010.-** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera, pyralidae). Journal of stored product reesearch, 46: 242-247.

**Ballais J.L., 2010.-** Des oueds mythiques aux rivières artificielles: l'hydrographie du Bas-Sahara algérien. Physio-Géo, 4(1): 107-127.

**Bastien F., 2008.-** Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Reunion. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université Toulouse, 78p.

**Belaiche P., 1979.-** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie 'l'aromatogramme'. Ed. S. A. Maloine, 240p.

**Belguedj M., 2002.-** Caractéristiques des cultivars de dattier du Sud-Est du Sahara Algérien. Vol 2. Ed, INRA, Alger, 67p.

**Beliefert C. et Perraud R., 2001.-** Chimie de l'environnement: aire, eau, sol, déchets. Ed, Diffusion De Boeck. S.a., 477 p.

**Bellakhdar J., 2008.-** Hommes et plantes au Magreb: Elément pour une methode en ethnobotanique. Ed, lulu .com, 386p.

**Benaouda M.H., Achour H., Belgudj A., Felaachi S., Mrichine M. et Saoli N., 1989.-** Situation et perspective du développement de la phoeniciculture, 54p.

**Ben Ayed N., 2006.-** Lutte biologique contre la pyrale des dattes *Ectomyelois certoniae*, par des lâchers de *Trichogramma caccocae*. Mémoire de mastère, université Cartage, Tunisie, 76p.

**Ben Ayed N., 2008.-** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales Marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Programme sur l'homme et la biosphère MAB et UNESCO, 61p.

**Benhissen S., Habbachi W., Mecheri H., Masna F., Ouakid M.L. and Bairi A., 2015.-** Effect of aqueous extracts of *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae) leaves on larval mortality and reproduction performance of adult *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae), Phytochemistry and bioactives substances journal, 9(2): 34 -38.

**Benkhniq O., Zidane L., Fadli M., Elyacoubi H., Rochdi A. et Douira A., 2011.-** Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraà Bel ksiri (région du gharb du Maroc). Acta Botanica Barcelona, 53: 191-216.

**Bensalah M.K., 2015.-** Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller., 1839) (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées; stockage, conservation et lutte. Thèse doctorat, Université de Biskra, 117p.

**Bensalah M.K., et Ouakid M.L., 2015.-** Essai de lutte biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* zeller, 1839 (Lepidoptera, pyralidae) par l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* fisher (hymenoptera, braconidae) et *Bracon hebetor* say (hymenoptera, braconidae) dans les conditions contrôlées. Courrier du savoir, 20: 101–108.

**Bessah R. et Benyoussef E.H., 2015.-** La filière des huiles essentielles; Etat de l'art, impact et enjeux socioéconomiques. Revue des énergies renouvelables, 18(3): 513-528.

**Boivin T. et Sauphanor B., 2007.-** Phénologie et optimisation de la protection contre le carpocapse des pommes. Innovations agronomiques, 1: 23-31.

**Bonvallot N. et Dor F., 2005.-** Valeurs toxicologiques de référence : Méthodes d'élaboration. Ed, Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, 84 p.

**Borcard D., 1998.-** Transformation de données: normalisation, stabilisation des variances. Legendre et Legendre, Université de Montréal, Bio2042: 1- 4.

**Botineau M., 2010.-** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed, Tec et Doc, Lavoisier, 1315p.

**Botineau M., 2015.-** Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Ed, Tec et Doc, Lavoisier, 336p.

**Bouammar B., 2010.-** Le développement agricole dans les régions sahariennes: Etude de cas de la région d'Ouargla et Biskra. Thèse doctorat, Université d'Ouargla, 293p.

**Boubir H.M.N et FarhiA., 2009.-** Le rôle des services et des investissements dans l'hypertrophie de la ville d'El Oued au bas Sahara Algérien. Urban environnement, 3: 1-24.

**Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M. et Jacque B., 2001.-** La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud Est du Maroc. *Fruits*, 56(3): 189 -196.

**Boullard B., 2001.-** Plantes médicinales du monde: Croyance et réalités. Ed, De Boeck Secundair, 636p.

**Boumia M., 1999.-** Traité de toxicology générale: Du niveau moléculaire à l'échelle planétaire. Springer science and business media, 804p.

**Bounaga N., et Djerbi M., 1990.-** Pathologie du palmier dattier. CIHEAM, options méditerranéennes, serie A, 127-132p.

**Bouriche H. and Arnhold J., 2010.-** Effect of *Cleome arabica* leaf extract treated by naringinase on human neutrophil chemotaxis. *Natural product communications*, 5 (3): 415 - 418.

**Bouriche H., Miles E.A., Selloum L. and Calder P., 2005.-** Effect of *Cleome arabica* leaf extract, rutin and quercetin on soybean lipoxygenase activity and on generation of inflammatory eicosanoides by human neutrophils. *Prostaglandins, leukotriene and essential fatty acids*, 72: 195-201.

**Bouriche H., Selloum L., Tigrine C. and Boudoukha C., 2003.-** Effect of *Cleome arabica* leaf extract on rat paw edema and human neutrophil migration. *Pharmaceutical biology*, 41 (1): 10-15.

**Bruneton J., 2005.-** Plantes toxiques: Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. Ed, Tec et Doc Lavoisier, 618p.

**Catier O. et Roux D., 2007.-** Cahier du préparateur en pharmacie. Collection porphyre, 141p.

**Chaabane F., Boubaker J., Loussaif A., Neffati A., Kilani-Jaziri S., Ghedira K. and Chekir-Ghedira L., 2012.-** Antioxidant, genotoxic and antigenotoxic activities of *Daphne gnidium* leaf extracts. *Complementary and alternative medicine*, 12(153): 1-10.

**Chehma A., 2006.-** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zone arides et semi arides, Université Ouargla, 140p.

**Cheng S.S., Huang C.G., Chen Y.J., Yu J.J., Chen W.J. and Chang S.T., 2009.-** Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. Bioresource technology, 100: 452-456.

**Chewya J.A. and Mnzava N.A., 1997.-** Cat's whiskers, *Cleome gynandra* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, (11):1-54.

**Chiasson H. et Beloin N., 2007.-** Les huiles essentielles, des bio-pesticides 'Nouveau genre'. Antennae, 14(1): 3-6.

**Chopra I.C., Abrol B.K. et Handa K.L., 1960.-** Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. Recherche sur les zones Arides, 13: 11-56.

**Cottiglia F., Loy G., Garau D., Casu M., Pompei R. et Bonsignore L. 2001.-** Antimicrobial evaluation of coumarins and flavonoides from the steames of *Daphne gnidium*. Phytomedicine, 8(4): 302-305.

**Daddi Bouhoun M., 2010.-** Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette d'Ouargla (Sud Est Algérien). Thèse doctorat, Université d'Ouargla, 372p.

**Dahchar Z., Bendali-Saoudi F. et Soltani N., 2016.-** Larvicidal activity of some plant extracts against two mosquito species *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. Journal of entomology and zoology studies, 4(4): 346-350.

**Dagnelie P., 2011.-** Statistique théorique et appliquée. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Tome 2, De Boeck, Bruxelles, 736p.

**Dastagir G., Hussain F. and Ur Rehman I., 2014.-** Essential oil composition of some plants of family zygophyllaceae and euphorbiaceae. Pakistan journal of botanic, 46(6) : 2043-2049.

**Dehliz A., Lakhdari W., Acheuk F., Hammi H., Soud A. et M'lik R., 2016.-** Potentialité des parasitoïdes autochtones du Sud-Est Algérien dans la lutte contre la pyrale des dattes. Entomologie faunistique, 69: 75-79.

**Deiana M., Rosa A., Casu V., Cottiglia F., Bonsignore L., Dessì M. A., 2003.-** Chemical composition and antioxidant activity of extracts from *Daphne gnidium* L. Journal of the American oil chemists' society, 80(01):65-70.

**De Kouassi M., 2001.-** La lutte biologique; une alternative viable à l'utilisation des pesticides. La revue en sciences de l'environnement, 2(2): 7-12.

**Deletre E. Chandre F., Menut C. et Martin T., 2014.-** Composés naturels bioactifs contre l'aleurode *Bemisia tabaci*. 2<sup>ème</sup> conférence international sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, 22 et 23 Octobre, 11p.

**Des Abbayes H., Chadefaud M., De Ferre Y., Feldman J., Gausсен H., Grasse P.P., Leredde M.C., Ozenda P. et Prevot A.R., 1963.-** Botanique, anatomie, cycle évolutif, systématique. Ed, Masson et Cie, 1039p.

**Dhouibi M.H., 1982.-** Etude bioécologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (zeller)(Lepidoptera, pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse docteur ingénieur, Université Pierre Marie CURIE, Paris 6, 145p.

**Dhouibi M.H., 2000. -** Lutte intégrée pour la protection du palmier dattier en Tunisie. Ed. Centre de publication universitaire, Tunisie, 134p.

**Dhouibi M.H. et Jemmazi A., 1993.-** Lutte biologique contre la Pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) par *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera : Braconidae) en vergers de grenadier. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent. 57/2b, 427- 436.

**Dhouibi M.H. et Jemmazi A., 1996.-** Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *Ectomyelois ceratoniae*, ravageur des dattes. Fruits, 51 (1): 39-46.

**Dhouibi M.H., Hawlitski N., Zaaraoui H., Krisaane T., Cheikh T., Cherni M. and Ben Moussa I., 2000.-** Biological control against the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in oases and in packing houses in Tunisia. Malaysia: Penerbit universiti sains Malaysia, 229-236.

**Dhouibi M.H. and Mediouni Ben Jemaa J., 2010.-** Biological control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) using Sterile Insect Technique. Tenth arab conference on the peace ful uses of atomic energy, Republic of Iraq, 12-16.

**Dhouibi M.H., Hermi N., Soudani D. and Thlibi H., 2016.-** Biocontrol of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) in pomegranate and citrus orchards in Tunisia. International journal of agriculture innovations and research, 4(5): 2319-1473.

**Didi A., 2009.-** Etude de l'activité antioxydante des flavonoïdes de l'*Arbutus unedo* et du *Daphne gaidium* L. de la région de Tlemcen. Thèse magistère, Université Tlemcen (Algérie), 147p.

**Dif M.M., Fouzia T.B., Benyahia M., Bouzid K., Rahmani M. and Sellam F., 2014.-** First determination of polyphenol variation in *Daphne gnidium* L. leaves depending on altitude and slope at Tessala mount (North West Algeria). Revue d'écologie, 69 (3,4): 338-344.

**Direction de la Programmation et du Suivre Budgétaire (D.P.S.B) de la wilaya d'El Oued., 2014.-** Monographie 2014. 147p.

**Direction des Services Agricoles (D.S.A.) de la wilaya d'El Oued., 2015.-** Rapport des statistiques annuelles, 4P.

**Djazoli Z.E., Mostfaoui H., Doumandji Mitiche B., et Dridi B., 2006.-** Incidences des substances semiochimiques (allelochimiques) sur le comportement de ponte de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions contrôlées. Revue des régions arides, 21(03): 1207–1218.

**Djerbi M., 1994.-** Précis de phoeniciculture. Ed. FAO, Rome, 192p.

**Donpedro, K.N., 1989.-**Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus*. Pesticide science, 26(2): 107–115.

**Doumandji Mitiche B., 1983.-** Contribution à l'étude bio écologique des parasites et des prédateurs de la pyrale de caroube, *Ectomyelois ceratoniae* (zeller) (Lepidoptera, Pyralidae), en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse doctorat d'état, Université Pierre Marie CURIE, Paris 6, 253p.

**Doumandji Mitiche B., 1985.-** Les parasites des pyrales des dattes dans quelques oasis algériennes et particulièrement ceux d'*Ectomyelois ceratoniae*. Essai de lâcher de *Trichogramma embryophagum* dans les palmeraies d'Ouargla. Annales de l'INA, El Harrach, Alger, 9 (2):14-37.

**Doumandji S., 1978.-** Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, *Ectomyelois ceratoniae*. Extrait des comptes rendus des journées du CERAG. 53 - 64.

**Doumandji S., 1981.-** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). Thèse Doctorat d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 145p.

**Dubost D., 1986.-** Nouvelles perspectives agricoles du Sahara algérien. In: Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, n°41-42, Désert et montagne au Maghreb: 339-356.

**Dugravot S., 2004.-** Les composés secondaires soufrés des *allium*: Rôle dans les systèmes de défense du poireau et actions sur la biologie des insectes. Thèse doctorat, Université de Tours, 198p.

**Duperat M. et Polese J.M., 2008. -** Encyclopédie des arbres et arbustes. Ed, Artemis, 239p.

**El Akhal F., Greche H., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R. et El Ouali Lalami A., 2015.-** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de

*Thymus vulgaris* cultivées au Maroc. Journal of materials and environmental science, 6 (1): 214-219.

**El Allagui N., Bourijate M., Tahrouch S., et Hatimi A., 2006.-** Effet de cinq extraits végétaux sur *Meloidogyne* ssp de la tomate. Congrès international de biochimie, Agadir, 357-360.

**El Wakeil N., 2013.-** Botanical pesticides and their mode of action. Gesunde pflanzen, 65: 125-149.

**Essouaadi N., Bentata F., El Aissami A., Labhilili M., Ibijbijen J. et Benchacho M., 2015.-** Evaluation *in vitro* de l'effet antifongique de l'extrait aqueux de *Daphne gnidium* sur *Rhynchosporium secalis*, agent de la rhynchosporiose de l'orge. Revue Marocaine de protection des plantes, 8: 39-45.

**F.A.O., 2012.-** Etat actuel des ressources génétiques forestières en Algérie. Rapport national, Algérie, 58p.

**Farazmand H., 2012.-** Evaluation of synthetic pheromone of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchard. Agriss, 41p.

**Fischer R.A et Yates F., 1975.-** Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. 6th. Ed, Longman, London: 6-66.

**Fleurat-Lessard F., 1986.-** Utilisation d'un attractif de synthèse pour la surveillance et le piégeage des pyrales phycitinae dans les locaux de stockage et de conditionnement de denrées alimentaires végétales. Agronomie, 6(6): 567-573.

**Gastagnoou R. et Guyotjeannin CH., 1969.-** Traité de biologie appliquée: Toxicologie industrielle médicamenteuse et agricole. Tome VII, Ed, librairie maloine. S.A. 543p.

**Goldansaz S.H., Talaei L., Poorjavad N., and Dehghani Y.H., 2012.-** Inhibition of carob moth damage using *Ferula assafoetida* essential oil in pomegranate orchards of Iran. II international symposium on the pomegranate, Options méditerranéenne, 103: 129-131.

**Gómez Vives S. et Ferry M., 2005.-** Contrôle biologique des principaux ravageurs en palmeraie: Etat des connaissances et besoins de recherche. Actes du symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens du 08 au 10 mars 2005 Erfoud, Maroc : 44-51.

**Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L. et Farine J.P., 2013.-** Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera : Drosophilidae). Algerian journal of arid environment, 3(1): 82-88.

**Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L., Farine J.P. and Bairi A., 2014.-** Toxicity of aqueous extracts from Mediterranean plants on *Culex pipiens* (Mosquitoes). Case of *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae) and *Peganum harmala* (Zygophyllaceae). Wulfenia journal, 21(12): 244 - 252.

**Hadjeb A., Mehaoua M.S. and Ouakid M.L., 2014.-** Test of biological control against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Lepidoptera: Pyralidae) by Spinosad. International journal of advanced research in biological sciences, 1(7): 81- 84.

**Hakimi M.M., 2004.-** Traduction du traité complet des deux arts en médecine vétérinaire: hipologie et hippatrie. Thèse doctorat vétérinaire, Université d'Alfort, 258p.

**Henery T.A., 1949.-** The plant Alkaloids. Ed, Fourth, 803p.

**Hernandez Ochoa L.R., 2005.-** Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse, 225p.

**Hilal A., Harrak H., Fatni A. et Sekkat A., 2005.-** Influence du traitement thermique sur la mortalité de la pyrale *Ectomyelois ceratoniae* Z. et sur certains critères de qualité des dattes. Acte du symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens, Maroc: 56-63.

**Houal S., Mediouni Ben Jemaa J. and Khouja M.L., 2010.-** Postharvest control of date moth *Ectomyelois ceratoniae* using Eucalyptus essential oil fumigation. Tunisian journal of plant protection, 5: 201-212.

**Hoyoux J.M., 2002.-** Le vocabulaire de l'apiculteur: illustré d'extrait littéraires. Ed, presses agronomiques de Gembloux, 279p.

**Huignard J., 2013.-** Les plantes et les insectes : une lutte permanente. Insectes, 168 (1): 1-8.

**Iauk L., Aleo G., Caccamo F., Rapisarda A., Ragusa S., and Speciale A.M., 1996.-** Antibacterial and antimycotic activities of *Daphne gnidium* L. leaf extracts. Phytotherapy research, 10: 166 -168.

**Iauk L., Aleo G., Caccamo F., Rapisarda A., Ragusa S., and Speciale A.M., 1997.-** Comparative evaluation of antibacterial and antimycotic activities of *Daphne gnidium* leaf and bark extracts. Farmaci and terapia, 14: 37-43.

**Idder A., 1984.-** Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale. Mémoire Ingénieur. ENA. El-Harrach, 63p.

**Idder M.A., Idder Ighil H., Saggou H. et Pintureau B., 2009a.-**Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variété du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. Cahiers Agricultures, 18 (1) : 63-71.

**Idder M.A., Bolland P., Pintureau B., Doumandji-Mitiche B., 2009b.-** Efficacité de *Tririchogramma cordubensis* Vargas &Cabello (Hymenoptera : Trichogrammatidae) pour lutter contre la pyrale des dattes *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) dans la palmeraie d'Ouargla, Algérie. Recherche agronomique, 23: 58-64.

**Idder-Ighili H., 2008.-** Interactions entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien). Thèse magistère, Université d'Ouargla, (Algérie), 112p.

- Idrissi Hassani L.M. et El Hadek M., 1999.-** Analyse de la composition de l'huile de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae). Acta botanica gallica, 146(4): 353 - 359.
- Idrissi Hassani L.M. et Hermas J., 2008.-** Effet de l'alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, 19: 71-84.
- Idrissi Hassani L.M., Ould Ahmedou M.L., Mayad E.H. et Bouaich A., 2002.-** Pouvoir insecticide de *Peganum harmala* sur *Schistocerca gregaria*, effets de l'huile et des extraits des feuilles. Biologie et santé, 2(2): 122-133.
- Ismail I.S., Ito H., Selloum L., and Yoshida T., 2005.-** Flavonoids from *Cleome arabica* leaves and twigs. Journal of natural medicine, 59 (1): 53.
- Itoua Apoyolo C.M., Abderamane M., Ouamba J.M., Matokot L. et Mvila C.A., 2003.-** Caractérisation chimique des huiles essentielles extraites de *Chenopodium ambrosioides* L, de *Eucalyptus citriodora* et effets biologiques sur *Caryedonserratus* OL. (Coléoptera : Bruchidae). Annales de l'université Marien Ngouabi, 4(1): 109-120.
- Jerraya A., 1993.-** Rapport de synthèse de l'atelier "Lutte biologique dans les oasis. CIHEAM, Options méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens, 28 : 181-182.
- Judd W.S., Campbel C.S. Kellog E.A. et Stevens P., 2002.-** Botanique systématique, une perspective phylogénétique. Université De Boeck, Bruxelles, 467p.
- Kamel S., Brahim L., Afifi A. and Hamza S., 1970.-** Major alkaloidal constituents of Egyptian plant *peganum harmala*. Veterinary science, 7: 71- 86.
- Kemassi A., 2008.-** Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Thèse de magister, Université d'Ouargla (Algérie), 164p.

**Kemassi A., Bouziane N., Boual Z. et Ould El Hadj M.D., 2014.-**Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*) et de *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Phytotérapie*, 12(6): 348-353.

**Ketoh G.K, Glitho I.A, Nuto Yet Koumaglo H.K., 1998.-** Effet de six huiles essentielles sur les œufs et les larves de *Callosobruchus maculatus* F. (coleoptera : bruchidae). *Sciences et médecine*, 00 : 16-20.

**Khoualdia, O., R'Houma, A., Marro, J.P., Brun, J., 1996a.-**Lacher de *Phanerotoma ocuralis* Kohl contre la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, dans une parcelle expérimentale à Tozeur en Tunisie. *Fruits* (51), 129-132.

**Khoualdia O., Jarraya A., Rhouma A., Marro J.P. et Brun J. 1996b.-** Utilisation de *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.:Trichogrammatidae) contre la pyrale des dattes. *Annales de l'INRAT*, 69 : 197-205.

**Kjaer A., Gmelin R. and Larsen I., 1955.-** Methyl iso-thiocyanate, a new naturally occurring mustard oil, present as glycoside (glucocapparine) in capparidaceae. *Acta chemica scandinavica*, 9 (5): 857-858.

**Knudsen G.K., Bengtsson M., Kobro1 S., Jaastad G., Hofsvang1 T. and Witzgall P., 2011.-** Discrepancy in laboratory and field attraction of apple fruit moth *Argyresthia conjugella* to host plant volatiles. *Physiological entomology*, 33(1): 1-6.

**Ksentini I., Monje J. C., Jardak T. and Zeghal N., 2010.-** Naturally occurring egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in a pomegranate orchard in Tunisia. *Entomological science*, 13: 99-106.

**Kumar 1991.-** La lutte contre les insectes ravageurs : la situation de l'agriculture africaine. Ed, Karthala, Paris, 310p.

**Ladhari A., Laarif A., Omezzine F., and Haouala R., 2013.-** Effect of the extracts of spiderflower, *Cleome arabica*, on feeding and survival of cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis*. *Journal of insect science*, 13 (61): 1-13.

**Lauwerys R., Haufroid V. et Lison D., 2007.-** Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. Ed, Elsevier Masson, 1252p.

**Lebbouz I., 2010.-** Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae).Thèse magistère, Université de Biskra, 122p.

**Lebdi Grissa K., Mejri O. and Ben Brahim H., 2011.-** Effect of diapause for improving mass-rearing and field performance of irradiated carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), in Tunisia. Increasing the efficiency of Lepidoptera sit by enhanced Quality control. Vienna: 35-37.

**Lebdi-Grissa K. et Ben Ayed N., 2005.-** Lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* , sur grenadier par des lâchers de *Trichogramma cocaeciae* . Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, 26 et 27 octobre, 7p.

**Le Berre M., 1975.-** Rapport d'activité et de recherche du laboratoire d'entomologie saharienne. MARA, 1, 73 p.

**Le Berre M., 1978-** Mise au point le problème du ver de la date, *Myelois ceratoniae* Zeller. Bulletin d'agronomie. Saharienne, I (4): 1-35.

**Lepigre A. 1963.-** Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* (Zeller) (Pyralidae). Epiphyties, 14 (2): 85-101.

**Lhoste J. et Grison P., 1989.-** La phytopharmacie française. Ed. INRA, Paris, 279p.

**Li Y., Fabiano atixier A.S. and Chemat F, 2014.-** Essential oils as reagents in green chemistry. Ed, Springer, 71p.

**Mahmoudian M., Jalilpour H. and Salehian P., 2002.-** Toxicity of *Peganum harmala*: review and case report. Iranian Journal of pharmacology and therapeutics, 1(1): 1- 4.

**Maille E. et Carraretto A., 2011.-** Réseau de surveillance des principaux ravageurs du vignoble bergeracois en agriculture biologique. Antenne viticole, Bergerac Cedex, 27p.

**Maire R., 1933.-** Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, No 03, Alger, 361p.

**Maire R., 1965.-** Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique, vol. XII, Ed, Paul Lechvalier, Paris, 407p.

**Martin P., 2014.-** Familles des plantes à fleurs d'Europe: botanique, systématique et utilitaire. 2<sup>ème</sup> édition, Revue et corrigée, 292p.

**Mazloomifar H., Tehrani M.S., Rustaiyan A. and Masoudi S., 2003.-** Essential oil of *Cleome coluteoides* Boiss. From Iran. Journal of essential oil research, 15(5): 337-338.

**Mc Donald L.L., Guy R.H. and Speirs R.D., 1970.-** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insect. Marketing report N° 882, Agriculture research services, Washington, 183p.

**Mechaber W.L., Capaldo C.T. and Hildebrand J.G., 2002.-** Behavioral responses of adult female tobacco hornworms, *Manduca sexta*, to host plant volatiles change with age and mating status. Journal of insect science, 2(5): 1-8.

**Mediouni Ben Jemaa J. and Dhouibi M.H., 2007.-** Mass-rearing and field performance of irradiated carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. Area-wide control of insect pest, 265-273.

**Mediouni Ben Jemaa J., Fukova I., Frydrychova R., Dhouibi M.H. and Marec F., 2004.-** Karyotype, sex chromatin and sex chromosome differentiation in the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). 57(2): 184-194.

**Mediouni Ben Jemaa J., Bachrouh O., Marzouk B. and Abderraba M., 2009.-** Fumigation using essential oil for control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: pyralidae) during storage. Revue des régions arides, 24, N° spécial: 279-281.

**Mehaoua M.S., 2014.-** Abondance saisonnière de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte. Thèse doctorat, Université de Biskra (Algérie), 112p.

**Mehaoua M.S., Hadjeb A., Belhamram M. et Ouakid M.L., 2015.-** Influence of temperature on seasonal abundance of *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera: Pyralidae) In tolga palm grove. Courrier du Savoir, 20: 167-174.

**Merrouchi L. et Bouammar B., 2015.-** Le fonctionnement de la filière dattes dans la région de Touggourt Sud-est Algérien. Revue El bahith, 15: 201-211.

**Michel T., 2011.-** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Thèse Doctorat, université d'Orléans, 287p.

**Milpied Homsy B., 2009.-** Progress en dermato-allergologie. Tome xv. Ed, John libbey Eurotext, 129p.

**Mirza M., Navaei M.N. and Dini M., 2005.-** Chemical composition of the oil of *Cleome iberica* DC. Flavour and fragrance journal, 20(4): 434-435.

**Mohammedi Z., 2013.-** Etude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse doctorat, université de Tlemcen, 170p.

**Mortazavi S., Ghajarieh H., Samih M.A. and Jafari A., 2016.-** Effect of some diets on biological parameters of *Apomyelois ceratoniae* in laboratory and efficiency of natural pheromone traps in pomegranate orchards. Journal of crop protection, 5 (1): 115-124.

**Mozaffarian F., Mardi M., Sarafrasi A. and Ganbalani G.N., 2008.-** Assessment of geographic and host-associated population variations of the carob mothe, *Ectomyelois ceratoniae*, on pomegranate, fig, pistachio and walnut, using AFLP markers. Journal of insect science, 8 (6): 1-5.

**Mriacha F. et Ksantini M., 2011.-** Effet de la variété d'olive et des caractéristiques physico chimiques de la drupe sur le taux d'infestation par la mouche d'olive, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). Ezzaitouna, 12 (1): 1-12.

**Munier P., 1973.-** Le palmier dattier. Ed. Maison neuve et Larousse, Paris, 221 p.

**Naegelé A., 1958.-** Contribution à l'étude de la flore et des groupements végétaux de la Mauritanie. Bulletin de l'institut français d'Afrique Noire, série A, xx, 3: 876 - 908.

**Navarro S., Donahaye E. and Calderon M., 1986.-** Development of the carob moth, *Spectrobates ceratoniae*, on stored almonds. Phytoparasitica, 14(3): 177-186.

**Nay J.E. and Perring T.M., 2005.-** Impact of ant predation and heat on carob moth (Lepidoptera: Pyralidae) mortality in California date gardens. Journal of economic entomology, 98 (3):725-31.

**Nay J.E., Boyd E.A. and Perring T.M., 2006.-** Reduction of carob moth in 'Deglet Noor' dates using a bunch cleaning tool. Crop protection, 25:758 -765.

**Ndungu M., Chhabra S.C. and Lwande W., 1999.-** *Cleome hirta* essential oil as live stock tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and maize weevil (*Sitophilus zeamais*) repellent. *Fitoterapia*, 70 (5): 514-16.

**Niroumand M.C., Farzaei M.H. and Ghlmreza A., 2015.-** Medicinal properties of *Peganum harmala* L. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy: a review. Journal of traditional Chinese medicine, 35 (1): 104 -109.

**Norouzi A., Talebi A., and Fathipour A.Y., 2008.-** Development and demographic parameters of the Carob moth *Apomyelois ceratoniae* on four diet regimes. Bulletin of insectology, 61: 291-297.

**Nyamador S.W., Ketoh G.K., Koumaglo H.K. et Glitho I.A., 2010.-** Activités ovicide et larvicide des huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus* Chiov. et de *Cymbopogon nardus* L. Rendle sur les stades immatures de *callosobruchus maculatus* F. et *Callosobruchus*

*subinnotatus* Pic (Coleoptera : Bruchidae). Journal de la Société Ouest Africaine de Chimie, 29 : 67-79.

**Obame Minko D., 2009.-** Influence des facteurs écologiques (température et hygrométrie) sur le développement de la cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile – Ferrero) (Homoptera: Pseudococcidae). Tropicultura, 27 (1): 21-25.

**Office national de la Météorologie (O.N.M.), 2013.-** Données climatiques de la région de Touggourt. 3p.

**Oltunji G., Weyerstahl P. and Oguntoye S., 2005.-** Chemical investigation of volatil constituents of *Cleome viscosa* from Nigeria. Bulletin of the chemical society of Ethiopia, 19 (1): 139 - 143.

**Ordines B., 2000.-** Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles. Ed, F.A.O. 54p.

**Ouakid M.L., Farine J.P. et Soltani N., 2001.-** Etude du developpement de *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) sur quelques espèces végétales associées au chêne-liège. Sciences et technologie, 16 : 85-90.

**Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed M. et Zabeirou H., 2003.-** Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est). Courrier du savoir, N°03: 47-51.

**Ozanda P., 1991.-** Flore et végétation du Sahara. Ed, CNRS (3ème édition, augmentée), Paris, 662p.

**Öztürk N. and Ulusoy M.R., 2011.-** The adult population dynamics of the Carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell., 1839 (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in the Eastern Mediterranean region. Turkish bulletin of entomology, 1(2): 79-89.

**Papachristos D.P. and Stamopoulos D.C., 2002.-** Repellent, toxic and reproduction inhibitory effect of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a

bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of stored products research, 31: 291-299.

**Park J.J. and Perring T.M., 2010.-** Development of a binomial sampling plan for the carob moth (Lepidoptera: Pyralidae), a pest of California dates. Journal of economic entomology, 103(4):1474-1482.

**Patel K., Gadewar M., Tripathi R., and Patel D.K., 2012.-** A review on medicinal importance, pharmacological activity and bioanalytical aspects of beta-carboline alkaloid 'harmine'. Asian pacific journal of tropical biomedicine, 2 (8): 660 - 664.

**Peyrovi M., Goldansaz S.H. and Jahromi K.T., 2011.-** Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in Qom pomegranate orchards (Iran). African journal of biotechnology, 10 (3): 380-385.

**Pralavorio R., Jardak T., Arambourg Y. et Renou M., 1980.-** Utilisation du tétradécène Z7AL1 pour la mise au point d'une méthode de piégeage sexuel chez *Pryas oleae* Bern (Lepidoptera : Hyponomeutidae). Agronomie, 1(2): 115-121.

**Ramade F., 2007.-** Introduction à l'écotoxicologie: fondement et application. Ed. TEC et DOC, 618p.

**Rameau J.C., Mansion D. et Dumé G., 2008.-** Flore forestière française: Montagne. Ed, Forêt privée française, 2421p.

**Rattan R.S., 2010.-** Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. Crop protection, 29: 913-920.

**Regnault Roger C., 2014.-** Produits de protection des plantes: Innovation et sécurité pour une agriculture durable. Ed, Lavoisier, 368p.

**Regnault Roger C. et Hamraoui A., 1997.-** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. Acta botanica gallica, 144(4): 401-412.

**Regnault Roger C., and Phillogène B.J.R., 2008.-** Past and current prospects for the use of botanicals and allelochemicals in integrated pest management. *Pharmaceutical biology*, 46 (1-2): 41-52.

**Regnault Roger C., Phillogène B.J.R. et Vincent C., 2008.-**Biopesticides d'origine végétale. Ed Tec et Doc, Lavoisier, 577p.

**Reynes M., 1997.-** Influence d'une technique de désinfestation par micro - ondes sur les critères de la qualité physico chimiques et biochimiques de la datte. Thèse doctorat, l'Institut national polytechnique de Lorraine, 251p.

**Rice P.J. and Coats J.R., 1994.-** Insecticidal properties of several monoterpenoids to the house fly (Diptera: Muscidae), red flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae), and southern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economic entomology*, 87(5): 1172-1179.

**Rochefort S., Carrière Y., Shetlar D.J. et Brodeur J., 2003.-** Abondance saisonnière des espèces de pyrales de près (Lepidoptera: Crambidae) associées aux graminées à gazon au Québec. *Phytoprotection*, 8 (2): 69-75.

**Rosnse Decrane L.P., delaet J. and Smets E.F., 1996.-** Morphological studies in zygothylaceae II, the floral development and vascular anatomy of *Peganum harmala*. *American journal of botany*, 83 (02): 201- 215.

**Sachs L., 1978.-** Angewandte statistik. Statistische methoden und ihre anwendungen. Ed, springer verlag, berlin-heidelberg, New york, 552p.

**Saker M.L. et Daddi Bouhoun M., 2007.-** La phoeniculture algérienne: situation actuelle, problème poses et perspectives de développement. *Annal de la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur, Ouargla*, 1(2): 51-57.

**Samout N., Bouzenna H., Ettaya A., Elfeki A., Hfaiedh N., 2015.-** Antihypercholesterolemic effect of *Cleome arabica* on high cholesterol diet induced damage in rats. *Experimental and clinical sciences journal*, 14:791-800.

**Sayed S.M., Elsayed G., Mahmoud S.F. and Elzahrany O.M., 2015.-** Efficacy of *Bacillus thuringiensis* and Indigenous *Trichogramma turkistanica* for controlling lepidopterous pests on taify pomegranate fruits. African entomology, 23(2):443-450.

**Schmelzer G.H. et Gurib Fakim A., 2013.-**Ressources végétales de l’afrique tropicale. Plantes médicinales 2, Wageningen, pay – Bas / CTA, 418p.

**Schmidt G.H., Risha E.M. and El-Nahal A.K.M., 1991.-** Reduction of progeny of some stored - product coleopteran by vapours of *Acarus calamus* oil. Journal of stored product research, 27(2): 121-127.

**Selloum L., Bouriche H., Sebihi L., Boudoukhra C., Tigrine Ch., Djellili H. and Zaidi F., 2004.-** Inhibition of neutrophil pholasin Chemilumin escence’s by *Cleome arabica* leaf extract. Pharmaceutical biology, 42(7): 1-8.

**Sharangi A.B. and Datta S. 2015.-** Value addition of orticultural crops: Recent trends and future direction. Ed, springer, 342p.

**Senoussi A., 1995.-** Dynamique interne du milieu agricole saharienne et introduction d'un nouveau système d'irrigation: périmètre céréaliers implantés dans les zones arides algériennes (cas de la région de Ouargla). Mémoire de D.E.A, formation Doctorale E.S.S.O.R, Université du Mirail, Toulouse, 94p.

**Senoussi A., 1999.-** Gestion de l'espace saharien en Algérie: symbiose ou confrontation entre systèmes productifs en milieu agricole et pastoral « Cas de la région de Ouargla». Thèse doctorat, université Toulouse II, 406p.

**Sonnini C.S., 1819.-** Nouveau dictionnaire d’histoire naturelle appliquée aux arts, à l’agriculture, à l’économie rurale et domestique, à la médecine, etc. Ram-Ryz vol 29 Ed. Deter ville, 576p.

**Stockel J., 1984.-** Signification et limites du piégeage sexuel de la pyrale de maïs, *Ostrina nubilalis* Hb (Lepidoptera: Pyralidae): recherche d’une relation entre captures de mâles et niveau de population. Agronomie, 4 (7): 597-602.

**Sutour S., 2010.-** Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats. Thèse de doctorat, université de Corse Pascal Paoli, 221p.

**Tahiri A., Adima A.A., Adjé F.A., et Amustant N., 2011.-** Effet pesticide et screening des extraits d'*Azadirachta indica* A. Juss. Sur le termite *Macrotermes bellicosus* Rambur. Bois et forets des tropiques, 310(4) : 79-88.

**Tahrouch S., Rapior S., Mondolot Cosson L., Idrissi Hassani L.A., Bessiere J.M., et Andary C., 2002.-** *Peganum harmala*: source combinée d'aromes et de colorants. Reviews in Biology and biotechnology, 2: 33-37.

**Telezhenet Skaya M.V. and Yunusov S.YU., 1977.-** Alkaloids of *Peganum harmala*. Chemistry of natural compounds, 13(06): 613 - 624.

**Tigrine C., 2014.-** Effets anticancéreux et chimiorécepteurs de l'extrait poly phénolique, riche en flavonoides des feuilles de *Cleome arabica*. Thèse doctorat, Université de sétif, 113p.

**Tigrine C., Balzomi P., Leone S., Bouriche H., Kameli A. and Marino M., 2013.-** *Cleome arabica* leaf extract has anticancer proprietiesin human cancer cell. Pharmaceutical biology, 51(12): 1508 – 1514.

**Touil A., Rhouati S. and Jay M., 1998.-** Flavonols glucosides from *Cleome arabica*. Journal de la Société Algérienne de chimie, 8(1): 117-120.

**Tracanna MI., Fortuna M., Popich S Amani SM., González AM and Benavente A., 2010.-** biological control of *Ectomyelois ceratoniae* pest by subextract of *Tibouchina paratropica* (GRISEB.) COGN. (Melastomataceae). Primera reunión internacional de ciencias farmacéuticas, 119-120.

**Tripathi A.K., Prajapati V. and Kumar S., 2003.-** Bioactivities of l-carvone, d-carvone, and dihydrocarvone toward three stored product beetles. Journal of economic entomology, 96(5): 1594 - 1601.

**Tripathi A.K., Upadhyay S., Bhuiyan M. and Bhattacharaya P.R., 2009.-** A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect pest management. Journal of pharmacognosy and phytotherapy, 1(5): 52-63.

**Updhyay R.K., 2015.-** *Cleome viscosa* Linn: A natural source of pharmaceuticals and pesticides. International journal of green pharmacy, 9(2): 71-85.

**Warner R., Barner M.M. and Liard E.F., 1990.-** Chemical control of carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) and various mitidulid beetles (coleoptera) on Deglet Nour dates in california. Journal of economic entomology, 83(6) : 2357-2361.

**Wertheimer M., 1958.-** Un des principaux parasites du palmier dattier algérien: le Myelois décolore. Fruits, 13(8): 109-123.

**Xuenong X., 2004.-** Combined releases of predators for biological control of spider mites *Tetranychus urticae* koch and western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (pergande). Ed Cuvillier verlag, 109p.

**Yaakoub A., Lombarkia N. et Laamari M., 2014.-** Effet des substances volatiles des dattes sur le taux d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*. Revue des régions arides, 35(3): 1915 –1921.

**Yildirim E.M. and Bspinar H., 2015.-** The population fluctuation of carob mothe *Apomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), and investigation on their damage and natural enemies on pomegranate in West Aegean region of Turkey. Journal of international scientific publications, 3: 186-192.

**Zare Mehrjardy A., Ravan S. and Sahebzadeh N., 2016.-** Effect of larval diet on females' attraction of *ectomyelois ceratoniae* zeller (Lepidoptera: pyralidae) in pheromone traps. Trakia journal of sciences, 1: 39-46.

**Zolfagharieh H., Vafayishoostari R., Farazmand H., Ardakani M., Babayi M. and Mostafavi H. 2009.-** Using nuclear technology to determine the controller dose of *Ectomyelois ceratoniae*. Journal of entomological science, 1: 35-42.

**Zouiouèche F.Z., 2012.-** Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Thèse magister. ENA, Alger, (Algérie), 118 p.

# Résumés

## Résumé

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* infeste les dattes en plein champ, sur l'arbre lui-même et la prolifération se poursuivant ensuite en entrepôt. Les interventions chimiques n'ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production dattière à cause de la biologie et du comportement alimentaire de la pyrale des dattes. Les larves de cette dernière se nourrissant et se développant à l'intérieur de la datte où elles y sont bien protégées. Le présent travail a pour objectif d'étudier les fluctuations du vol imago, le cycle de développement et le suivi de taux de ponte et d'infestation et sur trois variétés à grande valeur marchande qui sont Deglet Nour, Degla Beida et Ghars dans la région d'El Meghaier durant les campagnes dattières des années 2011, 2012 et 2013. Dans la quête des nouvelles substances d'origine végétale alternative à la lutte chimique, des extraits foliaires des plantes; *Peganum harmala*, *Cleome arabica* et *daphne gnidium* ont été testés contre différents stades de développement d'*E. ceratoniae*.

Le suivi des fluctuations du vol d'*E. ceratoniae* à l'aide des pièges à phéromone, nous a permis de détecter deux périodes principales de vol, une printanière et une automnale responsable de l'attaque des dattes et les autres fruits hôtes par *E. ceratoniae*. Les individus capturés en été, semblent être l'ébauche de la génération automnale et celle de l'hiver semblent être l'ébauche d'une génération partielle qui complète son cycle l'année suivante, ce qui veut dire la génération printanière.

Le suivi du taux de ponte et d'infestation, montre que la variété Deglet Nour est la variété la plus attaquée par rapport à la variété Degla Beida et la variété Ghars et le stade Tmar est le stade le plus agressé quel que soit la variété. L'étude de la durée moyenne du cycle de développement prouve que la durée sur la variété Deglet Nour est plus longue que la durée sur la variété Degla Beida.

Les essais de lutte montrent que les huiles essentielles de *P. harmala* et *C. arabica* ont un effet ovicide, larvicide et adulticide et la pyrale des dattes est plus sensible aux huiles essentielles de *C. arabica* que les huiles essentielles de *P. harmala* alors que les résultats de traitement par les extraits aqueux des plantes étudiées révèlent que la pyrale est plus sensible à l'extrait aqueux de *P. harmala* que l'extrait aqueux de *C. arabica* et de *D. gnidium*. Le

traitement par contact est plus efficace que le traitement par ingestion quelque soit l'extrait utilisé.

**Mots clés :** Zone aride, palmier dattier, pyrale des dattes, bio écologie de la pyrale, bio pesticides.

## Abstract

The date moth, *Ectomyelois ceratoniae*, infests date both in the field, on date palms and the proliferation continuing during storage. Chemical interventions have failed until today an effective protection of the date production because of the biology and feeding behavior of this pest. The larvae of this moth, feeding and developing, inside the date where they are protected there. This work aims to study the fluctuations of adult's flight, development cycle and monitoring of laying and infestation rate on three varieties at high market value which are, Deglet Nour, Degla beida and Ghars in the region of El Meghaier during date campaigns of 2011, 2012 and 2013 years. In the quest for new substances from vegetable origin as alternative to the chemical control, leaf extracts of plants; *Peganum harmala*, *Cleome arabica* and *Daphne gnidium* were tested against different development stage of *E. ceratoniae*.

Monitoring fluctuations of adults flight using pheromone traps, allowed us to detect two main flight periods; one in spring and other in fall responsible for the dates attack and other host fruits by *E. ceratoniae*. The individuals captured in summer appear to be the rough outline of fall generation and those which are captured in winter seem to be the rough outline of partial generation that will be completed its development cycle next year, it means the spring generation.

Monitoring of laying and infestation rates, shows that Deglet Nour variety is the most attacked than Degla Beida and Ghars varieties and Tmar stage is the most attacked than whatever the variety. The study of life cycle average indicates that duration of life cycle on Deglet Nour is longer than duration of life cycle on Degla beida.

The biological control, show that *P. harmala* and *C. arabica* essential oils have ovicidal, larvicidal and adulticidal activities. The date moth is more sensitive to *C. arabica* essential oils than *P. harmala* essential oils while the results of treatment by aqueous extracts of plants tested show that the date moth is more sensitive to *P. harmala* aqueous extract than *C. arabica* and *D. gnidium* aqueous extracts. The contact treatment is more effective than ingestion treatment whatever the aqueous extract used.

**Keys words:** Arid zone, date palm, date moth, moth date bio ecology, bio pesticides .

*Ectomyelois ceratoniae* فراشة التمر تصيب التمر في المستثمرة الفلاحية على النخل و تستمر الاصابة حتى في مخازن التمر.

ان المكافحة الكيميائية لهذه الحشرة لم تسمح لحد اليوم من حماية فعالة لمنتوج التمر و ذلك بسبب طبيعة هذه الحشرة و سلوكها الغذائي حيث ان يرقاتها تتغذى و تتطور داخل حبة التمر أين تكون محمية جيدا.

إن الهدف من هذا العمل هو دراسة بيولوجيا فراشة التمر من خلال متابعة تغيرات طيران الطور البالغ باستعمال المصائد الفرومونية و تتبع مستوى تبيضها و اصابة يرقاتها لثلاث أصناف من التمر ذات أهمية اقتصادية بالغة ألا وهي دقلة نور, دقلة بيضاء و الغرس في منطقة المغرب خلال مواسم التمر لسنوات 2011, 2012 و 2013. و في إطار البحث الدائم عن مواد نباتية جديدة لاستعمالها كبديل للمكافحة الكيميائية, فإن مستخلصات ثلاثة نباتات ذات طبيعة سمية و هي

*Peganum harmala*, *Cleome arabica* و *daphne gnidium* قد جربت ضد مختلف أطوار فراشة التمر. أوضحت المتابعة الاسبوعية لطيران الطور البالغ انه هناك فترتين رئيسيتين لطيران هذه الاخيرة, فترة ربيعية و أخرى خريفية هما المسؤولتان عن إصابة التمر و ثمار العوائل الأخرى. ان عدد الفراشات المصطاد في فصل الصيف هي مؤشر على اهمية الجيل الخريفي و ذلك المصطاد في فصل الشتاء مؤشر على أهمية جيل جزئي و الذي سيكمل دورة حياته في السنة المقبلة أي الجيل الربيعي. أما متابعة مستوى التبييض و اصابة التمر بيرقات فراشة التمر على اصناف التمور المذكورة أعلاه فقد تبين ان صنف دقلة نور الاكثر عرضة للاصابة بهذه الحشرة و ان ثمار التمر الناضج هي الاكثر إصابة مهما كان الصنف, كما ان دراسة دورة حياتها أثبتت ان مدة الدورة على صنف دقلة نور اطول من مدة حياتها على دقلة بيضاء.

بينت دراسة التأثير البيولوجي لمستخلصات النباتات المدروسة أن الزيوت الطيارة الخامة للنببتين *Peganum harmala* و *Cleome arabica* لها تأثير على البيض و اليرقات و الطور البالغ كما بينت النتائج أن زيوت *Cleome arabica* أكثر فعالية من زيوت *Peganum harmala* إن نتائج التأثيرات البيولوجية للمستخلص المائي الخام للنباتات قيد الدراسة اثبتت أن مستخلص *Peganum harmala* أكثر فعالية من النبتتين الأخرتين و أن المعالجة بالتلامس أكثر فعالية من المعالجة عن طريق الهضم.

**الكلمات الدالة:** منطقة جافة, نخلة التمر, فراشة التمور, البيئة الحيوية للفراشة, مبيد حشري حيوي